

ISSN 2224-5278

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР  
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ

ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES

OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

**5 (407)**

ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2014 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2014 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2014

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**; ҚазҰЖҒА академигі **М.К. Абсаметов**; ХМРА академигі **Х.А. Беспаяев**; техника ғылымдарының докторы, профессор **Н.С. Бүктіков**; ҚР ҰҒА академигі **Г.Х. Ергалиев**; 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**; ҚР 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 КазНАЕН **М.К. Абсаметов**; академик МАМР **Х.А. Беспаяев**; доктор технических наук, профессор **Н.С. Буктуков**; академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; 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. Рақышев**; академик НАН РК **Б.Р. Рақышев**; академик НАН РК **Ж.С. Садықов**; академик НАН РК **И.В. Северский**; академик КазНАЕН **Н.С. Сейтов**; член-корреспондент НАН РК **Э.Ю. Сейтмұратова**; доктор Ph.D., профессор **Хамфери Дж.Д. (США)**; доктор Ph.D, профессор **Грэвис Р.М., (США)**; доктор, профессор **М. Штейнер** (Германия); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчавов** (Россия); академик **Т. Алиев** (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 KazNANS **M.K. Absametov**, 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 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 **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. Shteiner** (Germany); academician RAS **A.E. Kontorovich** (Russia); doctor of geological and mineralogical sciences **A.M. Kurchavov** (Russia); academician **T. Aliyev** (Azerbaijan), academician **V. Postolatiy** (Moldova), academician **A.F. Bulat** (Ukraine), academician **I.N. Ganiyev** (Tajikistan), doctor of geological and mineralogical sciences **A.B. Bakirov** (Kyrgyzstan); **Z.V. Tolubayeva** junior researcher (the responsible secretary)

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

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)  
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

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

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2014

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

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

УДК 551.735(574.31)

*Н. М. ГРИДИНА<sup>1</sup>, Г. В. ФИЛАТОВА<sup>2</sup>, З. А. КЛИМАХИНА<sup>3</sup>, А. П. ИВЕРСКАЯ<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ТОО «Центргеолсъемка», г. Караганда,

<sup>2</sup>«Масальский ГОК»,

<sup>3</sup>ОАО «Азимут энергии сервисез»)

## О ВОЗРАСТЕ ИШИМСКОЙ, ЯГОВКИНСКОЙ, ДАЛЬНЕНСКОЙ И БЕЛЕУТИНСКОЙ СВИТ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА СЕВЕРЕ ЖЕЗКАЗГАНСКОЙ ВПАДИНЫ

**Аннотация.** Приведены новые данные по палеонтологической и палеофлористической характеристике нижне- и верхнебелеутинской подсвит, а также ишимской, яговкинской и дальненской свит.

**Ключевые слова:** каменноугольная система, горизонт, свита, ишимская, яговкинская, дальненская, белеутинская, послойные разрезы, фауна, флора, фораминиферы, брахиоподы, граница, Жезказганская впадина.

**Тірек сөздер:** таскөмір жүйесі, көкжиек, свита, есілдік, яговкіндік, дальнендік, белеуіттік, қатпарлы қималар, фауна, флора, фораминиферлер, брахиоподтар, шекара, Жезқазған ойпаты.

**Keywords:** carboniferous system, horizon, suite, Ishim, yagovkin, dal'nen, beleutin, layered sections, fauna, flora, foraminifera, brahiopady, border, Zhezqazghan depression.

Приведены результаты изучения названных свит при ГДП-200 (А.П. Иверская, 2010), проведенного на листах М-42-XXXII, -XXXIII (среднее течение р. Кара-Кенгир). Ранее каменноугольные отложения на площади этих листов были детально изучены Ю. А. Зайцевым и др., 1975, при подготовке к изданию геологических карт масштаба 1:50 000 Джезказганского рудного района, а также В.Н. Завражновым и др., 1991.

На площади работ проводились и стратиграфо-палеонтологические исследования. Здесь, в бассейне р. Кара-Кенгир, прослеживается непрерывный разрез морских отложений от фаменского яруса девона до низов башкирского яруса карбона. Разрезы по р. Кара-Кенгир являются опорными для западной части Центрального Казахстана.

Первый этап этих работ, 1950–1970 гг., заключался в изучении фауны, преимущественно брахиопод (М.В. Мартыновой [4], Н.В. Литвинович, Г.Г. Аксеновой [5]), в меньшей степени – кораллов, гониатитов, пелеципод [4].

Второй этап, 2000–2008 гг. – изучение опорных разрезов сотрудниками ИГН им. К.И. Сатпаева, включало исследование фораминифер В.Я. Жайминой [1, 2] и брахиопод Л.В. Сергеевой [1, 11, 12].

К сожалению, ни В.Я. Жайминой, ни Л.В. Сергеевой, при описании разрезов не были отмечены маркирующие горизонты, выделенные Ю.А. Зайцевым [4], что затрудняет сопоставление разрезов. Это следующие горизонты: в верхнеишимской подсвите – «i<sub>1</sub>», «i<sub>2</sub>», «i<sub>3</sub>», в яговкинской свите – «j<sub>1</sub>», «j<sub>2</sub>», «j<sub>3</sub>», в дальненской свите – «d<sub>1</sub>», «d<sub>2</sub>», в белеутинской свите – горизонт с гигантопродуктусами в основании свиты, а также «b<sub>1</sub>», «b<sub>2</sub>», «b<sub>3</sub>». Также при этих работах (ГС-50) М.В. Мартыновой были детально изучены послойные разрезы и собраны богатейшие коллекции брахиопод. Можно было бы сопоставить данные по брахиоподам и фораминиферам.

В результате ГДП-200 были выполнены определения следующих органических остатков: фораминифер – Г.В. Филатовой, брахиопод, пелеципод, гастропод – З.А. Климахиной, флоры – Л.А. Гогановой, наутилид – В.А. Коноваловой, И.С. Барсковым, мшанок – Р.В. Горюновой и О.Б. Вейс.

Биостратиграфические зоны приняты согласно «Постановлениям МСК и его постоянных комиссий», выпуск 34, 2003.

Нами (А. П. Иверская, 2010) на микрофауну было опробовано 6 разрезов (рисунок 1), характеризующих отложения ишимской (*iš*), яговкинской (*jag*), дальненской (*dl*), белеутинской (*bl*) свит. Это разрезы в районе зим. Екилас (1 – *iš*), развалин зим. Адай (2 – *iš*<sub>2</sub>, *jag*, *dl*, *bl*), на участке Кокдомбак – разрезы Кокдомбак Северный (3 – *dl*, *bl*<sub>1</sub>) и Кокдомбак Южный (4 – *bl*<sub>2</sub>), на участке Талдыбулак опробовался керн поисковых скважин (5 – *bl*<sub>2</sub>). Разрез №6, севернее зим. Балабай, здесь не рассматривается. Из них разрезы 1 и 2 пройдены параллельно разрезам В.Я. Жайминой – Адай (Ж1) и Шаткара I – Шаткара II (Ж2), Л.В. Сергеевой – Шаткара (С1).

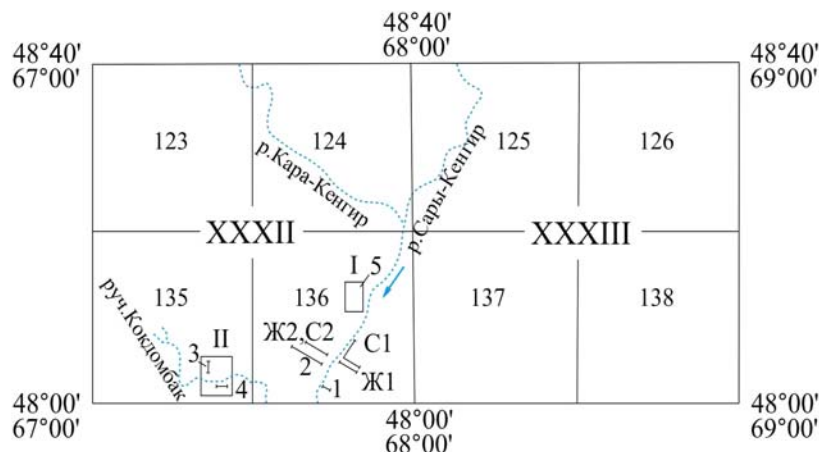


Рисунок 1 – Схема расположения разрезов.

I – участок Талдыбулак, II – участок Кокдомбак; 1 – разрез зим. Екилас (*C<sub>1</sub>iš*),  
 2 – разрез развалин зим. Адай (*C<sub>1</sub>iš*, *C<sub>1</sub>jag*, *C<sub>1</sub>dl*, *C<sub>1-2</sub>bl*), 3 – разрез Кокдомбак Северный (*C<sub>1</sub>dl*, *C<sub>1-2</sub>bl<sub>1</sub>*),  
 4 – разрез Кокдомбак Южный (*C<sub>1-2</sub>bl<sub>2</sub>*), 5 – скважины, участок Талдыбулак (*C<sub>1-2</sub>bl<sub>2</sub>*); Ж1 – разрез, овраг Адай (Жаймина, 2005), Ж2 – разрезы Шаткара I и Шаткара II (Жаймина, 2005), С1, С2 – разрез Шаткара (Сергеева, 2005)

Разрезы на участках Кокдомбак и Талдыбулак были изучены для уточнения границ белеутинского горизонта и, соответственно, границ ранне-, позднесерпуховского подъярусов и башкирского яруса.

В статье мы приводим сначала результаты собственных сборов, а потом, для сопоставления и дополнения, списки В.Я. Жайминой и Л.В. Сергеевой. При написании статьи использовались не только изданные работы, но и материалы отчетов, в этом случае фамилия автора отмечена звездочкой.

Результаты сопоставления границ свит и фаунистических горизонтов приведены на рисунке 2. Выявлены следующие несовпадения.

1. В русаковской свите комплекс микрофауны представлен фораминиферами зоны *P. tchernyshinensis*-*L. latispiralis*-*T. tuberculata*, но в верхней части свиты в пачке окремнелых известняков со спонголитами обнаружены фораминиферы относимые уже к ишимскому горизонту, т.к. залегают выше слоя 7 (Жаймина\*, 2005), где появляются *Palaeospiroplectamina* aff. *diversa* N. Tchern., *Planoendothyra* cf. *arta* (Leb.), *Endothyra parakosvensis* Lip., *Eotuberitina* sp. – зоны *P. diversa*-*Tetrataxis*-*Endothyra elegia*, т.е. нижняя граница ишимской свиты завышена.

2. Наибольшие расхождения наблюдаются в верхнеишимской подсвите (разрез зим. Екилас – Иверская, 2010; разрез оврага Адай – Жаймина\*, 2005). Практически весь разрез подсвиты характеризуется фораминиферами зоны *A. primaevus*-*U. rotundus*, нижней зоны яговкинского горизонта. Следовательно, верхняя граница ишимской свиты значительно завышена.

Нами в разрезе зим. Екилас собран следующий комплекс микрофауны (определения Г.В. Филатовой). Фораминиферы: *Ammarchaediscus* sp., *A. cf. kamkalensis* Marf., *A. cf. kumirlensis* Marf., *A. cf. primaevus* (Pron.), *A. cf. ovalis* Marf., *A. cf. involutus* (Vdov.), *Brunsia* sp., *B. cf. pulchra* Mikh., *Endothyra* sp., *E. cf. prisca* Raus. et Reitl., *Palaeospiroplectamina* sp., *Globoendothyra* sp. (единичные), *Archaesphaera crassa* Lip., *A. minima* Sul., *Earlandia minor* (Raus.), *E. elegans* (Raus. et Reitl.).

На этом же уровне, в 4км северо-восточнее разреза зим. Екилас, В.Я. Жайминой\* (2005) изучен на микрофауну разрез оврага Адай и Л.В. Сергеевой\* (2005) – брахиоподы. Комплекс фораминифер

Отчет ГДП-200 Иверская, 2010г.	Зайцев, 1975г.	Интер. несовпа- дения границ	Отчет "Исследования опорных разрезов", 2005г. "Атлас опорных стратиграфических разрезов", 2008г.	
Свита Возраст	Свита		Воз- раст	Фаунистические горизонты и зоны
$\frac{C_{1-2}bl_2}{C_{1s_2} - C_{2b_1}}$	$C_{1bl_2}$ — $b_3$ —		$C_{2b}$	Белеутинский горизонт Зона <i>P. bogdanovkensis</i>
$\frac{C_{1-2}bl_1}{C_{1s_2}}$	$C_{1bl_1}$ — $b_2$ — — $b_1$ —		$C_{1s_2}$	Зона <i>E. protvae</i> - <i>E. explicata</i>
$\frac{C_{1dl}}{C_{1v_2} - s_1}$	$C_{1dl}$ — $d_2$ — — $d_1$ —		$C_{1s_1}$	Зона <i>N. parvus</i> - <i>K. bykovaе</i>
			$C_{1v_2}$	Дальненский горизонт Зона <i>Asteroarchaediscus</i>
$\frac{C_{1jag}}{C_{1v_1-2}}$	$C_{1jag}$		$C_{1v_2}$	Яговкинский горизонт Зона <i>E. compressa</i> - <i>P. krestovnikovi</i>
$\frac{C_{1is_2}}{C_{1v_1}}$	$C_{1is_2}$ — <i>P.b.</i> —		$C_{1v_1}$	Зона <i>A. primaevus</i> - <i>U. rotundus</i>
$\frac{C_{1is_1}}{C_{1v_1}}$	$C_{1is_1}$		$C_{1v_1}$	Ишимский горизонт
$\frac{C_{1rs_2}}{C_{1t_2}}$	$C_{1rs_2}$		$C_{1t_2}$	Зона <i>P. diversa</i> - <i>Tetrataxis</i> - <i>E. elegia</i> Русаковский горизонт Зона <i>P. tchernyshinensis</i> - <i>L. latispiralis</i> - <i>T. tuberculata</i>
$\frac{C_{1rs_1}}{C_{1t_2}}$	$C_{1rs_1}$			Не охарактеризован
$\frac{C_{1ks}}{C_{1t_1}}$			$C_{1t_1}$	Кассинский горизонт Зона <i>T. pseudobeata</i> - <i>Chernyshinella</i>
$\frac{D_3sm}{D_3fm_3}$	$D_3sm + C_{1ks}$		$D_3fm_3$	Симоринский горизонт Зона <i>Quasiendothyra kobeitusana</i>



Пачка с прослоями спонголитов

Известняки с *Posidonia becheri*

Горизонт известняков с гигантопродуктусами



Интервалы несовпадения границ свит и фаунистических горизонтов



Границы литологических разностей пород

Рисунок 2 – Сопоставление фаунистических горизонтов по фораминиферам с объемами и границами свит.  $d_1, d_2, b_1, b_2, b_3$  – маркирующие горизонты в дальненской и белеутинской свитах по Ю. А. Зайцеву (1975).

богатый и представлен: *Diplosphaerina* cf. *magna* Pojark., *Eotuberitina* sp., *Earlandia elegans* Raus. et Reitl., *E.* sp., *Endothyra* cf. *prisca* Raus. et Reitl., *E.* sp., *Endothyranosis* cf. *convexus* (Raus.), *E.* cf. *paraconvexus* Brazhn., *Eoendothyranopsis* sp., *Omphalotis* aff. *minuta* Sim., *O.* cf. *tantilla* Schlyk., *O.* sp., *Globoendothyra* cf. *parva* N.Tchern., *G.* sp., *Mediocris* cf. *mediocris* Viss., *Planoendothyra* cf. *rotai* Dain, *P.* sp., *Planoarchaediscus spirillinoides* Raus., *P.* sp., *Archaediscus* ? sp., *Brunsia* aff. *sygmoidalis* Raus., *Ammarchaediscus* cf. *primaevus* Pron., *A.* cf. *ovalis* Reit. et Marf., *A.* cf. *kumerlensis* (Marf.), *A.* sp., *A.*? sp. (*Brunsia* ? sp.), *Tetrataxis paraminima* Vissar., *T.* aff. *izhimica* Durk., *T. eominima* Raus., *T. conica* Ehrenb., *T.* sp., *Palaeospiroplectamina* ? sp.

Л.В. Сергеева\* (2005) выделяет здесь 2 комплекса брахиопод очень близкого состава. Первый, нижний: органические остатки часто с целыми створками брахиопод: *Chonetes ischimicus* Nal. (много), *C. aschliariki* Sim., *Rugosochonetes nalivkini* Mon., *Dictyoclostus deruptus* Rom., *D.* cf. *ischimicus* Litv., *Eomarginifera* cf. *ovaloides* (Litv.), *Verkhotomia plena* Hall, *V. tenisica* Litv., *Spirifer baiani* Nal., *Brachythyris atbasarica* Nal., *B. suborbicularis* Hall, *Tylothyris laminosus* M' Coy, *Composita subquadrata* Hall, *Marginatia* sp. (aff. *kingirica* Litv.). Этот комплекс отнесен ею к C<sub>1V1</sub> зоне D. deruptus (ишимский горизонт).

Верхний комплекс брахиопод представлен теми же видами, что в нижнем, и дополнительно появляются *Avonia* aff. *bullata* Aks., *Spirifer ischimicus* Litv., *Tylothyris* aff. *increditus* Mon., *Pugilis* sp.

Верхний комплекс отнесен Л.В. Сергеевой\* (2005) к C<sub>1V1</sub> зоне P. crawfordswillensis – F. gröberi (яговкинский горизонт).

Таким образом, верхнеишимская подсвита, в большей своей части, характеризуется фораминиферовой зоной A. primaevus-U. rotundus, а возможно и захватывает зону E. compressa-P. krestovnikovi.

По брахиоподам выделяются зоны D. deruptus-V. plena (верхняя часть ишимского горизонта) и P. crawfordswillensis – F. gröberi (низы яговкинского горизонта). И как следствие, напрашивается вывод, что зона по брахиоподам D. deruptus характеризует уже яговкинский горизонт, а не ишимский. Ю.А. Зайцев [4] отмечает в нижней части верхнеишимской подсвиты крупные пеллециподы *Posidonia* ex gr. *becheri* Br. По данным Л.В. Сергеевой\* (2005) пачка с пеллециподами наблюдается северо-восточнее разреза оврага Адай и залегает несколько выше по разрезу. Мощность этой пачки около 40м. Фораминиферы в этой части разреза не отбирались, можно предполагать, что пачка с пеллециподами, характеризуется зоной A. primaevus-U. rotundus или даже выше.

3. Яговкинская свита на площади работ характеризуется зоной E. compressa – P. krestovnikovi, В.Я. Жаймина [1, 2]. Нами в ней собраны фораминиферы: *Paraarchaediscus* sp., *P. koktjubensis* Raus., *P.* cf. *koktjubensis* Raus., *P.* cf. *krestovnikovi* Raus., *P. krestovnikovi* Raus., *Tchuisodiscus* sp., *T.* cf. *sarikamensis* Marf., *T.* cf. *elimesensis* Marf., *Kasachstanodiscus* cf. *longus* Marf., *Endothyra* sp., *E.* cf. *similis* (Raus. et Reitl.), *E.* cf. *bradyi* (Mikh.), *Endostaffella* sp., *E.* cf. *schamordini* (Raus.), *Eostaffella* sp., *E.* cf. *settella* Gan., *Tetrataxis* sp., *T.* cf. *eominima* Raus., *Pseudoglomospira* sp., *Earlandia elegans* (Raus. et Reitl.), *Archaeosphaera crassa* Lip., *Globoendothyra* sp., *Tolypamma* sp.; часты водоросли *Orthonella* sp.

В.Я. Жаймина приводит следующий комплекс: *Earlandia* sp., *Glomospira* sp., *Endothyra* sp., *Omphalotis* sp., *Endostaffella shamordini* Raus., *Paraarchaediscus* cf. *krestovnikovi* Raus., *Archaediscus* cf. *koktubensis* Raus., *A.* sp., *Tournayellina* ? sp., *Palaeospiroplectamina* sp., *Tetrataxis eominima* Raus., *T.* aff. *paraminima* Viss., *T.* cf. *kiselicus* Malach., *T.* sp. Из брахиопод Л.В. Сергеевой определены: *Productus productus* (Mart.), *P. redesdalensis* M.-W., *Neospirifer* sp., *Fluctuaria* sp., *Ovatia* sp.

Абсолютно точно вынести разрезы сложно, так как в их описании нет маркирующих горизонтов, откартированных Ю.А. Зайцевым (1975), но судя по выноске начала разрезов по координатам и по длине разрезов можно предполагать, что верхняя граница яговкинской свиты несколько завышена.

4. Дальненская свита исследована нами на двух участках: на правобережье р. Кара-Кенгир (разрез №2) и на участке Кокдомбак (разрез №3). На обоих участках выявлены 2 комплекса: нижний – поздневизейский и верхний – раннесерпуховский, наиболее представительные комплексы выявлены в разрезе развалин зим. Адай.

Нижний комплекс в разрезе развалин зим. Адай представлен: фораминиферами *Asteroarchaediscus* sp., *A. brevis* Marf., *A.* cf. *brevis* Marf., *Archaediscus* sp., *A. convexus* Grozd. et Leb., *Paraarchaediscus* sp., *P.* cf. *krestovnikovi* Raus., *P. krestovnikovi* Raus., *Dzhamansorina* sp., *Globoendothyra*

sp.(фрагмент), *Pseudoglomospira* sp., *P. cf. gordialis* (Jon. et Park.), *Ammovertella* sp., *Eotuberitina reitlingerae* M.-Mac., *Earlandia elegans* (Raus. et Reitl.); водорослями: *Koninckopora* sp., *K. cf. inflati* (de Koninck).

Здесь же В.Я. Жайминой, в разрезе Шаткара II, выявлен следующий комплекс фораминифер: *Scalebra* sp., *Ammovertella* sp., *Paraarchaediscus cf. krestovnikovi* Raus., *Propermodiscus cf. vischerensis* Grozd. et Leb., *Archaediscus cf. magnus* Schlyk., *A. cf. koktjubensis* Raus., *A. sp.*, *Asteroarchaediscus subbaschkiricus* Reitl., *A. sp.*, *Kasachstanodiscus rarus* Marf., *Tetrataxis kingiricus* Vdov., *T. cf. kiselicus* Malach., *T. sp.*

Из брахиопод Л.В. Сергеевой определены: *Echinoconchus elegans* (M'Cooy), *E. subelegans* (Thom.), *E. cf. defensis* (Thom.), *Ovatia jagovkini* (Nal.), *O. ovata* (Hall), *Antiquatonia aff. sulcata* (Sow.), *Productus cf. redesdalensis* M.-W., *Neospirifer nalivkini* (Bolch.), *Spirifer cf. kasachstanensis* Sim., *Brachythyris cf. dichotomus* Litv., *Fusella* sp., *Composita* sp.

По фораминиферам это зона *Asteroarchaediscus*.

В разрезе Кокдомбак Северный нами нижний комплекс определен в оолитовых известняках маркирующего горизонта «d<sub>1</sub>». Здесь ядра оолитов представляют обломки фауны гастропод, наутилид, фораминифер. Среди последних определены редкие фрагменты *Ammovertella* sp., возраст нижнего комплекса – ранний карбон позднее визе.

Верхний комплекс выявлен в разрезе развалин зим. Адай, представлен: *Neoarchaediscus* sp., *N. cf. parvus* Raus., *Asteroarchaediscus* sp., *A. brevis* Marf., *A. cf. brevis* Marf., *Archaediscus* sp., *A. convexus* Grozd. et Leb., *A. cf. convexus* Grozd. et Leb. (обломок), *A. moelleri* Raus., *A. cf. moelleri* Raus., *A. pauxilus* Schlyk., *A. magnus* Schlyk., *A. ex gr. itinerarius* Schlyk., *A. pauxilus* Schlyk., *Paraarchaediscus* sp., *P. cf. krestovnikovi* Raus., *P. krestovnikovi* Raus., *P. cf. koktjubensis* Raus., *Tetrataxis* sp., *T. cf. planocula* Lee et Chen, *Pseudoglomospira* sp., *Tchuisodiscus* sp. (возраст начало раннего серпухова C<sub>1S1</sub><sup>1</sup>).

В.Я. Жайминой на этом уровне, здесь же (разрез Шаткара II; рис. 1, № Ж2) выявлен комплекс *N. parvus* – *K. bykovaе*, который она относит к нижней зоне белеутинского горизонта. Он представлен: *Glomospira* sp., *Tolypamina* sp., *Palaeonubecularia fluxa* Reitl., *Paracaligella* ? sp., *Eostaffella* ? sp., *Propermodiscus* sp., *Archaediscus* sp., *Asteroarchaediscus cf. micus* Pojar., *Neoarchaediscus parvus* Raus., *Kasachstanodiscus* sp., *Tetrataxis kingiricus* Vdov., *T. aff. digna* Grozd. et Leb., *T. ovalis* Vdov., *T. aff. obtusa* Malach., *T. sp.*

Из брахиопод, на этом уровне, Л.В. Сергеевой определены: *Productus redesdalensis* M.-W., *Fusella pseudotrigonalis* (Sem.), *Neospirifer cf. nalivkini* (Bolch.), *Composita subquadrata* Hall, *Echinoconchus subelegans* (Thom.), *E. elegans* (M'Cooy), *Spirifer cf. kazachstanika* Sim., *Brachythyris cf. dichotomus* Litv., *Antiquatonia cf. hindi* (M.-W.), *Chonetes dalmanianus* Kon., *Neospirifer djenaicus* Litv., *N. aff. karagai* Litv., *N. sp.*, *Spirifer* sp., *Sinuatella sinuata* Kon.

В разрезе Кокдомбак Северный к верхнему комплексу в дальненской свите относится маркирующий горизонт органогенных известняков «d<sub>2</sub>» со следующим комплексом фауны: фораминиферы немногочисленные *Archaediscus* sp., *Paraarchaediscus ex gr. krestovnikovi* Raus., *A. cf. moelleri* Raus., *A. cf. elemicus* Marf., брахиоподы *Fusella cf. triangularis* (Martin.), *F. ex gr. pseudotrigonalis* (Sem.), *Martinia* ? sp. Выше горизонта «d<sub>2</sub>» в верхней части разреза определены брахиоподы *Composita* sp., пелециподы *Sanguinolites* sp. (ex gr. *S. calculus* Mir.).

Комплексы фауны фораминифер и брахиопод здесь малопредставительные, но по геологическому положению, между горизонтом с гигантопродуктами (C<sub>1S2</sub><sup>1</sup>) и горизонтом «d<sub>1</sub>» (C<sub>1V2</sub><sup>2</sup>) этот фрагмент разреза по возрасту соответствует раннесерпуховскому времени (C<sub>1S1</sub>). Возраст верхнего комплекса – ранний карбон ранний серпухов.

Таким образом дальненская свита на основании фауны фораминифер датируется нами как ранний карбон позднее визе – ранний серпухов.

5. В белеутинском горизонте В. Я. Жайминой [1, 2] выделено 3 зоны: *N. parvus* – *K. bykovaе*; *E. protvae* – *E. explicata*; *P. bogdanovkensis*. По нашим наблюдениям, при ГДП-200, нижняя зона характеризует верхнюю часть дальненской свиты.

Белеутинская свита изучена нами наиболее детально. В задачу входило, на основе фораминифер, уточнение возраста нижней и верхней подсвиты и выяснение границ между визейским, ранне- и позднесерпуховским, башкирским ярусами и подъярусами. Белеутинская свита нами, вслед за Ю.А. Зайцевым [4], разделена на нижнюю и верхнюю подсвиты. Нижняя граница свиты проведена

по подошве пачки известняков с гигантопродуктусами. Нижняя граница верхнебелеутинской подсвиты проводится по подошве маркирующего горизонта «b<sub>3</sub>» с кораллами и верхняя граница свиты – по появлению красноцветных песчаников. Наиболее детально эти стратиграфические подразделения изучены на участке Кокдомбак: в разрезах Кокдомбак Северный – нижняя подсвита и Кокдомбак Южный – верхняя подсвита. В разрезе Кокдомбак Северный комплекс фауны, непосредственно из основания белеутинской свиты, из пачки известняков с гигантопродуктусами представлен следующими фораминиферами *Eostaffellina* sp., *E. cf. protvae* Raus., *E. ex gr. protvae* Raus., *E. cf. paraprotvae* Raus., *Eostaffella* sp., *E. cf. postmosquensis* Kir., *Mediocris* sp., *Endothyra* sp., частые археодисциды: *Paraarchaediscus* sp., *P. ex gr. krestovnikovi* Raus., *Archaediscus* sp., *A. ex gr. convexus* Grozd. et Lebed., *A. cf. moelleri* Raus., *A. cf. vischerensis* Grozd. et Leb. (единичные), *Asteroarchaediscus* sp., *Neoarchaediscus* sp., *N. cf. postrugosus* Reitl., *N. cf. subbaschkiricus* Reitl., *N. ex gr. latispiralis* Grozd. et Lebed., *N. cf. gregorii* Dain, *Globivalvulina* sp., *Tetrataxis* sp., *T. cf. media* Vissa., *T. cf. submedia* Brazhn., *T. cf. paraminima* Viss., *Ammovertella* sp. Что соответствует зоне *E. paraprotvae* (возраст C<sub>1</sub>S<sub>2</sub><sup>1</sup>).

Там же определены брахиоподы: *Orthotetes* sp., *Echinoconchus cf. subelegans* (Thom.), *Latiproductus* sp., *L. ex gr. rectestrius* (Grob.), *L. ex gr. latissimus* (Sow.), *Productus* s.l., *P. ex gr. elegans* N. et P., *Pugilis* sp., *Inflatia* ? sp., *Sinuatella* ex gr. *sinuata* (Kon.), *Fusella* ex gr. *pseudotrigonalis* (Sem.), *Neospirifer* sp., *Phrycodothyris* aff. *lineata* Mart.; пелециподы: *Allorisma* ex gr. *sulcata* (Phill.), *Sanguinolites* ex gr. *calculus* Mir. Мшанки: *Fenestellida*; наутилиды (наутилоидные цефалоподы) *Bistrialites* sp. (возраст C<sub>1</sub>S<sub>1</sub><sup>2</sup>).

Несколько выше по разрезу наблюдаются органогенно-обломочные глинистые известняки с мелкими остатками флоры: *Palmatopteris cf. furcata* (Brongn.) H. Pot. и фораминиферами: *Paraarchaediscus* sp., *P. ex gr. krestovnikovi* Raus., *Archaediscus* sp., *A. cf. moelleri* Raus., *A. ex gr. moelleri* Raus., *Mediocris* sp., *Endothyra* sp., *Eostaffella* sp., *Tetrataxis* sp., *T. cf. media* Vis., *T. ex gr. planolocula* Lee et Chen, *T. cf. dzhekazganicus* Vdov., *Ammovertella* sp. На уровне маркирующего горизонта «b<sub>2</sub>» (в верхней части нижней подсвиты) нами определен следующий комплекс фораминифер. Здесь к комплексу из слоя с флорой еще добавляются: *Archaediscus cf. paulus* Marf., *Tchuisodiscus* sp., *Asteroarchaediscus cf. brevis* Marf., *Eotuberitina reitlingerae* M-Maclay и водоросли: фрагменты *Koninckopora* sp.

Верхняя подсвита детально изучена (рисунок 1, разрезы 4, 5, 2) на участках Кокдомбак (разрез Кокдомбак Южный) и Талдыбулак, а также в разрезе развалин зим. Адай. Литологический состав подсвит представлен преимущественно песчаниками с маломощными прослоями черных пелитоморфных известняков, реже детритовых известняков. В верхах подсвиты наблюдается пачка черных алевро-аргиллитов.

Известняки содержат редкие и немногочисленные фораминиферы, которые характеризуют возраст как серпуховский – башкирский ярусы. Наиболее представительный комплекс фауны выявлен в разрезе Кокдомбак Южный, он определяет возраст свиты как серпуховский-башкирский ярусы. Фораминиферы немногочисленные: *Archaediscus* sp., *A. cf. vischerensis* Grozd. et Leb., *Asteroarchaediscus* sp., *Neoarchaediscus* sp., *N. cf. latispiralis* Grozd. et Leb., *Tetrataxis* ex gr. *planolocula* Lee et Chen, *Eostaffella* sp., *Endothyra* sp. (фрагменты), обрывки неопределимых водорослей. Макрофауна представлена фрагментами раковин брахиопод, пелециподами, криноидеями, мшанками, остракодами. Из брахиопод определены: *Orthotetes* ex gr. *hindi* (Thomas), *Rugosochonetes* sp., *Echinoconchus* sp. (ex gr. *E. punctatus* (Martin.)), *Fluctuaria* sp. (ex gr. *F. mira* Litv.), *Pugilis* sp., *Composita* sp.; из пелеципод: – *Schizodus* (?) sp. По брахиоподам – возраст серпуховский (раннесерпуховский).

На участке Талдыбулак несколькими скважинами вскрыта верхняя часть верхнебелеутинской подсвиты. Пробы на микрофауну отбирались из известняков и известковистых алевролитов. Фораминиферы единичны: *Tetrataxis* sp., *Ammovertella* sp. – возраст не древнее позднего визе (C<sub>1</sub>V<sub>2</sub><sup>2</sup> и моложе). Из макрофауны наблюдаются многочисленные мшанки, мелкие угнетенные брахиоподы, пелециподы, гастроподы, остракоды. Определены: брахиоподы *Composita* ? sp.; пелециподы – *Sanguinolites* ? sp.; гастроподы *Naticopsis* sp. (ex gr. *N. phillipsii* Mc Coy); мшанки: *Fenestellida*; *Tabulipora incrustans* Nekh., *Rectifenestella* sp., *Flexifenestella* sp., *Rhabdomeson* sp. Возраст по макрофауне – позднесерпуховский подъярус – башкирский ярус. В алевролитах наблюдаются частые обугленные растительные остатки, определены семена: *Angarocarpus cf. ungensis* (Zal.) Radcz., *Samaropsis cf. fluitans* (Daws.) Weiss. emend Zeil.; (возраст – ранний башкир, зона *Homoceras*).



В разрезе развалин зим. Адай комплекс фораминифер следующий: *Eotuberitina reitlingerae* M.-Mac. (частые), *Asteroarchaediscus* sp., *A. brevis* Marf., *A. cf. pustulus* (Grozd. et Leb.), *Neoarchaediscus* sp., *Archaediscus* sp., *A. convexus* Grozd. et Leb., *Ammovertella* sp. (фрагменты), *Dzhamansorina* sp., *D. cf. minima* (Vdov.) (многочисленные), *Earlandia elegans* (Raus. et Reitl.), *Mediocris* sp., *Eostafella* sp. (фрагменты), *Pseudoglomospira* sp.; (возраст – поздний серпухов, первая половина).

Таким образом, возраст верхней подсвиты белеутинской свиты, охарактеризован на 3 участках не очень представительным комплексом фораминифер возраст, по которым определяется как серпуховский или позднесерпуховский, но не противоречит и раннебашкирскому.

В.Я. Жайминой\* (2005) в разрезе Шаткара II (рисунок 1, Ж2) выделена в верхней части белеутинской свиты зона *P. bogdanovkensis*.

Комплекс фораминифер здесь представлен: *Omphalotis* sp., *Eostaffellina* ? sp., *Archaediscus* aff. *donetianus* Sosn., *A. cf. embolicus* Schlyk., *A. sp.*, *Neoarchaediscus* cf. *incertus* Grozd. et Leb., *N. cf. rugosus* Raus., *N. cf. gregorii* Dain, *N. sp.*, *Tetrataxis* aff. *sussaica* Malach., *T. sp.* Брахиоподы представлены (Сергеева, Жаймина\*, 2005): *Ombonia* cf. *grandis* Sok., *Echinaria* cf. *rarus* Nas., *E. sp.*, *Dictyoclostus* cf. *primus* Semich., *Productus* sp., *Karavankina* sp. Зоны по брахиоподам не выделены.

К югу от площади работ, на левобережье р. Каракенгир, В.Я. Жайминой (2008) выявлен более богатый и представительный комплекс фораминифер, в котором присутствует и зональный вид *Plectostaffella bogdanovkensis* Reitl.

Таким образом, возраст белеутинской свиты, принят нами как ранний карбон поздний серпухов – средний карбон ранний башкир. Нижняя граница белеутинской свиты, завышена по отношению к белеутинскому горизонту.

Из всего изложенного следует сделать вывод: свиты можно называть одноименно с горизонтами только в тех структурно-формационных зонах (или структурах), где они выделены. На других участках им следует давать новые названия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ергалиев Г.К., Жаймина В.Я., Сергеева Л.В. и др. Атлас опорных стратиграфических разрезов фанерозоя Казахстана. – Алматы, 2008. – С. 119-146.
- 2 Жаймина В.Я. Биостратиграфические исследования в Жезказганском регионе // Изв. НАН РК. Сер. геол. – 2007. – № 3. – С. 4-27.
- 3 Зайцев Ю.А. и др. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, лист М-42-XXXII, объяснительная записка. – М.: Госгеолтехиздат, 1959.
- 4 Зайцев Ю.А. (редактор) Геология и полезные ископаемые Джезказганского рудного района. – М.: Недра, 1975.
- 5 Литвинович Н.В., Аксенова Г.Г., Разина Т.Т. Стратиграфия и литология отложений нижнего карбона западной части Центрального Казахстана. – М.: Недра, 1969.
- 6 Литвинович Н.В. и др. О возрасте белеутинского горизонта (нижний карбон) Ц. Казахстана // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 1985. – Т. 60, вып. 3.
- 7 Марфенкова М.М. Зональное расчленение отложений белеутинского горизонта Ц. Казахстана по фораминиферам // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1986. – № 3. – С. 29-35.
- 8 Марфенкова М.М. Зональная стратиграфия среднего карбона Казахстана по фораминиферам // Геология Казахстана. – 2002. – № 5. – С. 20-33.
- 9 Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – Вып. 34. – ВСЕГЕИ, 2003.
- 10 Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – Вып. 38. – ВСЕГЕИ, 2008.
- 11 Сергеева Л.В. Естественные рубежи в каменноугольных отложениях Казахстана и их значение для региональной и межрегиональной корреляции // Изв. НАН РК. Сер. геол. – 2004. – № 3-4. – С. 36-47.
- 12 Сергеева Л.В. Визейский ярус северного крыла Жезказганской впадины // Геология и охрана недр. – 2005. – № 1. – С. 25-31.
- 13 Филатова Г.В., Гранкин М.С. Проблемы ярусного и зонального расчленения нижнекаменноугольных отложений Центрального Казахстана и их корреляция с разновозрастными осадками Восточной Европы // Материалы совещания: «Состояние, перспективы и задачи стратиграфии Казахстана». – Алматы, 2002. – С. 140-142.
- 14 Филатова Г.В., Иванова Е.Н. Ранне-среднекаменноугольные фораминиферовые комплексы северной части Жезказганской впадины // Геология и охрана недр. – 2005. – № 1. – С. 19-25.

#### REFERENCES

- 1 Ergaliev G.K., Zhajmina V.Ja., Sergeeva L.V. i dr. Atlas opornyh stratigraficheskikh razrezov fanerozoja Kazahstana. Almaty, 2008. S. 119-146.

- 2 Zhajmina V.Ja. Biostratigraficheskie issledovanija v Zhezkazganskom regione. *Izv. NAN RK. Ser. geol.* 2007. № 3. S. 4-27.
- 3 Zajcev Ju.A. i dr. Geologicheskaja karta SSSR masshtaba 1:200 000, list M-42-XXXII, ob#jasnitel'naja zapiska. M.: Gosgeoltehzdat, 1959.
- 4 Zajcev Ju.A. (redaktor) Geologija i poleznye iskopaemye Dzhezkazganskogo rudnogo rajona. M.: Nedra, 1975.
- 5 Litvinovich N.V., Aksenova G.G., Razina T.T. Stratigrafija i litologija otlozhenij nizhnego karbona zapadnoj chasti Central'nogo Kazahstana. M.: Nedra, 1969.
- 6 Litvinovich N.V. i dr. O vozraste beleutinskogo gorizonta (nizhnij karbon) C. Kazahstana. *Bjull. MOIP. Otd. geol.* 1985. T. 60, vyp. 3.
- 7 Marfenkova M.M. Zonal'noe raschlenenie otlozhenij beleutinskogo gorizonta C. Kazahstana po foraminiferam. *Izv. AN KazSSR. Ser. geol.* 1986. № 3. S. 29-35.
- 8 Marfenkova M.M. Zonal'naja stratigrafija srednego karbona Kazahstana po foraminiferam. *Geologija Kazahstana.* 2002. № 5. S. 20-33.
- 9 Postanovlenija Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postojannyh komissij. Vyp. 34. VSEGEI, 2003.
- 10 Postanovlenija Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postojannyh komissij. Vyp. 38. VSEGEI, 2008.
- 11 Sergeeva L.V. Estestvennye rubezhi v kamennougol'nyh otlozhenijah Kazahstana i ih znachenie dlja regional'noj i mezhtregional'noj korrekcii. *Izv. NAN RK. Ser. geol.* 2004. № 3-4. S. 36-47.
- 12 Sergeeva L.V. Vizejskij jarus severnogo kryla Zhezkazganskoj vpadiny. *Geologija i ohrana neдр.* 2005. № 1. S. 25-31.
- 13 Filatova G.V., Grankin M.S. Problemy jarusnogo i zonal'nogo raschlenenija nizhnekamennougol'nyh otlozhenij Central'nogo Kazahstana i ih korrekcija s odnozrastnymi osadkami Vostochnoj Evropy. *Materialy soveshhanija: «Sostojanie, perspektivy i zadachi stratigrafii Kazahstana».* Almaty, 2002. S. 140-142.
- 14 Filatova G.V., Ivanova E.N. Ranne-srednekamennougol'nye foraminiferovye komplekсы severnoj chasti Zhezkazganskoj vpadiny. *Geologija i ohrana neдр.* 2005. № 1. C. 19-25.

### Резюме

*Н. М. Грідина<sup>1</sup>, Г. В. Филатова<sup>2</sup>, З. А. Климахина<sup>3</sup>, А. П. Иверская<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>«Центргеолсьемка» ЖШС, Қарағанды қ.,

<sup>2</sup>«Масальский ГОК»,

<sup>3</sup>«Азимут энерджи сервисез» ААҚ)

### ЖЕЗҚАЗҒАН ОЙПАТЫНЫҢ СОЛТҮСТІГІНДЕГІ ЕСІЛДІК, ЯГОВКИНДІК, ДАЛЬНЕНДІК ЖӘНЕ БЕЛЕУІТТІК СВИТАЛАРДЫҢ ТАСКӨМІР ЖҮЙЕСІНІҢ ЖАСЫ ТУРАЛЫ

Төменгі және жоғарғы белеуіттік свита бөлігінің, сондай-ақ есілдік, яговкиндік, дальнендік свиталардың палеонтологиялық және палеофлористикалық сипаттамалары бойынша жаңа мәліметтер келтірілген.

**Тірек сөздер:** таскөмір жүйесі, көкжиек, свита, есілдік, яговкиндік, дальнендік, белеуіттік, қатпарлы кималар, фауна, флора, фораминиферлер, брахиоподтар, шекара, Жезқазған ойпаты.

### Summary

*N. M. Gridina<sup>1</sup>, G. V. Filatova<sup>2</sup>, Z. A. Klimahina<sup>3</sup>, A. P. Iverskaya<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>LLP «Centergeolsemka», Karaganda,

<sup>2</sup>«Masalsky MPP»,

<sup>3</sup>JSC «Azimut Energy Services»)

### ON THE AGE OF THE ISHIM, YAGOVKIN, DAL'NEN AND BELEUTIN SUITES OF THE CARBONIFEROUS SYSTEM IN NORTHERN ZHEZKAZGAN DEPRESSION

New data from the paleontological and paleofloristic characteristics of lower and upper beleutin subsuites and ishim, yagovkin, dal'nen suites are given.

**Keywords:** carboniferous system, horizon, suite, Ishim, yagovkin, dal'nen, beleutin, layered sections, fauna, flora, foraminifera, brahiopady, border, Zhezkazghan depression.

*Поступила 10.009.2014 г.*

В. Г. СТЕПАНЕЦ<sup>1</sup>, Р. М. АНТОНЮК<sup>2</sup>, Т. В. КРЯЖЕВА<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>RCMIR.COM, Rheinstr. 87, 26382. Wilhelmshaven, Germany, e-mail: wladimir@stepanez.de,

<sup>2</sup>ТОО «Центргеолсъёмка», г. Караганда, e-mail: zaocgs@mail.ru,

<sup>3</sup>КарГТУ, г. Караганда)

## ГЕОЛОГИЯ НИЖНЕГО КЕМБРИЯ И ОРДОВИКА МАЙКАИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

«Нет сложной стратиграфии,  
есть сложная тектоника».

А. В. АВДЕЕВ

**Аннотация.** Рассмотрена стратиграфия раннепалеозойских отложений Ангренсорской и Аккудукской структурно-формационных зон, участвующих в строении Майкаинского рудного узла. Выделенные лито-стратиграфические комплексы приведены в соответствие с современной Международной шкалой ордовикской системы.

**Ключевые слова:** кембрий, ордовик, континентальная окраина, месторождение Майкаин.

**Тірек сөздер:** кембрий, ордовик, континентальды шеткі аймақ, Майкайың кенорны.

**Keywords:** cambrian, ordovician, continental margin, deposit Maykain.

**Введение.** Месторождение Майкаин находится на северо-востоке Центрального Казахстана (рисунок 1, а) и было открыто в 1895 году русским геологом А.А. Краснопольским. В 1914–1919 годах в разведку месторождения было вовлечено английское акционерное общество известного предпринимателя Лесли Уркварта.

Систематическое изучение геологии месторождения Майкаин началось после установления советской власти на территории Казахстана [12].

Возраст и тектоническое положение осадочных и осадочно-вулканогенных комплексов Майкаинского рудного поля и его обрамления, начиная с 50-х годов прошлого столетия, были предметом острых дискуссий [3, 4, 1, 14, 24, 5, 6, 11, 22]. Впервые осадочно-вулканогенные разрезы Майкаинского рудного поля были описаны Л.С. Коржинским [12] и отнесены к ордовику. Впоследствии Р.А. Борукаев [4] сопоставил вулканиты, обнажающиеся к востоку от месторождения Майкаин, с разрезами кембрийской джангабульской свиты низов бощекульской серии.

Несколько позже Р.М. Антонюк [1, 17] разделил эти отложения на два литолого-стратиграфических комплекса: венд-нижнекембрийскую майкаинскую свиту, включающую базальты, прослоенные в верхах кремнистыми породами, где в резко подчиненном количестве встречаются лавы и туфы андезибазальтов, силлы и дайки кератофилов, диабазов, и раннекембрийскую преимущественно вулканогенную. По данным В.К. Заравняевой [17] последняя несогласно залегает на майкаинской свите и содержит линзы известняков с брахиоподами *Kutorgina cf. cingulata* (Billings), характерными, по заключению В.Ю. Горянского, для раннего кембрия. Следует особо отметить, что брахиоподы были найдены В.П. Коростиним в карьере месторождения Майкаин «В» [17]. Позднее Т.П. Таран указывал, что брахиоподы были обнаружены в комковатых известняках в составе баритовой жилы недалеко от тела кератофилов в том же карьере. Н.Я. Яценко [6], долгие годы изучавшая эти разрезы, рассматривала их как ксенолит, захваченный субвулканическим телом плагиигранитов.

В процессе проведения ГДП-50 [10] Н.Ф. Михайловой в карьере «В» месторождения Майкаин (рисунок 1, б(5)) в яшмах были обнаружены конодонты: *Periodon cf. aculeatus* (Handding), *Oistodus venustus* Stauffer, *Drepanodus* sp., определенные Т. А. Москаленко, как среднеордовикские [14]. Это дало основание М. П. Щербуняеву отнести толщу вулканитов майкаинской свиты к лланвируну, а залегающие выше кремнисто-вулканогенные отложения выделить в надмайкаинскую свиту среднего ордовика. С находками конодонтов раннекембрийские брахиоподы были проигнорированы на том основании, что вмещающие их отложения залегают структурно выше вулканитов майкаинской свиты.

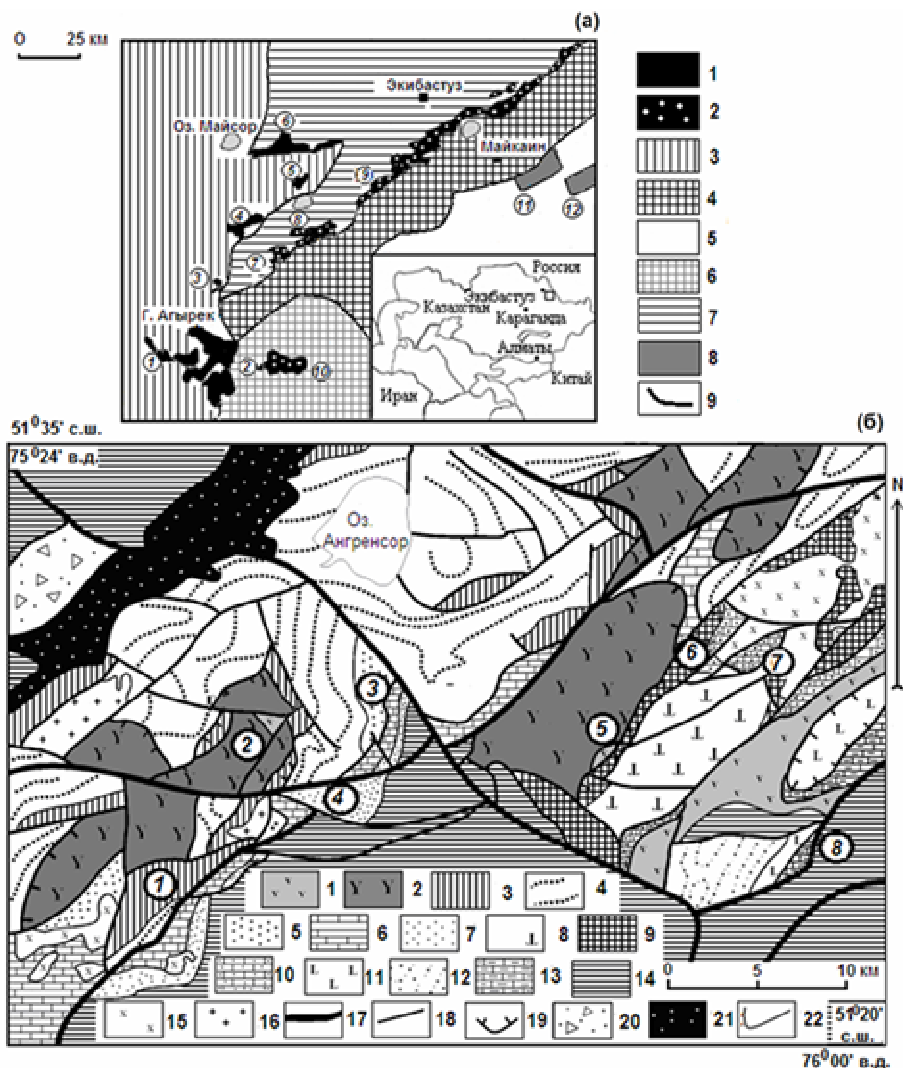


Рисунок 1, а – Схема тектонического районирования нижнепалеозойских отложений северо-востока Центрального Казахстана.

1 – офиолиты задуговых спрединговых бассейнов, 2 – офиолиты преддуговых бассейнов, 3-7 – структурно-формационные зоны: 3 – Шакшанская с флишоидно-молассовым типом разреза ( $O_2-S_1$ ), 4 – Ангренсорская с паравтохтонами вулканогенных комплексов ( $G_1-S_1$ ), 5 – Аккудукская ( $O_3$ ) с осадочно-вулканогенными террейнами ( $O_2$ ), 6 – Баянаул-Акшатауская ( $O_3-S_1$ ) с системой паравтохтонов преддуговых офиолитов, 7 – Кендыктынская ( $O_{1-2}$ ), 8 – осадочно-вулканогенные террейны, 9 – границы тектонических покровов.

Цифрами в кружках обозначены покровы. 1-6 – Агырек-Арсаланской аккреционной призмы: 1 – Агырек-Косгомбайский, 2 – Толпаковский, 3 – Бурунчикинский 4 – Одакский, 5 – Кулбалдинский, 6 – Майсорский, 7-10 – Богембай-Ангренсорской аккреционной призмы: 7 – Жаман-Богембайский, 8 – Жаксы-Богембайский, 9 – Ангренсорский, 10 – Караулчекинский паравтохтон, 11 – Майкаинский террейн, 12 – Восточно-Майкаинский террейн.

**б** – Геологическая схема района месторождения Майкаин (координаты поселка Майкаин:

51027' с.ш. 75048' в.д.; координаты горы Жиланды: 51028' с.ш. 75035' в.д.).

1 – поселковская толща «зеленых туфов» ( $G_1$ ), 2-7 – Ангренсорская структурно-формационная зона: 2 – кураминская толща ( $O_{1-2}kt$ ), 3 – вулканогенно-кремнисто-терригенная баскайская толща ( $O_2bs$ ), 4 – толща граувакковых песчаников ( $O_2-O_3^1$ ), 5 – терригенная ангренсорская толща ( $O_3an$ ), 6 – керегетасские рифогенные известняки ( $O_3krg$ ), 7 – карбонатно-терригенные нерасчлененные отложения ( $O_3-S_1$ ). Майкаинский террейн, 8, 9 – майкаинская серия ( $O_2mk$ ): 8 – толща зеленых вулканитов ( $O_2$ ), 9 – толща бурых вулканитов ( $O_2da$ ), 10 – карбонатно-терригенная биикская ( $O_3bk$ ) свита с кораллами слоев с *Scleripora libera*. 11-13 – Восточно-Майкаинский террейн: 11 – толща вариолитовых базальтов ( $O_2$ ), 12 – толща граувакковых песчаников ( $O_{2,3}$ ), 13 – аккудукские рифогенные известняки ( $O_3$ ) с кораллами слоев с *Hologynchus giganteus*, 14 – нерасчлененные нижнедевонские-нижнекаменноугольные отложения, 15 – верхнесилурийские гранодиориты, 16 – среднедевонские сиениты, 17 – главные разломы, 18 – второстепенные разломы, 19 – надвиги и шарьяжи, 20 – верхнеордовикская олистострома, 21 – Ангренсорская серпентинитовая сатура, 22 – геологические границы.

Цифрами обозначены географические пункты: 1 – гряда Баскай, 2 – горы Жиланды, 3 – горы Керегетас, 4 – озеро Ушкулуц, 5 – поселок Майкаин (месторождение «В»), 6 – тригопункт 430.2, 7 – колодец Жериккудук, 8 – колодец Аккудук

Впоследствии М.П. Щебуняев [24] в своей диссертации предложил более детальную схему стратиграфического расчленения отложений Майкаинского рудного района. Из состава майкаинской свиты им были выделены, в стратиграфической последовательности, лавовая толща (тремадок – низы аренига) – собственно примитивные базальты, жериккудукская свита (арениг – лланвирн) – базальты, андезибазальты и их туфы, в верхах горизонты лланвирнских яшм, а из состава надмайкаинской свиты: поселковская свита (средний ордовик) – преимущественно «зеленые туфы», низы осадочно-вулканогенной толщи по В.К. Заравняевой, кураминская свита (средний ордовик) – риолиты, дациты, андезибазальты, базальты их туфы, реже яшмы и туффиты (см. таблицу).

Эволюция взглядов на геологическое строение Майкаинского рудного района.\*

Антонюк Р.М., 1981	Щебуняев М.П., 1983	Никитин И.Ф., 2002	Евсеев Р.Д., 2001	Степанец В.Г., Антонюк Р.М., Кряжева Т.В.		
				Ангренсорская зона	Майкаинский террейн	Восточно-Майкаинский террейн
Нерасчлененные отложения $\epsilon_1$	Кураминская $O_2$	Жериккудукская $O_2ln$	Кураминская $O_2lo$	Баяндырская $S_1$	Биикская $O_3$	Аккудукская $O_3$
	Поселковская $O_2$		Поселковская $O_2$	Керегетасская $O_3$ Ангренсорская $O_3$		Граувакковая с долеритами $O_{2-3}$
Майкаинская $V-\epsilon_1$	Жериккудукская $O_{1arg} - O_2ln$	Алпысская $O_{1arg}$	Верхнежериккудукская $O_2ln$	Граувакковая $O_{2-3}$ Баскайская $O_2$ Кураминская $O_{1-2}$	Майкаинская серия $O_2$	Вариолитовая $O_2$
	Лавовая $O_{1tre-arg}$	Базальтовая $O_{1tre}$	Нижнежериккудукская $O_{1-2}$	Поселковская $\epsilon_{10}$		

\*При описании истории геологической изученности Майкаинского рудного района была использована шкала геологического времени У. Б. Харленда и его коллег (У. Б. Харленд и др., 1985).

При обсуждении стратиграфии Майкаинского района на III Казахстанском стратиграфическом совещании в Алма-Ате (1986 г.) схема М.П. Щебуняева претерпела существенные изменения, было принято компромиссное решение, предложенное Н.К. Двойченко [18, 16]. Все вышеприведенные комплексы пород были объединены в майкаинскую серию, а в ее составе снизу вверх выделены толщи: немая базальтовая тремадокская, алпысская кремнисто-вулканогенная, известная только на месторождении Жиланды, с двумя комплексами аренигских конодонтов: нижний с *Oepikodus evae* (Lindström) и др., верхний с *Microzarkodina flabellum* (Lindström), *Periodon flabellum* (Lindström) и др., а на самом месторождении Майкаин – кремнисто-вулканогенная жериккудукская свита, содержащая лланвирнские конодонты *Oistodus venustus* Stauffer, *Periodon cf. aculeatus* (Hadding).

Позднее Н.М. Гридиной [21] в яшмах жериккудукской свиты, что обнажаются северо-восточнее месторождения Майкаин в районе высоты 430.2 (рисунок 1, б(б)), были обнаружены раннелланвирнские конодонты *Periodon aculeatus* Hadding, *P. flabellum* Lindström, *Paroistodus horridus* Barnes et Poplawski, *Protopanderodus* sp. В этих же яшмах Н.М. Гридиной была собрана, по заключению Р.Г. Теняковой, коллекция раннелланвирнских брахиопод. Эти находки еще раз поставили под сомнение раннекембрийский возраст брахиопод, обнаруженных ранне В.П. Коростинным в карьере месторождения «В».

В это же время Н. М. Гридиной юго-восточнее кол. Жериккудук (рисунок 1б(7)) в красно-бурых яшмах, залегающих в верхах разреза вариолитовых базальтов [21] (лавовая толща по М.П. Щебуняеву [24] и немая базальтовая по И. Ф. Никитину [18, 16]), были обнаружены раннелланвирнские конодонты *Paroistodus horridus* Barnes et Poplawski, *Periodon aculeatus* Hadding, *Spinodus spinatus* (Hadding).

Это дало основание В.Г. Степанцу [21] выделить толщу преимущественно вариолитовых базальтов, прослоенных в верхах силицитами, сменяющихся граувакками с редкими телами диабазов в Восточно-Майкаинский террейн, а кремнисто-вулканогенный разрез майкаинской серии (жериккудукская свита по Р.Д. Евсеенко [6] и М.П. Щербуняеву [24]) выделить в Майкаинский террейн [22].

В рамках проекта № 546 на вершине гряды Баскай (рисунок 1, б(1)), расположенной в 6 км юго-западнее месторождения Жиланды, в массивных красных яшмах вулканогенно-кремнисто-терригенной баскайской свиты В.Г. Степанцом были обнаружены, по заключению Н.М. Гридиной, раннелланвирнские конодонты *Paroistodus horridus* [21]. Позднее в аналогичных яшмах, вскрывающихся в карьере месторождения Жиланды (рисунок 1, б(2)), Н.М. Гридиной были найдены среднеордовикские конодонты *Periodon cf. aculeatus* Hadding [6].

Эти находки подтвердили предположение, высказанное ранее В.И. Жуковским (1980), об аналогии вулканогенно-кремнисто-терригенных фаций гряды Баскай и кремнисто-терригенных отложений, что обрамляют Жиландинское рудное поле (рисунок 1, б(2)). Находки среднеордовикских конодонтов дополняют ранее известные аренигские комплексы конодонтов из кремнисто-вулканогенной алпысской свиты Жиландинского рудного поля [16].

Нет единой точки зрения, как на возраст, так и на тектоническую позицию кремнисто-вулканогенной толщи района гор Жиланды.

Р.М. Антонюк [2, 17] рассматривал ее как тектонический покров, шарьированный на дислоцированные флишоидные отложения среднего ордовика.

В.И. Жуковский [10] на начальном этапе исследований выделял их в верхнеордовикский биикский кремнисто-вулканогенный комплекс, трансгрессивно налегающий на дислоцированные флишоидные отложения среднего ордовика с силицитами в основании. В последние годы он сопоставляет их с разрезами поселковской свиты района месторождения Майкаин [11].

Составители двухсоттысячной геологической карты М-43- IV [6], сопоставляют эти отложения с кураминской свиты, стратотип которой описан в пределах Майканского рудного поля [24], и рассматривают их как систему тектонических покровов, сопровождающихся верхнеордовикским хаотическим комплексом.

Авторы статьи относят кремнисто-вулканогенные образования месторождения Жиланды к кураминской свите [22], соглашаясь при этом с Н.К. Двойченко [5], что два комплекса аренигских конодонтов, обнаруженные в карьере месторождения Жиланды, могут характеризовать ее возраст. Пространственно-временная и тектоническая сопряженность отложений кураминской и баскайской свит дают основание рассматривать их как паравтохтонные образования, слагающие ядра антиклиналей.

Сравнительный петрогеохимический анализ вулканитов Майкаинского рудного района показал [22], что вулканогенно-осадочные толщи, содержащие раннелланвирнские конодонты, принадлежат различным магматическим сериям и отражают различные геодинамические обстановки их формирования.

Это дало основание предложить более детальное структурно-формационное районирование отложений Майкаинского рудного района (таблица). Ниже местные стратиграфические единицы будут приведены в соответствии с современной Международной стратиграфической шкалой ордовика (рисунок 2).

### Стратиграфия и вещественный состав

Породы **поселковской свиты** ( $G_1$ , толща «зеленых туфов») являются наиболее древними вулканогенными образованиями в структурах Майкаинского рудного района (рисунок 1). Толща «зеленых туфов» не является составной частью рудовмещающего островодужного комплекса, располагаясь в его основании, а характеризует преддуговую стадию развития островодужных систем с сиалическим типом коры. Толща «зеленых туфов» обнажается в центре Майкаинского рудного поля, ее выходы также известны в окрестности Восточно-Майкаинского террейна. Отдельные ее выходы обнажаются и в горах Жиланды, где они, по-видимому, слагают фундамент Ангрensorской структурно-формационной зоны.

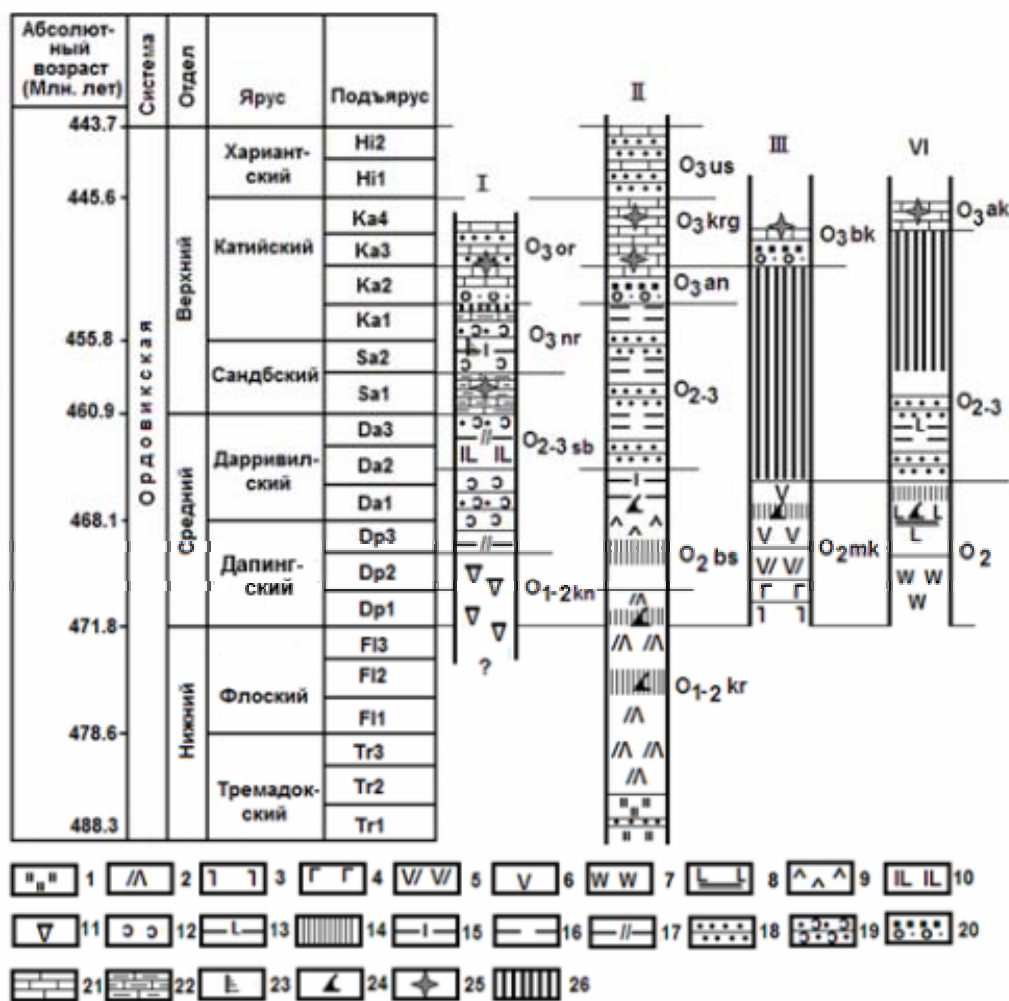


Рисунок 2 – Корреляция ордовикских отложений Майкаинского рудного района.

1 – игнимбриты, дациты, 2 – бурые трахибазальты, трахиандезибазальты и их туфы, 3 – зеленые high-Sr примитивные базальты, 4 – зеленые примитивные базальты, 5 – зеленые дифференцированные вулканиты, 6 – бурые дифференцированные вулканиты, 7 – зеленые примитивные вариолиты, 8 – зеленые дифференцированные вариолиты, 9 – адакиты, 10 – high-Mg андезиты и базальты, 11 – двупироксеновые базальты, андезибазальты и их туфы, 12 – туфы основного и среднего состава, 13 – силлы долеритов, 14 – силициты, яшмы, 15 – кремнистые алевролиты, 16 – алевролиты, 17 – кремнистые алевротуфиты, 18 – песчаники, 19 – туфопесчаники, 20 – конгломераты и гравелиты, 21 – рифогенные известняки, 22 – плитчатые известняки и известковистые песчаники, 23 – граптолиты, 24 – конодонты, 25 – кораллы и брахиоподы, 26 – стратиграфические и структурные несогласия, свиты: kn – кендыктинская, sb – сарыбидаикская, ng – нарульгенская, or – оройская, us – ушкулунская.

Структурно-формационные зоны: I – Кендыктинская, II – Ангрensorская, III, VI – террейны: III – Майкаинский, VI – Восточно-Майкаинский. Остальные условные обозначения см. на рисунке 1

В строении свиты принимают участие зеленоцветные гломеропорфировые, порфировые, афировые пироксен-плагиоклазовые базальты, андезибазальты, амфибол-плагиоклазовые андезиты, дациты и их кристаллокластические туфы, взрывные брекчии, лавобрекчии, тефроиды, туфопесчаники, известны обширные поля пропилитов и пропилитизированных порфиринов, крайне редко встречаются известковистые песчаники. По-видимому, с последними ассоциировали линзы известняков, в которых и были обнаружены В.П. Коростинным раннекембрийские брахиоподы.

Мощность толщи «зеленых туфов» достоверно не определена. В. И. Жуковский [11] оценивает ее мощность до 800 м, тогда как мощность разреза «зеленых туфов», описанного М.П. Щербуняевым [24] по материалам разведочного и структурного бурения, проведенного на месторождении «Майкаин-В», не превышает 200 м.

В нижней части сводного разреза мощностью до 120 м преобладают потоки (от 6 до 25 метров) зеленых пироксен-плагиоклазовых гломеропорфировых, порфировых, реже афировых миндале-

каменных базальтов, андезибазальтов, прослоенных (до 8 метров) зелеными, зелено-серыми кристаллолитокластическими мелкообломочными туфами среднего-основного состава с градационной текстурой, реже горизонтами (до 6 метров) мелкообломочных тефроидов и взрывных брекчий, брекчированных андезибазальтов. Верхняя часть разреза сложена преимущественно зелеными брекчиями, туфобрекчиями роговообманково-плагиоклазовых, роговообманковых полифировых андезитов, мощностью до 80 метров, которые замещаются по латерали переслаивающимися слоистыми туфопесчаниками, тефроидами и мелкообломочными туфами.

Примитивные базальты и базальтовые андезиты ( $MgO > 7.46\%$ ) поселковской толщи отвечают low-Ti ( $TiO_2 = 0.65\%$ )/Al ( $Al_2O_3 = 15.19\%$ ) породам, в которых  $Na_2O$  (3.23 %) преобладает над  $K_2O$  (1.17 %). Дифференцированные андезиты – low-Ti ( $TiO_2 < 0.61\%$ )/Fe ( $Fe_{общ} < 7.22\%$ )/high-Al ( $Al_2O_3 < 18.10\%$ ) породы с резким преобладанием  $Na_2O$  (<4.38 %) над  $K_2O$  (<1.61 %). Вулканы поселковской свиты по содержанию основных петрогенных компонентов однозначно идентифицируются как породы известково-щелочной серии. Высокий уровень щелочей, присутствие роговой обманки high-Al указывают на их сходство с комплексом пород преддуговых бассейнов фанерозойских вулканоплутонических поясов, детально описанных В.А. Ермаковым [8].

**Ангренсорская структурно-формационная зона.** В ее составе снизу вверх выделяются согласно залегающие и последовательно сменяющие друг друга: кураминская, баскайская, нерасчлененная терригенная, ангрensorская, керегетасская, ушкулунская и баяндырская свиты (рисунок 2 (II)).

**Кураминская свита** ( $O_{1-2}kr$ ) обнажается к западу и северо-западу от Майкаинского рудного поля, в горах Жиланды и юго-западнее оз. Курама (рисунок 1, б). Сложена свита (мощность не более 600 м) зеленовато-бурыми, вишнево-бурыми лито-, витрокристаллокластическими туфами, брекчиями и лавами андезитов, трахиандезитов, базальтовых трахиандезитов, трахибазальтов с горизонтами кремнистых туффитов и яшм, известны поля игнимбритов, дацитов с горизонтами конгломератов.

Для пород свиты характерно присутствие роговой обманки, биотита, магнетита, наличие большого количества субвулканических тел трахибазальтов, трахиандезитов, андезитов, трахитов, риолитов, лейкогранитов и плагиогранит-порфириров.

Учитывая резкую фациальную изменчивость пород кураминской свиты, выделяется два типа разрезов.

Один тип разреза описан в районе Майкаинского рудного поля, где снизу вверх залегают (мощность в метрах):

**Пачка I. 0–30 м.** Табачно-зеленые мелкообломочные туфы кварц-плагиоклазовых липарито-дацитов с обломками бурых андезитов, дацитов и флюидальных игнимбритов, размер обломков до 10 см, количество обломков в породе достигает 20 %.

**Пачка II. 30–130 м.** Серо-зеленые, вишнево-бурые или пятнистые туфы смешанного состава. В обломках преобладают миндалекаменные плагиоклазовые андезиты, трахиандезиты, обломки угловатые и полуугловатые лапиллиевой размерности, цемент витрокристаллокластический среднего или умеренно кислого состава. Туфы прослоены горизонтами (до 2 м) серовато-зеленых тонко-слоистых алевропесчаников и кремнистых алевролитов.

**Пачка III. 130–280 м.** Вишнево-бурые крупнообломочные туфы базальтов, трахиандези-базальтов и алевритовой размерности витрокристаллокластических туфов андезибазальтов.

**Пачка IV. 280–350 м.**

1. Пятнистые (зеленовато-серые с пятнами вишнево-бурого цвета) литовитрокластические туфы среднего или умеренно кислого состав с обломками андезитовых и андезибазальтовых плагиопорфириров, среди них встречаются горизонты мелкообломочных туфов основного состава. В обломках преобладают полифировые магнетит-роговообманково-плагиоклазовые андезиты со стекловато-микролитовой, апогиалопилитовой и пилотакситовой структурами основной массы. Реже встречаются обломки афировых трахибазальтов, роговообманково-плагиоклазовых дацитов. В верхах пачки встречаются лавы биотит-кварцево-плагиоклазовых андезидацитов с гломеропорфировой структурой – 40 м.

2. Серовато-бурые мелкообломочные литокластические туфы среднего или умеренно кислого состава с разнородными аллотигенными обломками андезибазальтов и яшм – 30 м.



**Пачка V. 350–360 м.** Красноцветные радиоляриты и яшмы.

В северной части блока характер строения толщи несколько иной, здесь преобладают лавы и лавобрекчии дацитов и андезидацитов.

Основание разреза, мощностью до 28 м, сложено мелкогалечными вулканомиктовыми конгломератами, переслаивающимися с лавобрекчиями дацитов. Выше залегает толща (до 100 м) лавобрекчий и лав афировых миндалекаменных дацитов и андезидацитов.

Породы кураминской свиты слагают ядра запрокинутых антиклиналей, образующих паравтохтоны, надвинутые на дислоцированные ордовикские флишоидно-молассовые отложения (рисунок 16).

Нижняя граница свиты условно проводится по основанию тремадокского яруса нижнего ордовика (рисунок 2 (II)). Возраст верхней части разреза кураминской формации определен как ранний и средний ордовик на основании находок конодонтов *Oepikodus evae* (Lindström) флоского яруса и *Microzarkodina flabellum* (Lindström), *Periodon flabellum* (Lindström.) дапингского яруса в массивных красноцветных радиоляритах карьера месторождения Жиланды [16], аналогичных тем, что обнажаются на Красной горке в районе месторождения Майкаин. Н. М. Гридиной там же обнаружены редкие конодонты плохой сохранности *Periodon cf. aculeatus* Hadding.

Кислые вулканы кураминской свиты характеризуются резким преобладанием  $K_2O$  над  $Na_2O$  соответственно  $<6.2 \%, > 0.51 \%$  и подразделяются на кварц-нормативные low-Al ( $Al_2O_3 > 11.65 \%$ ) и кварц-нормативные глиноземистые ( $Al_2O_3 < 13.85\%$ ) с нормативным корундом разновидности. Особую группу образуют ultra-K ( $<9.84 \%$ ), low-Ti ( $TiO_2 < 0.45 \%$ ) кварц-нормативные трахиты с нормативным корундом. Low-Ti ( $<0.85 \%$ ), основные и средние вулканы подразделяются на две группы дифференцированных пород. Первая группа представлена кварц-нормативными high-P ( $P_2O_5 = 1.47-0.79 \%$ ), high-Al ( $Al_2O_3 < 20.8 \%$ ) с нормативным корундом базальтовыми андезитами, трахибазальтами и базальтовыми трахиандезитами, содержащими  $Na_2O$  (3.71-2.1 %),  $K_2O$  (2.66-4.22 %). Вторая группа представлена нефелин-нормативными базальтовыми трахиандезитами и трахиандезитами с нормативным оливином, они также обогащены  $P_2O_5$  (1.80-0.88 %),  $Na_2O$  ( $<5.22 \%$ ),  $K_2O$  ( $> 2.84 \%$ ).

Высокие концентрации K, P, Al, присутствие большого количества роговой обманки, биотита и модалного магнетита, антидромная последовательность магматизма кураминской формации сближают её с породами субщелочной серии континентальных рифтов или окраинно-континентальных бассейнов с сиалическим типом коры.

*Баскайская свита* ( $O_2bs$ ) имеет ограниченное распространение, ее вулканогенно-кремнисто-терригенные отложения вскрываются в районе гор Баскай, Жиланды, юго-восточнее и восточнее оз. Ангренсор, где они слагает крылья антиклиналей, ядра которых сложены вулканидами кураминской свиты.

Стратотип баскайской свиты описан В. Г. Степанцом (1985) в профиле гряды Баскай, где снизу вверх залегают (истинная мощность в метрах):

**Пачка I. 0.0–55 м.** Тонкополосчатые, массивные красные яшмы и радиоляриты прослоенные пестроокрашенными кремнистыми аргиллитами, алевролитами, реже песчаниками. В верхах пачки в массивных яшмах редкие конодонты *Paroistodus horridus* основания дарривилского яруса среднего ордовика.

В аналогичных яшмах, юго-восточнее оз. Ангренсор, известны раннедарривилские конодонты *Paroistodus horridus* (Barnes et Poplawski), однако северо-западной оз. Ангренсор Н.М. Гридиной собран более богатый комплекс конодонтов *Paroistodus horridus* (Barnes et Poplawski), *Periodon aculeatus* Hadding, *Oepikodus communis* (Ethington et Clark), *Paracordylodus* sp., *Paroistodus* sp. [21]. В яшмах карьера месторождения Жиланды, известны среднеордовикские конодонты *Periodon cf. aculeatus* Hadding [6].

**Пачка II. 55.0–120 м.** Выше согласно наслаиваются серые, зеленовато-серые разноместные песчаники, алевропесчаники, алевролиты, кремнистые алевролиты, бирюзовые силициты, радиоляриты, в верхах с маломощными лавами высокостроениевых андезитов и адацитов. В светло-зеленых радиоляритах конодонты *Paroistodus horridus* (Barnes et Poplawski) [21].

Общая мощность баскайской свиты не превышает 120 м.

Разрезы вулканогенно-кремнисто-терригенной баскайской свиты согласно надстраиваются средне-верхнеордовикской нерасчлененной терригенной толщей.

Low-Y (10 г/т) /high-Mg (MgO = 4.06 %) андезиты обогащены Na<sub>2</sub>O (4.6 %), Sr (740 г/т), Nb (8.2 г/т) и характеризуются умеренными содержаниями Zr (84 г/т), Cr (90 г/т), Ni (30 г/т). Адакиты относительно low-Y/high-Mg андезитов обогащены Sr (<1700 г/т), Nb (<15 г/т), Zr (<180 г/т), обеднены Cr (56 г/т) и Ni (<23 г/т). Адакиты и low-Y/high-Mg андезиты по уровню накопления Sr, Y и их отношениям (рисунок 3) сопоставимы с таковыми породами, широко известными в переходных зонах континент-океан.

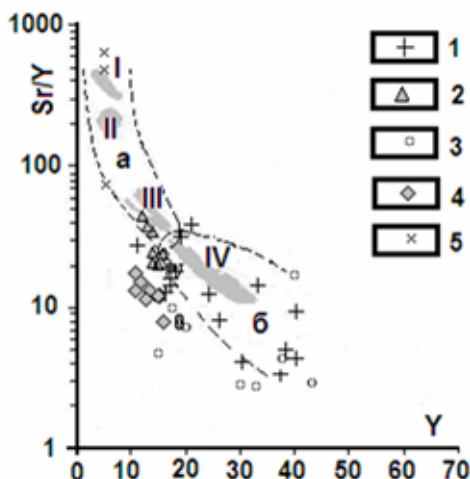


Рисунок 3 – Диаграммы Sr/Y-Y: Поля [30]: а – адакиты, б – дифференцированные вулканиты активной окраины континентов, 1 – базальты вариолитовой толщи, 2–4 – вулканиты майкаинской серии: 2 – PB, 3 – DV, 4 – high-Fe бурые вулканиты верхов разреза, 5 – low-Y/high-Mg андезиты и адакиты гряды Баскай. Серыми полями обозначены составы адакитов островов: I – Коок [33], II – Адак [39], III–IV – Андская вулканическая зона : III – северная [31], IV – южная [34]

*Нерасчлененная терригенная толща* (O<sub>2-3</sub>) слагает обширные поля в окрестности оз. Ангренсор (рисунок 1, б). Ранее ее фаунистически недатированные флишоидные разрезы относились к еркебидаикской свите [15, 16, 6], стратотипический разрез которой был описан в пределах северной части Шакшанской структурно-формационной зоны в районе урочищ Еркебидаик и Жарык [16].

В данном районе они также представлены зеленоцветными граувакковыми высокомагнитными шаровыми песчаниками и алевролитами с прослоями бирюзовых силицитов, вишневых яшм, гравелитов и конгломератов. Мощность более 1000 м.

Нижняя часть разреза терригенной толщи наиболее полно вскрывается юго-восточнее тригопункта Баскай, где она образует непрерывный разрез с отложениями баскайской свиты. Граница между этими свитами проводится по появлению первых горизонтов граувакковых песчаником с шаровой отдельностью.

Юго-восточнее тригопункта Баскай андезиты и туфы баскайской свиты согласно сменяются терригенной толщей (истинная мощность в метрах):

**Пачка I. 0,0–105 м.**

1. Переслаивание серых, темно-зеленых песчаников с шаровой отдельностью, алевропесчаников, кремнистых алевролитов, реже силицитов – 29 м.

2. Частое ритмичное переслаивание желтовато-зеленых кремнистых алевропесчаников, бирюзовых силицитов, вишневых яшм – 35 м.

3. Песчаники вулканомиктовые зеленовато-серые с шаровой отдельностью – 20 м.

4. Переслаивание слоистых алевропесчаников, яшм и силицитов – 10 м.

5. Песчаники светло-зеленые, переслаивающиеся с темно-вишневыми яшмами, зелеными силицитами, последние содержат конодонты плохой сохранности – 11 м.

**Пачка II. 105–131 м.** Вулканомиктовые песчаники зеленовато-серые с шаровой отдельностью. В верхах пачки горизонт (мощностью до 9 м) зеленых кремнистых алевролитов и алевропесчаников с редкими прослоями лиловых яшмовидных кремнистых алевролитов.

Средняя и верхняя части разреза наиболее полно описаны в профиле между горами Жиланды и Керегетас. Здесь на песчаниках с редкими прослоями лиловых яшмовидных кремнистых алевро-

литов, аналогичных таковым из пачки II разреза описанного юго-восточнее тр. Баскай залегают (истинная мощность в метрах):

**Пачка III. 0,0–57 м.** Конгломераты от средне-крупнозернистых до валунных, плохо сортированных с галькой яшм, известняков, андезитовых порфиритов и их туфов.

**Пачка IV. 57–257 м.** Переслаивание мелко- и тонкозернистых песчаников, алевролитов, яшмовидных кремнистых алевролитов. В верхах горизонт (мощностью до 9 м) темно-зеленых вулканомиктовых среднезернистых песчаников со скорлуповатой отдельностью. Далее, разрез сдвоен, повторяются пачки III-IV.

**Пачка V. 0,0–352 м.** Ритмичное переслаивание темно-зеленых, средне-мелкозернистых вулканомиктовых песчаников со скорлуповатой отдельностью и алевролитов со щепковидной отдельностью. Мощность ритмов от первых десятков сантиметров до первых метров.

**Пачка VI. 352–552 м.** Переслаивание зелено-серых гравелитов и мелкогалечных конгломератов с галькой бурых алевролитов, известняков, песчаников и андезитовых порфиритов, песчаников с редкими прослоями алевропесчаников.

Далее зона разлома. Многократное сдвигание разреза осложняет определение истинной мощности описанных выше отложений.

В темно-зеленых плитчатых песчаниках встречаются граптолиты еркебидаикского горизонта *Dicellograptus sextans*, *Climacograptus bicernis* (Hadding), *Orthograptus quadrimucronatus augustus* [10].

*Ангренсорская свита* (O<sub>3an</sub>) развита в одноименной зоне в районе оз. Карасор, Курама и гор Керегетас (рисунок 1, б(3)). Она согласно залегает на средне-верхнеордовикских нерасчлененных терригенных отложениях, образуя с ними единую флишоидную серию. Нижняя граница свиты в районе оз. Курама проводится по основанию горизонта известняков, содержащих фауну верхнего ордовика, низов дуланкаринского горизонта, слои с *Amsassia chaetoides* и *Agetolites mirabilis*, а в районе урочища Керегетас, озера Карасор – по основанию горизонта конгломератов и гравелитов олистостромового облика, содержащих также фауну низов верхнего ордовика. Верхняя граница свиты проводится по подошве горизонта известняков и известковистых песчаников керегетасской формации с фауной кораллов слоев *Catenipora libera* [21]. Мощность свиты изменяется от 186 до 680 м, увеличение мощности, как правило, связано с мощностью известняков.

*Керегетасская свита* (O<sub>3kr</sub>) представлена крупными массивами рифогенных известняков, слагающих горы Керегетас, Жуантобе и серию массивов восточнее гряды Баскай. Мощность известняков достигает 560 м. Все выходы керегетасских известняков в описываемом районе документированы табулятами слоев с *Catenipora libera* и *Holorhynchus giganteus*, детально изученные В.Е. Конином.

*Ушкулунская свита* (O<sub>3us</sub>). Описана в районе озера Ушкулун (рисунок 1, б(4)) и восточнее урочища Керегетас. Ее выходы повсеместно сопряжены с керегетасскими известняками, представлены зеленовато- и голубовато-серыми косослоистыми песчаниками, алевропесчаниками и алевролитами с редкими линзовидными прослоями известняков и туфопесчаников, охарактеризованы брахиоподами, трилобитами и граптолитами плохой сохранности. Мощность свиты составляет не более 220 м. Возраст свиты определяется в объеме хирнантского яруса верхов верхнего ордовика, поскольку ее отложения в районе гор Баяндыр согласно перекрываются нижнесилурийским пестроцветными терригенными отложениями баяндырской свиты нижнего силура [21].

*Майкаинский террейн* обнажается к востоку от месторождения Майкаин (рисунок 1, б(5)), его кремнисто-вулканогенные отложения объединены в *майкаинскую серию* (O<sub>2mk</sub>) среднего ордовика.

Здесь в основании разреза, подошва которого не обнажена, вскрывается некая толща зеленоцветных вулкаников (более 1000 м), где в нижней части локализуются базальты, а в верхней части обнажаются преимущественно породы кератофир-спилит-диабазового комплекса. Структурно выше без видимого несогласия вскрывается толща (100 м) бурых миндалекаменных, афировых высокожелезистых долеритов, андезибазальтов и андезитов, реже отмечаются туфы и субвулканические тела примитивных габбро-диабазов. Толща в верхах прослоена пластами силицитов, кремнистых алевролитов, туффитов и яшм. Последние, по Н. М. Гридиной [21], содержат комплекс раннедарривилских конодонтов, который определяет верхнюю возрастную границу майкаинской серии. Нижняя граница серии условно проводится по основанию дапингского яруса среднего ордовика (рисунок 2 (III)).

Сводный разрез серии описан восточнее месторождения Майкаин, где снизу вверх обнажаются (истинная мощность в метрах):

**Пачка I. 0.0–460 м.** Серо-зеленые плотные афировые базальты и плагиоклазовые олигофирные базальты, реже их лавобрекчии.

**Пачка II. 460–820 м.**

1. Чередование серых, серо-лиловых нередко комковатых вариолитовых базальтов, спилитов, диабазов, реже кератофинов. В верхах пачки преобладают миндалекаменные, массивные, реже брекчированные лейкобазальты – 57 м.

2. Завершает разрез пачки II горизонт, мощностью до 3 метров, серо-зеленых кремнистых алевролитов с маломощными прослоями мелкообломочных песчаников.

**Пачка III. 820–920 м.** Чередование серо-зеленых спилитов и диабазов с четкими корками закаливания.

**Пачка IV. 920–1000 м.** Лилово-серые пятнистые афировые миндалекаменные андезибазальты, андезиты, прослоенные двумя маломощными (2 м) горизонтами переслаивающихся зеленых силицитов, красно-бурых радиоляритов, алевролитов и красных яшм с конодонтами плохой сохранности.

**Пачка V. 1000–1033 м.** Переслаивание красных яшм, зеленых, светло-серых силицитов, кремнистых алевролитов, алевротуффитов. В верхах горизонт (3 м) яшм с конодонтами *Periodon aculeatus* Hadding, *P. flabellum* Lindström, *Paroistodus horridus* Barnes et Poplawski, *Protopanderodus* sp. и брахиоподами. Завершает разрез маркирующий горизонт (7 м) зеленовато-серых кремнистых туффитов и силицитов.

**Пачка VI. 1033–1037 м.** Переслаивание буровато-зеленых миндалекаменных спилитов и лилово-бурых афировых миндалекаменных базальтов.

Толща зеленоцветных вулканитов. Примитивные базальты (PB) кварц-нормативные породы high-Ca ( $\text{CaO} = 11.2-16.39\%$ ), low-K ( $\text{K}_2\text{O} < 0.14\%$ ), low-Ti ( $\text{TiO}_2 > 0.61\%$ ), med-Al ( $\text{Al}_2\text{O}_3 < 16.49\%$ ), обогащены Sr (300-550 г/т), Cr (190-440 г/т), Ni (66-170 г/т) и обеднены Y (12-16 г/т), Zr (50-72 г/т). Известны потоки med-Ti ( $\text{TiO}_2 = 1.31\%$ ) PB также с высокими концентрациями Sr (500 г/т). Вторая группа PB отвечает нефелин-нормативным породам med-Ti ( $\text{TiO}_2 > 1.08\%$ ), med-Al ( $\text{Al}_2\text{O}_3 < 15.78\%$ ), несколько обедненных Sr (170-180 г/т), Cr (110 г/т), Ni (50-54 г/т), Y (14-18 г/т). Значительно реже встречаются low-Mg ( $\text{MgO} = 2.61\%$ ) аномальные базальты с высокими Y (40 г/т), Sr (670 г/т), Cr (350 г/т) и Ni (78 г/т). Дифференцированные вулканиты (DV) high-Na ( $\text{Na}_2\text{O} = 3.95-6.4\%$ ) крайне обеднены Cr (10 г/т), Ni (<20 г/т), а также Sr (74-180 г/т) и несколько обогащены Ti ( $\text{TiO}_2 = 1.08-1.65\%$ ), но неоднородны по содержанию Y. Более Fe# и недосыщенные CaO (1.86-4.87%) кварц-нормативные породы с нормативным корундом отвечают high-Y (33-43 г/т) базальтовым андезитам и андезитам, а менее Fe# гиперстен-нормативные породы, несколько обогащенные CaO (5.08-7.93%), соответствуют low-Y (Y = 15-20 г/т) трахибазальтам и базальтовым трахиандезитам. Кератофиры с нормативным корундом обогащены Y (70 г/т), Zr (540 г/т), Nb (13 г/т), но обеднены Cr (10 г/т), Ni (<20 г/т), а Sr не превышает 47 г/т.

Толща бурых вулканитов. Это дифференцированные high-Na ( $\text{Na}_2\text{O} > 4.18\%$ ), low-Ti ( $\text{TiO}_2 < 0.92\%$ ), low-K ( $\text{K}_2\text{O} < 0.19\%$ ), high-Fe ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (8.22-14.78%) > FeO (1.11-2.43%)) трахибазальты и базальтовые трахиандезиты, недосыщенные Y (11-16 г/т), Zr (50-62 г/т), Sr (130-200 г/т), Cr (45-67 г/т), Ni (42-86 г/т). В трахибазальтах отмечается некоторое преобладание Ni (86 г/т) над Cr (63 г/т). Известны super-Na ( $\text{Na}_2\text{O} < 7.44\%$ ), med-K ( $\text{K}_2\text{O} < 0.54\%$ ), low-Mg ( $\text{MgO} < 2.57\%$ ) трахиандезиты также обеднены Y (16 г/т), Zr (66-88 г/т), Sr (190-210 г/т), Cr (40-58 г/т), Ni (18-42 г/т). Аномальные ( $\text{MgO} < 4.85\%$ ) габбро-диабазы high-Na ( $\text{Na}_2\text{O} > 5\%$ ), low-Ti ( $\text{TiO}_2 < 0.91\%$ ) характеризуются высокими Cr (230-340 г/т), Ni (86-110 г/т) и низкими содержаниями Y (11-13 г/т), Zr (70-80 г/т) и Sr (150-160 г/т).

Все вышеописанные вулканиты майкаинской серии несколько обогащены Nb (5.0-6.6 г/т) и содержат одинаковые концентрации  $\text{Li}_2\text{O}$  (0.0022%),  $\text{Rb}_2\text{O}$  (0.0011%). Одинаковый уровень Nb в вулканитах KCD, PB и DV свидетельствует, что они образовались из единого источника переходной мантии. Уровень концентраций Sr, Y, Nb, Zr и их отношения в high-Sr/low-Ti PB, DV и в KCD сближают их с вулканитами дивергентных зон континент-океан (рисунки 3, 4), фиксирующих последующее раскрытие окраинно-континентального бассейна с сиалическим типом коры.

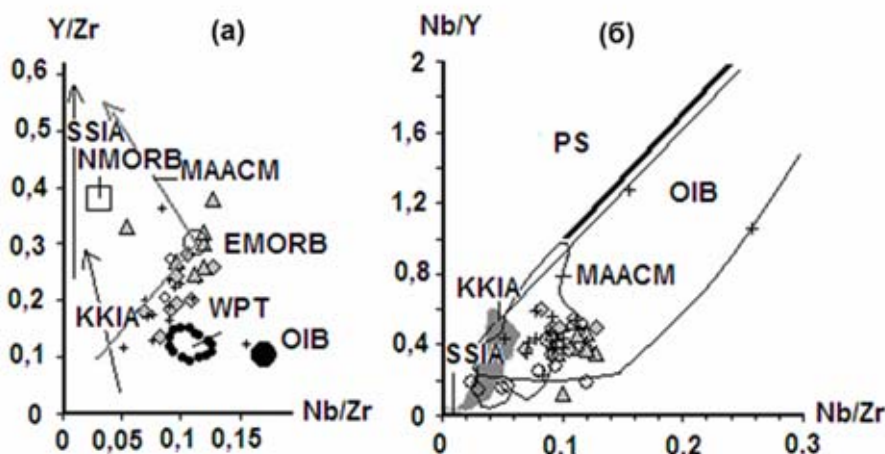


Рисунок 4 – Диаграммы отношений (а)  $Y/Zr-Nb/Zr$  и (б)  $Nb/Y-Nb/Zr$  [27]. SSIA – Южной Сандвичевой симатической островной дуги [35], KKIA – Курило-Камчатской сиалической островной дуги и WPT – базальты внутриплитного типа Курило-Камчатской сиалической островной дуги [28], MAACM – вулканиты Центральноамериканской активной континентальной окраины [25], OIB – базальты океанических островов, N-MORB – нормальные базальты срединно-океанических хребтов. Остальные условные обозначения см. рисунок 3

*Биикская свита* ( $O_3bk$ ) обнажается к северо-востоку и востоку от рудного поля месторождения Майкаин, где она с базальными конгломератами в основании несогласно налегает на разрезы Майкаинского террейна, а с вулканитами поселковской свиты имеет повсеместно тектонические контакты.

Биикская свита сложена конгломератами, песчаниками, известковистыми песчаниками и известняками, мощностью не более 100 м.

Ее стратотипический разрез южнее гор Биик описан В.И. Жуковским и В.Е. Конином (1980), где снизу вверх обнажаются (истинная мощность в метрах):

**Пачка I. 0.0–17.5 м.**

1. Бурые мелкогалечные базальные конгломераты. Состав гальки – бурые миндалекаменные афировые базальты, лиловые и зеленые андезиты и бурые яшмовидные породы – 2.5 м.

2. Зеленые плитчатые мелкозернистые песчаники – 2.5 м.

3. Бурые среднегалечные конгломераты, аналогичные базальным – 12.5 м.

**Пачка II. 17.5–62.0 м.**

4. Переслаивание зеленых мелкозернистых песчаников и серых, рыжевато-серых песчаных известняков с фауной табулятоморфных кораллов, строматопороидей, водорослей и брахиопод плохой сохранности – 2.5 м.

5. Известняки серые и темно-серые глинистые, пронизанные прожилками кальцита с многочисленной мелкой неопределенной фауной кораллов, водорослей, мшанок и криноидей – 6.0 м.

6. Зеленые тонкозернистые известковистые песчаники – 7.5 м.

7. Известняки органогенно-детритовые серые и темно-серые с многочисленными остатками табулят, детально изученные В.Е. Конином, слоев с *Catenipora libera* – 28.5 м.

**Восточно-Майкаинский террейн** образует отдельный тектонический блок, который обнажается к юго-востоку от колодца Жериккудук (рисунок 1, б(б)), где он сложен *кремнисто-базальтовой толщей* ( $O_2$ ). В ее составе преобладают вариолитовые миндалекаменные базальты, реже встречаются андезибазальты, андезиты, прослоенные в верхах маломощными горизонтами и линзами алевролитов, силицитов и яшм с раннедарривилскими конодонтами. Мощность толщи не более 500 м.

Наиболее представительный разрез толщи описан к юго-востоку от колодца Жериккудук, где снизу вверх обнажаются (истинная мощность в метрах):

**Пачка I. 0.0–93.0 м.**

1. Буро-серые, буроватые афировые, реже порфиоровые андезибазальты, андезиты неравномерно раскристаллизованные тонкозернистые – 60.0 м.

2. Зеленовато-серые андезибазальты неравномерно раскристаллизованные с просечками магнетита – 33.0 м.

**Пачка II. 93.0–243.0 м.**

3. Темно-зеленые, светло-серые афировые, реже порфировые миндалекаменные вариолитовые базальты. Вариоли заполняют весь объем породы и сложены дендритовыми агрегатами плагиоклаза и пироксена.

**Пачка III. 243.0–257.0 м.**

4. Переслаивание красно-бурых яшм с тонкими прослоями алевролитов, зеленоватых силициитов. В яшмах раннедарривилские конодонты *Paroistodus horridus* Barnes et Poplawski, *Periodon aculeatus* Hadding, *Spinodus spinatus* (Hadding).

**Пачка IV. 257.0–347.0 м.**

5. Базальты – буровато-зеленые массивные, в верхах пачки светло-серые афировые базальты.

Западнее колодца Аккудук предполагается постепенное наращивание кремнисто-базальтовой толщи разнозернистыми граувакковыми песчаниками, гравелитами и конгломератами, реже алевролитами, в верхах разреза известны единичные силлы долеритов.

Базальты и трахибазальты отвечают кварц-нормативным и нефелин-нормативным породам, которые подразделяются на high-Fe/Ti соответственно FeОбщ (<11.64 %), TiO<sub>2</sub> (> 2.0 %) и med-Ti (TiO<sub>2</sub> < 1.75 %), где последние преобладают. High-Fe/Ti PB, реже тефриты характеризуются высокими концентрациями Y (30-40 г/т), Zr (130-200 г/т), Nb (13-20 г/т), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (<0.46 %), непостоянным содержанием Sr (130-490 г/т) и соответствуют med-K (K<sub>2</sub>O > 0.84 %), high-Al (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 17.10-18.32 %) и дифференцированным high-Na (Na<sub>2</sub>O <5.86 %) трахибазальтам обедненным Cr (10 г/т), Ni (10 г/т). Примитивные med-Ti базальты и трахибазальты статистически менее FeОбщ (>7.33 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (>0.21 %), дифференцированы по натрию (Na<sub>2</sub>O <4.6%) до нефелин-нормативных high-Al (<18.35 %) пород.

Все породы толщи содержат относительно равные концентрации Li<sub>2</sub>O (0.0032-0.0075 %), Rb<sub>2</sub>O (0.0011-0.0027 %), Zr (66-140 г/т, 180 г/т) и резко фракционированы по Nb (6.6-20 г/т), Y (11-40 г/т) и Sr (130-820 г/т).

Высокий спектр Sr, Nb, Zr, Ti, P, Y и их отношения указывают, что они отвечают составам базальтов с внутриплитными геохимическими признаками, широко известных в кайнозойских дивергентных зонах континент/океан (рисунок 3, 4).

*Аккудукская свита* (O<sub>3</sub>ak) представлена известняками и обнажается в районе урочища Аккудук (рисунок 1, б(7)), где она несогласно налегает на отложения Восточно-Майкаинского террейна. Тогда как в районе колодца Жериккудук вулканиты Восточно-Майканского террейна шарьированы на аккудукские известняки. Мощность известняков не более 200 м. Все выходы известняков документированы остатками табулят слоев с *Holorhynchus giganteus*, детально изученные В.Е. Конином.

**Обсуждение и выводы.** Присутствие раннедарривилских конодонтов в яшмах верхов разреза вариолитовой толщи Восточно-Майкаинского террейна является неопровержимым доказательством их синхронного образования с бурыми вулканитами майкаинской серии. Это дает основание заключить, что эти вулканогенные комплексы не могли стратиграфически надстраивать друг друга, что постулировалось ранее [24, 11].

При этом важно отметить, что вулканиты обеих толщ принадлежат различным петрогеохимическим типам. Интересным представляется и тот факт, что их вулканиты на раннедарривилском стратиграфическом уровне обеднены Ni и Cr, что свидетельствует о вовлечении их магматических источников в область влияния стационарной зоны субдукции.

Наиболее проблематично в описанной выше стратиграфической схеме Майкаинского рудного района выглядит возраст рудовмещающих «зеленых туфов» поселковской свиты, впервые выделенной М.П. Щербуняевым [24] из состава раннекембрийских нерасчлененных осадочно-вулканогенных отложений [17].

Типизация магматических комплексов зон перехода континент-океан, выполненная В.А. Ермаковым [8], показала, что комплекс «зеленых туфов», залегающий в основании Курило-Камчатской палеоостровной дуги, не является их магматической составной частью. Такие комплексы широко распространены в составе сиалических преддуговых бассейнов фанерозойских вулканоплутонических поясов.

Исходя из принципа аналогии, было сделано предположение [22], что и в структурах рудных полей Жиланды и Майкаин толщи «зеленых туфов» являются более древними по отношению к рудоносной антидромной риолит-базальтовой кураминской свиты.

Обнаружение в Майкаинском рудном районе ордовикских вулканитов с нормативным корундом, а также высокостронциевых базальтов, андезитов и адацитов дает основание предполагать, что эти магматические комплексы формировались в структурах с сиалическим типом коры. Присутствие галенита [9], свинца ( $Pb = 0.38-1.39 \%$ ) и бария ( $Ba = 17.53-44-62 \%$ ) в рудах куроко месторождения Майкаин [22] генетически увязываются с магматическими процессами, протекающими при высокой степени участия материала континентальной коры, что исключает сопоставление толщ «зеленых туфов» с вулканитами энсиматических островодужных систем и тем более с океаническими комплексами, а чем настаивают авторы [9].

Такое понимание геодинамической природы толщи «зеленых туфов» дало основание авторам [22] вспомнить о раннекембрийских брахиоподах, найденных ранее в разрезе осадочно-вулканогенной толщи, описанной В.К. Заравняевой [17], которые после находок дарривилских конодонтов в яшмах майкаинской серии были проигнорированы.

Важно также отметить отсутствие пространственной и какой-либо генетической связи вулканитов майкаинской серии с золото-барит-полиметаллическим оруденением месторождения Майкаин и Жиланды. Их геодинамическая природа вследствие слабой геохимической изученности интерпретировалась ранее также неоднозначно.

Р.М. Антонюк [1], опираясь только на петрохимический состав базальтов майкаинской серии, относил их ко второму океаническому слою, а раннекембрийские нерасчлененные отложения (поселковская свита по М.П. Щебуняеву [24]), сопоставлял с вулканогенными комплексами энсиматических палеоостровных дуг. В общем, эта схема по отношению к поселковской и кураминской свит была принята и В.И. Жуковским [12]. Однако он считал, что островная дуга развивалась на базальтах энсиматического задугового спредингового бассейна, которые были представлены вулканитами вариолитовой толщи (Восточно-Майкаинский террейн по В.Г. Степанцу [22]).

Несостоятельность таких представлений стала очевидна после получения авторами [22] данных по элементам с высокочarged ионами (HFSE – Nb, Zr, Ti, P, Y), а также по некогерентным элементам (Ni, Cr, Co) одновозрастных вулканитов Майкаинского и Восточно-Майкаинского террейнов.

Вулканиты майкаинской серии отвечают различным петрогеохимическим сериям. В основании разреза широко распространены low-Ti/high-Sr примитивные базальты, центральная часть разреза сложена дифференцированными high-Ti/low-Sr вулканитами диабаз-спилит-кератофирового комплекса, завершают разрез дифференцированные low-Ti/Sr базальты и андезибазальты. Все вулканиты майкаинской серии по характеру распределения HFSE и их отношениям находят аналогию с вулканитами Центральноамериканской активной континентальной окраины, детально изученных М. Абротисом [25]. Важно отметить, что все вулканиты майкаинской серии существенно отличаются по этим параметрам (рисунок 4) от вулканитов Южной Сандвичевой энсиматической [35] и Курило-Камчатской энсиалической островных дуг [28].

High-Nb/Y и low-Y примитивные и дифференцированные вариолиты кремнисто-базальтовой толщи Восточно-Майкаинского террейна по содержанию HFSE [22] наиболее близки базальтам внутриплитного типа Курило-Камчатской сиалической островной дуги и задугового бассейна Лимон Центральноамериканской активной континентальной окраины, детально изученной М. Абротисом [25]. Важно отметить, что все вулканиты майкаинской серии существенно отличаются по этим параметрам (рис.4) от вулканитов Южной Сандвичевой энсиматической [35] и Курило-Камчатской энсиалической [28] островных дуг.

Высокий уровень глиноземистости кислых вулканитов кураминской свиты свидетельствует об их образовании за счет переплавления высокоглиноземистых пород континентальной коры. Они совместно с ultra-K трахитами отвечают вулканитам раннего цикла рифтогенеза, который непосредственно предшествовал раскрытию бассейна.

Продолжают этот цикл дифференцированные high-Al трахибазальты, базальтовые андезиты. По-видимому, оливин-нормативные базальтовые трахиандезиты и трахиандезиты завершают ранний цикл рифтогенеза. Высокие концентрации K, P, Al, присутствие большого количества роговой обманки, биотита и модалного магнетита, антидромная последовательность магматизма сближают

вулканыты кураминской свиты с породами субщелочной и щелочной серий континентальных рифтогенных структур или окраинно-континентальных бассейнов с сиалическим типом коры.

Петрогеохимическая специализация вулканогенных комплексов Майкаинского рудного района и их ассоциация с рудами типа куроко ставит вопрос об обоснованности их включения в состав Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайской [9] и тем более Бозшаколь-Шынгызской [11] палеоостровных дуг. Это противоречие очевидно и при сопоставлении ордовикских разрезов (рисунок 2) Майкаинского рудного района и Кендыктинского сегмента, Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайского вулканоплутонического пояса.

Не увязываются представления о включении этих комплексов в состав Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайского вулканоплутонического пояса и с результатами палеомагнитных исследований [23, 2, 13, 29, 26].

Средне-верхнеордовикские осадочно-вулканогенные отложения сарыбидаикской свиты имеют палеошироты от 3<sup>0</sup> с.ш. (Кендыктинский сегмент, [2]) до 12<sup>0</sup> ю.ш. (Шынгызский сегмент, [29]), что указывает на субмеридиональную ориентировку Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайского вулканоплутонического пояса, формирующегося в приэкваториальной области суперконтинента Гондвана. Аналогичную ориентировку имели и тектонически сопряженные (рисунок 1, а) с ними верхнеордовикские отложения Агырек-Арсаланской аккреционной призмы [9].

Тогда как палеомагнитные определения для среднеордовикских осадочно-вулканогенных отложений майкаинской серии указывают на более низкие палеошироты (15<sup>0</sup> ю.ш., [2]) их образования относительно одновозрастных отложений Кендыктинского сегмента Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайского вулканоплутонического пояса.

Палинспастические реконструкции не исключают, что таковой могла быть западная окраина приэкваториальной Гондваны [19], чему не противоречит палеогеографическое распространение нижнепалеозойской микрофауны и фауны Центрального Казахстана [36, 37].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антонюк Р.М., Ляпичев Г.Ф., Маркова Н.Г. и др. Структуры и эволюция земной коры Ц. Казахстана // Геотектоника. – 1977. – 5. – С. 71-82.
- 2 Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Степанец В.Г., Гранкин М.С., Мальченко Е.Г. Геодинамическая карта Казахстана. Серия Центрально-Казахстанская. Масштаб 1: 1 500 000. – Караганда: Фонды МТД «Центрказнедра», 1995. – 251 с.
- 3 Борукаев Р.А. Допалеозой и нижний палеозой северо-востока центрального Казахстана (Сары-Арка). – М.: Госгеолтехиздат, 1955. – 407 с.
- 4 Борукаев Р.А., Звонцов В.С. Государственная геологическая карта СССР. М.1:200 000. Объяснительная записка. ИГН КазССР. – ЮКУГ, 1958. – 333 с.
- 5 Двойченко Н.К., Абаимова Г.А. Конодонты и биостратиграфия вулканогенно-кремнистых толщ нижнего палеозоя Центрального Казахстана // Микрофауна и биостратиграфия фанерозоя Сибири и смежных регионов. – Новосибирск: Тр. ИГиГ СО АН СССР, 1986. – Вып. 65. – С. 160-178.
- 6 Евсеенко Р.Д., Магретова Л.И., Гридина Н.М., Якименко Р.Д. Государственная геологическая карта Республики Казахстан. Масштаб 1:200 000. М-43-IV (Экибастуз). – Караганда: Фонды МТД «Центрказнедра», 2001.
- 7 Еремин Н.И., Дергачев А.Л., Сергеева Н. Е, Позднякова Н.В. Типы колчеданных месторождений вулканических ассоциаций // Вестник ОГГГН РАН. – 1999. – № 4(10). [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/4-99/kolchedan.htm#begin](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/4-99/kolchedan.htm#begin)
- 8 Ермаков В.А. О соотношении вулканических и островных дуг и их месте среди структур переходной зоны // Вестник ОГГГГН РАН: Электр. науч.-инф. журнал. – 2001. – № 2(17).
- 9 Ермолов П.В., Жолтаев Г.Ж., Жаутиков Т.М. Геология и металлогения Казахстана с позиций современных научных концепций // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2011. – № 2. – С. 4-16.
- 10 Жуковский В.И., Степанец В.Г. Отчет по геологическому доизучению масштаба 1:50 000 территории листов М-43-20. ЦКПГО. ЦГПЭ. – Караганда: Фонды МТД «Центрказнедра», 1980. – 796 с.
- 11 Жуковский В.И., Магретова Л.И. Магматизм и оруденение Майкаинского сегмента Бозшаколь-Чингизской палеодуги (Центральный Казахстан) // «Вулканизм и геодинамика» мат-лы II Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2003. – С. 521-525.
- 12 Коржинский Д.С. Геология и петрология Экибастузского района, Казахская АССР // Труды Всесоюз. геол.-развед. Объединения. – Вып. 155. – М.; Л., 1932. – 71 с.
- 13 Куренков С.А., Диденко А.Н., Симонов В.А. Геодинамика палеоспрединга. – М.: ГЕОС, 2002. – 294 с.
- 14 Михайлова Н.Ф., Щербуняев М.П., Жуковский В.И., Москаленко Т.А. О находке среднеордовикских конодонтов на Майкаинском рудном поле (северо-восток Центрального Казахстана) // Изд. КазССР. Сер. геол. – 1981. – № 1. – С. 34-35.
- 15 Никитин И.Ф. Ордовик Казахстана. – Ч. 1. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1972.
- 16 Никитин И.Ф. Ордовикские кремнистые и кремнисто-базальтовые комплексы Казахстана // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43. – С. 512-527.



- 17 Объяснительная записка. Геологическая карта Казахской ССР. Масштаба 1: 500 000. Серия Центрально-Казахстанская. – Алма-Ата, 1981. – 324с.
- 18 Решение III Казахстанского стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою (Алма-Ата, 1986). – Ч. I. Докембрий и палеозой. – Алма-Ата, 1991. – С. 1-147.
- 19 Степанец В.Г. Офиолиты северо-востока Центрального Казахстана. – Нордерштедт: БОД, 2008. – 172 с.
- 20 Степанец В.Г. Петрология и геологическая позиция офиолитов Северо-Востока Ц. Казахстана: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Алма-Ата: ИГН АН РК, 1992. – 325 с.
- 21 Степанец В.Г., Гридина Н.М., Коник В.Е., Клиндер Б.Ш. Отчет по теме № 546 «Разработка схемы биостратиграфического расчленения нижнепалеозойских отложений Алкамерген-Жиландинского и Майкаин-Кызылтасского антиклинориев в связи с составлением опорной легенды ГПК-50». ЦКПГО. ЦГПЭ. – Караганда: Фонды МТД «Центрказнедра», 1991. – 150 с.
- 22 Степанец В.Г., Антонюк Р.М. Тектоническое положение и магматическая эволюция вулканитов Майкаинского района // Известия НАН РК. Серия геол. – 2009. – № 4(420). – С. 10-20.
- 23 Турманидзе Т.Л., Гришин Д.М., Печерский Д.М., Степанец В.Г. Палеомагнитная информация об ордовикских офиолитах из аллохтонных массивов Караулчеку, Толпак и Базарбай (Центр. Казахстан) // Геодинамика. – 1991. – № 4. – С. 54-69.
- 24 Щербуняев М.П. Геологические условия локализации колчеданного оруденения в Майкаинском рудном поле (Центральный Казахстан) // Геология рудных месторождений. – Т. XXV (2). – М.: Наука, 1983. – С. 34-43.
- 25 Abratis M. Geochemical variations in magmatic rocks from southern Costa Rica as a consequence of Cocos Ridge Subduction and uplift of the Cordillera de Talamanca: Dissertation. – Göttingen, 1998. – 136 s.
- 26 Alexyutin M.V. Paleotectonic history of Kazakhstan during the Paleozoic. The Dissertation. – München, 2005. – 91p.
- 27 Bradshaw G.D. Geology and genesis of the Wolverine polymetallic volcanic rock-hosted massive sulphide (VHMS) deposit, Finlayson Lake district, Yukon, Canada: Unpubl. M.Sc. thesis, The University of British Columbia, 2003. – 172 p.
- 28 Churikova, T., Dorendorf, U., Worner, G. Sources and fluids in the mantle wedge below Komchatka, evidence from across-arc geochemical variation // J. Petrology. – 2001. – Vol. 42, N 8. – P. 1567-1593.
- 29 Collins A.Q., Degtyarev K.E., Levashova N.M., Bazhenov M.L., Van der Voo, R. Early Paleozoic paleomagnetism of east Kazakhstan: implications for paleolatitudinal drift of tectonic elements within the Ural–Mongol belt // Tectonophysics. – 2003. – N 377. – P. 229-247.
- 30 Defant, M.J. and Drummond, M.S. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere // Nature. – 1990. – N 347. – P. 662-665.
- 31 Futa K., Stern C.R. Sr and Nd isotopic and trace element compositions of Quaternary volcanic centers of the southern Andes // Earth and Planetary Science Letters. – 1988. – Vol. 88. – P. 253-262.
- 32 Herzig P.M., Petersen S. Polymetallic Massive Sulphide Deposits at the modern Seafloor and their Resource Potential // International Seabed Authority. – 2000. – P. 7-35.
- 33 Kay S.M., Ramos V.A., Marquez M. Evidence in Cerro Pampa Volcanic rocks for slab-melting prior ridge-trench collision in Sothern South America // J. Geol. – 1993. – 101:703 p.
- 34 López-Escobar L., Kilian R., Kempton P., Tagiri M. Petrography and geochemistry of Quaternary rocks from the Southern Volcanic Zone of the Andes between 41°30' and 46°00'S // Chile. Revista Geológica de Chile. – 1993. – 20. – 1. – P. 33-55.
- 35 Pearce J.A., Baker P.E., Harvey P.K., Luff I.W. Geochemical evidence for subduction fluxes, mantle melting and fractional crystallization beneath the south Sandwich Island Arc // Journal Petrology. – 1995. – 35. – P. 1073-1109.
- 36 Popov L.E., Holmer L.E. Cambrian-Ordovician lingulate brachiopods from Scandinavia, Kazakhstan, and South Ural Mountains // Fossils and Strata. – 1994. – Vol. 35. – P. 1-156.
- 37 Popov L.E., Tolmacheva T.J. Conodont distribution in a deep-water Cambrian-Ordovician Boundary Sequence from South-Central Kazakhstan // Ordovician Odyssey: Short Papers for the International Symposium on Ordovician System. – Las Vegas, Nevada, USA, 1995. – P. 121-124.
- 38 Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the Oceans Basins (Saunders A. D. and Norry M. J., eds). – Geol. Soc. Lond. Sp. Publ., 1989. – Vol. 42. – P. 313-345.
- 39 Yogodzinski G.M., Kay R.W., Volynets O.N., Koloskov A.V., Kay S.M. Magnesian andesite in the western Aleutian Komandorsky region; implications for slab melting and processes in the mantle wedge // GSA Bulletin. – 1995. – Vol. 107, N. 5. – P. 505-519.

## REFERENCES

- 1 Antonjuk R.M. Ljapichev G.F., Markova N.G. i dr. Struktury i jevoljucija zemnoj kory C. Kazahstana. Geotektonika. 1977. 5. S. 71-82.
- 2 Antonjuk R.M., Evseenko R.D., Stepanec V.G., Grankin M.S., Mal'chenko E.G. Geodinamicheskaja karta Kazahstana. Serija Central'no-Kazahstanskaja. Masshtab 1: 1 500 000. Karaganda: Fondy MTD «Centrkaznedra», 1995. 251 s.
- 3 Borukaev R.A. Dopaleozoj i nizhnij paleozoj severo-vostoka central'nogo Kazahstana (Sary-Arka). M.: Gosgeoltehzdat, 1955. 407 s.
- 4 Borukaev R.A., Zvoncov V.S. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta SSSR. M.1:200000. Ob#jasnitel'naja zapiska. IGN KazSSR. JuKGU, 1958. 333 s.
- 5 Dvojchenko N.K., Abaimova G.A. Konodony i biostatigrafija vulkanogenno-kremnistyh tolshh nizhnego paleozoja Central'nogo Kazahstana. Mikrofauna i biostatigrafija fanerozoja Sibiri i smezhnyh regionov. Novosibirsk. Tr. IGiG SO AN SSSR, 1986. Vyp. 65. S. 160-178.

- 6 Evseenko R.D., Magretova L.I., Gridina N.M., Jakimenko R.D. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Respubliki Kazahstan. Masshtaba 1:200 000. M-43-IV (Jekibastuz). Karaganda: Fondy MTD «Centrkaznedra», 2001.
- 7 Eremin N.I., Dergachev A.L., Sergeeva N. E., Pozdnjakova N.V. Tipy kolchedannyh mestorozhdenij vulkanicheskikh asociacij. Vestnik OGGGN RAN. 1999. № 4(10). [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/4-99/kolchedan.htm#begin](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/4-99/kolchedan.htm#begin)
- 8 Ermakov V.A. O sootnoshenii vulkanicheskikh i ostrovnyh dug i ih meste sredi struktur perehodnoj zony. Vestnik OGGGN RAN: Jelekt. nauch.-inf. zhurnal. 2001. № 2(17).
- 9 Ermolov P.V., Zholtayev G.Zh., Zhautikov T.M. Geologija i metallogeniya Kazahstana s pozicij sovremennyh nauchnyh koncepcij // Izvestija NAN RK. Serija geologii i tehniceskikh nauk. 2011. № 2. S. 4-16.
- 10 Zhukovskij V.I., Stepanec V.G. Otchet po geologicheskomu doizucheniju masshtaba 1:50 000 territorii listov M-43-20. CKPGO. CGPJe. Karaganda: Fondy MTD «Centrkaznedra», 1980. 796 s.
- 11 Zhukovskij V.I., Magretova L.I. Magmatizm i orudnenie Majkainskogo segmenta Bozshakol'-Chingizkoj paleodugi (Central'nyj Kazahstan). «Vulkanizm i geodinamika»: Mat-ly II Vserossijskogo simpoziuma po vulkanologii i paleovulkanologii. Ekaterinburg, IGG UR O RAN, 2003. S. 521–525.
- 12 Korzhinskij D.S. Geologija i petrologija Jekibastuzskogo rajona, Kazahskaja ASSR. Trudy Vsesojuz. geol.-razved. ob#edinenija. Vyp. 155. M.; L., 1932. 71 s.
- 13 Kurenkov S.A., Didenko A.N., Simonov V.A. Geodinamika paleosprejdinga. M.: GEOS, 2002. 294 s.
- 14 Mihajlova N.F., Shhebnunjaev M.P., Zhukovskij V.I., Moskalenko T.A. O nahodke sredneordovikskih konodontov na Majkainskom rudnom pole (severo-vostok Central'nogo Kazahstana). Izd. KazSSR. Ser. geol. 1981. № 1. S. 34-35.
- 15 Nikitin I.F. Ordovik Kazahstana. Ch. 1. Alma-Ata: Nauka KazSSR, 1972.
- 16 Nikitin I.F. Ordovikskie kremnistye i kremnisto-bazal'tovye komplekсы Kazahstana. Geologija i geofizika. 2002. T. 43. S. 512-527.
- 17 Ob#jasnitel'naja zapiska. Geologicheskaja karta Kazahskoj SSR. Masshtaba 1: 500 000. Serija Central'no-Kazahstanskaja. Alma-Ata, 1981. 324 s.
- 18 Reshenie III Kazahstanskogo stratigraficheskogo soveshhanija po dokembriju i fanerozoju (Alma-Ata, 1986). Ch. I. Dokembrij i paleozoj. Alma-Ata, 1991. S. 1-147.
- 19 Stepanec V.G. Ofiolity severo-vostoka Central'nogo Kazahstana. Nordershtedt: BOD, 2008. 172 s.
- 20 Stepanec V.G. Petrologija i geologicheskaja pozicija ofiolitov Severo-Vostoka C. Kazahstana: Dis... kand. geol.- min. nauk. Alma-Ata: IGN AN RK, 1992. 325 s.
- 21 Stepanec V.G., Gridina N.M., Konik V.E., Klinger B.Sh. Otchet po teme № 546 «Razrabotka shemy biostratigraficheskogo raschlenenija nizhnepaleozojskikh otlozhenij Alkamergen-Zhilandinskogo i Majkain-Kyzyltasskogo antiklinoriev v svjazi s sostavljeniem opornoj legendy GPK-50». CKPGO. CGPJe. Karaganda: Fondy MTD «Centrkaznedra», 1991. 150 s.
- 22 Stepanec V.G., Antonjuk R.M. Tektonicheskoe polozhenie i magmaticheskaja jevoljucija vulkanitov Majkainskogo rajona. Izvestija NAN RK. Serija geol. 2009. № 4(420). S. 10-20.
- 23 Turmanidze T. L., Grishin D. M., Pecherskij D. M., Stepanec V. G. Paleomagnetnaja informacija ob ordovikskih ofiolitah iz allohtonnyh massivov Karaulcheku, Tolpak i Bazarbaj (Centr. Kazahstan). Geodinamika. 1991. № 4. S. 54-69.
- 24 Shhebnunjaev M.P. Geologicheskie uslovija lokalizacii kolchedannogo orudnenija v Majkainskom rudnom pole (Central'nyj Kazahstan). Geologija rudnyh mestorozhdenij. T. XXV (2). M.: Nauka, 1983. S. 34-43.
- 25 Abratis M. Geochemical variations in magmatic rocks from southern Costa Rica as a consequence of Cocos Ridge Subduction and uplift of the Cordillera de Talamanca: Dissertation. Göttingen, 1998. 136 s.
- 26 Alexyutin M.V. Paleotectonic history of Kazakhstan during the Paleozoic. The Dissertation. München, 2005. – 91p.
- 27 Bradshaw G.D. Geology and genesis of the Wolverine polymetallic volcanic rock-hosted massive sulphide (VHMS) deposit, Finlayson Lake district, Yukon, Canada: Unpubl. M.Sc. thesis, The University of British Columbia, 2003. 172 p.
- 28 Churikova, T., Dorendorf, U., Worner, G. Sources and fluids in the mantle wedge below Komchatka, evidence from across-arc geochemical variation. J. Petrology. 2001. Vol. 42, N 8. P. 1567-1593.
- 29 Collins A.Q., Degtyarev K.E., Levashova N.M., Bazhenov M.L. Van der Voo, R. Early Paleozoic paleomagnetism of east Kazakhstan: implications for paleolatitudinal drift of tectonic elements within the Ural–Mongol belt. Tectonophysics. 2003. N 377. P. 229-247.
- 30 Defant, M.J. and Drummond, M.S. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. Nature. 1990. –N 347. P. 662-665.
- 31 Futa K., Stern C.R. Sr and Nd isotopic and trace element compositions of Ouaternary volcanic centers of the southern Andes. Earth and Planetary Science Letters. 1988. Vol. 88. P. 253-262.
- 32 Herzig P.M., Petersen S. Polymetallic Massive Sulphide Deposits at the modern Seafloor and their Resource Potential. International Seabed Authority. 2000. P. 7-35.
- 33 Kay S.M., Ramos V.A., Marquez M. Evidence in Cerro Pampa Volcanic rocks for slab-melting prior ridge-trench collision in Sothern South America. J. Geol. 1993. 101:703 p.
- 34 López-Escobar L., Kilian R., Kempton P., Tagiri M. Petrography and geochemistry of Quaternary rocks from the Southern Volcanic Zone of the Andes between 41°30' and 46°00'S. Chile. Revista Geológica de Chile. 1993. 20. 1. P. 33-55.
- 35 Pearce J.A., Baker P.E., Harvey P.K., Luff I.W. Geochemical evidence for subduction fluxes, mantle melting and fractional crystallization beneath the south Sandwich Island Arc. Journal Petrology. 1995. 35. P. 1073-1109.
- 36 Popov L.E., Holmer L.E. Cambrian-Ordovician lingulate brachiopods from Scandinavia, Kazakhstan, and South Ural Mountains. Fossils and Strata. 1994. Vol. 35. P. 1-156.
- 37 Popov L.E., Tolmacheva T.J. Conodont distribution in a deep-water Cambrian-Ordovician Boundary Sequence from South-Central Kazakhstan. Ordovician Odyssey: Short Papers for the International Symposium on Ordovician System. Las Vegas, Nevada, USA, 1995. P. 121-124.

38 Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the Oceans Basins* (Saunders A. D. and Norry M. J., eds). Geol. Soc. Lond. Sp. Publ., 1989. Vol. 42. P. 313-345.

39 Yagodinski G.M., Kay R.W., Volynets O.N., Koloskov A.V., Kay S.M. Magnesian andesite in the western Aleutian Komandorsky region; implications for slab melting and processes in the mantle wedge. *GSA Bulletin*. 1995. Vol. 107, N. 5. P. 505-519.

### Резюме

*В. Г. Степанец<sup>1</sup>, Р. М. Антониук<sup>2</sup>, Т. В. Кряжева<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>RCMIR.COM, Rheinstr. 87, 26382. Wilhelmshaven, Germany, e-mail: wladimir@stepanez.de,

<sup>2</sup>«Центргеолсьемка» ЖШС, Қарағанды, e-mail: zaocgs@mail.ru,

<sup>3</sup>ҚарМТУ, Қарағанды қ.)

### МАЙҚАЙЫҢ КЕН АУДАНЫНЫҢ ТӨМЕНГІ КЕМБРИЙ ЖӘНЕ ОРДОВИК ГЕОЛОГИЯСЫ

Ангренсор құрылымдық-формациялық зонасы құрамындағы лайықты формациялар қалған және бір-бірін ретімен алмастырушы ордовиктік формациялар бөлініп алынған. Акқудық құрылымдық-формациялық зонадан екі террен бөлініп алынды; Майқайың және Шығыс Майқайың. Жоғарыда аталған Майқайың кен торабынан бөлініп шыққан литостратиграфиялық бөлімшелер ертекембрий жасындағы «жасыл туфтар» қабатында жатып қалған.

**Тірек сөздер:** кембрий, ордовик, континентальды шеткі аймақ, Майқайың кенорны.

### Summary

*V. G. Stepanets<sup>1</sup>, R. M. Antoniuc<sup>2</sup>, T. V. Kryazheva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>RCMIR.COM GERMANY,

<sup>2</sup>LLP «Centergeolsemka», Karaganda,

<sup>3</sup>KarSTU, Karaganda)

### GEOLOGY OF THE LOWER CAMBRIAN AND ORDOVICIAN MAYKAIN ORE DISTRICT

As part of the Angrensor structural formation zone it is allocated to according lying and successive Ordovician formation. As part of the Akkuduk structural-formation zone allocated two terrane: Maykain and East Maykain. Dedicated lithostratigraphic subunits in these structures Maykain ore node lie on thicker «green tuffs» Cambrian age.

**Keywords:** cambrian, ordovician, continental margin, deposit Maykain.

*Поступила 10.09.2014 г.*

УДК 553:041

*Н. М. ЖУКОВ, А. А. АНТОНЕНКО, Т. В. ГОЙКОЛОВА*

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

## ПЕРСПЕКТИВЫ КРАЕВЫХ ВУЛКАНОПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ И СОПРЯЖЕННЫХ С НИМИ СТРУКТУР КАЗАХСТАНА НА ПРИОРИТЕТНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

**Аннотация.** Рассмотрены перспективы позднепалеозойского и девонского краевых вулканоплутонических поясов Казахстана на золото, медь, редкие металлы и редкие земли, свинец, цинк, железо и марганец.

**Ключевые слова:** перспективы, вулканоплутонические пояса, полезные ископаемые, месторождения.

**Тірек сөздер:** болашағы, вулканплутонды белдеулер, пайдалы қазба, кенорындар.

**Keywords:** perspectives, volcanic and plutonic belts, minerals, deposits.

В Известиях НАН РК, серия геологии и технических наук, N5 за 2013 г. нами опубликована статья о строении и металлогении девонского и позднепалеозойского краевых вулканоплутонических поясов Казахстана [1]. В настоящей статье в продолжение темы мы остановимся на перспективах этих поясов на золото, медь, свинец, цинк, железо, марганец, редкие металлы и редкие земли.

**Золото** образует самостоятельные месторождения в собственно вулканоплутонических поясах, аккреционных призмах и тыловодужных магматических поясах, а также промышленные содержания в медно-порфириновых месторождениях вулканоплутонических поясов.

Самостоятельные месторождения золота вулканоплутонических поясов Казахстана представлены эпитермальными золото-серебряными кварц-адулярным и вторично-кварцитовым типами. В настоящее время здесь известны только мелкие месторождения (Архарлы, Таскора и др.) и многочисленные рудопроявления. Однако, мировой опыт указывает на возможность выявления в них объектов с запасами золота в сотни тонн. Подтверждением являются выявленные в южном секторе верхнепалеозойского пояса золото-серебряные проявления адуляр-флюоритового типа, с которым на продолжении этого пояса в Синьцзяне связаны крупные (до 100 т золота) месторождения. Кроме того, возможен значительный прирост разведанных запасов при добыче, на что указывает опыт эксплуатации месторождения Таскора в Северо-Восточном Прибалхашье. При планировании и проведении поисков эпитермальных золото-серебряных месторождений в вулканоплутонических поясах нужно учитывать, что во многих случаях они связаны с порфириновыми системами, являясь их составной частью [2].

В большинстве медно-порфириновых месторождений вулканоплутонических поясов Казахстана средние содержания золота относительно невысокие: 0,12 г/т на месторождении Коксай, 0,25 г/т на месторождениях Актогайской группы, 0,25 г/т на месторождении Восток I. Несколько выше содержание золота в рудах месторождения Нурказган, в порфириновой системе которого имеются офиолиты, здесь его среднее содержание составляет 0,44 г/т. На общем фоне выделяется месторождение Коктасжал, среднее содержание золота в рудах которого по разным зонам составляет 0,70-0,95 г/т. Запасы золота в известных медно-порфириновых месторождениях Казахстана составляют максимум несколько десятков тонн.

В мире известны медно-порфириновые месторождения с запасами золота в сотни и тысячи тонн: Пибл – более 3400 тонн, Грасберг – 2500 тонн, Бинхем – 1600 тонн, Кальмакыр – более 1300 тонн, Лепанто-Фарсаутист – более 1000 тонн золота [3]. Обращает на себя внимание тот факт, что медно-порфириновые месторождения с крупными запасами золота обычно связаны с интрузиями, проры-

вающими мощные пачки осадочных пород (Пеббл, Грасберг, Бинхем, Лепанто-Фарсаутист и др.). Из месторождений казахстанских вулканоплутонических поясов этим условиям больше всего отвечает расположенная в Саякской грабен-синклинали Саякская порфирировая система, медно-скарновые месторождения которой характеризуются повышенными содержаниями золота и в которой имеются его самостоятельные скарновые месторождения. В то же время аналогичная ей Каратаская порфирировая система, локализованная в докембрийских метаморфических породах, практически не золотоносна. Эту зависимость необходимо учитывать при поисках и оценке на золото порфирировых систем.

Кварцево-жильные и зон минерализации золоторудные месторождения аккреционных призм связаны с зонами смятия в осадочных породах, обогащенных органикой. В аккреционной призме позднепалеозойского пояса это месторождения и проявления Пустынное, Долинное, Кызыл и др., в аккреционной призме девонского пояса пока известны только проявления золота. На основании изучения изотопного состава серы, углерода и кислорода, а также состава и температуры гомогенизации газовой-жидких включений жильных минералов подобных месторождений зарубежные ученые приходят к выводу, что их образование обусловлено рудоносными растворами, имеющими метаморфогенное или метеорное происхождение [4]. Учитывая то, что аккреционные призм подверглись значительным деформациям как в процессе аккреции, так и при последующей коллизии, можно ожидать выявления в их пределах крупных динамометаморфогенных месторождений бақырчыкского типа.

Золото тыловодужных магматических поясов установлено в девонском тыловодужном магматическом поясе в пределах Жалаир-Найманской шовной зоны, где оно представлено кварцево-жильным и, реже, штокверковым типами (месторождения Акбакай, Светинское, Олимпийское и др.). Месторождения связаны с девонскими гранитоидными интрузиями, прорывающими ордовикские морские осадочные породы, содержащие прослои, умеренно обогащенные органикой. Исходя из этих закономерностей, представляются перспективными поиски аналогичных месторождений в верхнепалеозойском тыловодужном магматическом поясе в пределах Жаман-Сарысуйского антиклинория.

**Медные** месторождения распространены в вулканоплутонических поясах и междуговых (задуговых) прогибах, а также присутствуют в аккреционных призмах. В вулканоплутонических поясах они представлены порфирировым типом, в котором меди в различных пропорциях сопутствуют молибден и золото (Коньрат, Актогайская и Саякская группы и др. в позднепалеозойском поясе, Нурказган, Восток, Сатпаевское и др. в девонском поясе). Именно с медно-порфирировыми месторождениями позднепалеозойского и девонского вулканоплутонических поясов связаны основные перспективы Казахстана на расширение медной сырьевой базы. Реализация этих перспектив требует разработки методики поисков слепых и перекрытых месторождений порфирирового типа, не выходящих на дневную поверхность.

Во всем мире богатые медно-порфирировые руды связаны со вторичными кварцитами, которые широко распространены в вулканоплутонических поясах Казахстана. Опыт детального изучения всех медно-порфирировых месторождений Казахстана и обобщение литературных данных по месторождениям мира позволили построить генетическую модель медно-порфирировых систем и месторождений [5], из которой вытекает, что богатые медно-порфирировые руды с содержаниями меди порядка 1% образуются при наложении вторичных кварцитов на рядовые медно-порфирировые руды в малоглубинных порфирировых системах. В результате на контакте вторичных кварцитов с рядовыми рудами образуется богатая зона гипогенного вторичного сульфидного обогащения, руды которой обладают своими минералогическими и геохимическими особенностями, резко отличающимися их от других медно-порфирировых руд [6]. В то же время сами вторичные кварциты, всегда приуроченные к близповерхностной части порфирировых систем и поэтому перекрывающие порфирировое оруденение, представляют собой зону интенсивного кислотного выщелачивания, в которой все признаки порфирирового оруденения сильно ослаблены. Та медная минерализация, которая часто встречается в нарушениях, секущих вторичные кварциты, является послекварцитовой и с медно-порфирировым оруденением не связана. Именно поэтому работы, направленные на оценку таких проявлений, оказывались безрезультатными. Так, на массиве вторичных кварцитов Жорга бурением оценивался секущий кварциты разлом с признаками медной минерализации и дренируемый родником с высокими содержаниями в воде меди и железа. Результаты оценки отрицательные. В

то же время расположенный южнее в пределах этого же массива участок с кварцевым штокверком, являющимся одним из элементов порфировой системы, остался неоцененным. На массиве вторичных кварцитов Жаур не оценен участок с кварц-калишпатовыми прожилками, которые также присутствуют практически во всех порфировых системах. Поэтому необходима разработка методики оценки массивов вторичных кварцитов на медно-порфировое оруденение, ориентированная на слабо проявленные и косвенные признаки порфировых систем и базирующаяся на детальном (масштаба 1:10 000 – 1:25 000) минералого-петрографическом картировании.

Богатые, часто золотоносные медные руды в порфировых системах связаны также со скарнами, которые образуются, если в систему попадают карбонатные породы. Центральные области вулканоплутонических поясов сложены континентальными отложениями, не содержащими карбонатных пород, поэтому скарновые месторождения здесь не встречаются. Их образование возможно только в фронтальных областях вулканоплутонических поясов, где наряду с континентальными распространены и морские отложения, в том числе известняки. Примером тому служит Саякская порфировая система. Выявление скарновых месторождений в порфировых системах возможно также там, где среди отложений вулканоплутонического пояса имеются выходы пород фундамента с карбонатами, или где такие породы залегают на небольшой глубине. Примером таких порфировых систем служит Каратасская система. Следовательно, при поисках и оценке медно-порфировых месторождений во фронтальных областях вулканоплутонических поясов или на участках с выходами или неглубоким залеганием пород фундамента следует учитывать возможность выявления в порфировых системах скарновых месторождений. Надо при этом учитывать тот факт, что скарноворудные тела всегда располагаются на участках, где зоны калишпатизации из интрузий переходят в карбонатные породы.

В позднепалеозойском вулканоплутоническом поясе выявлены проявления меди типа «манто» (Ай, Темерлик). Широкое распространение в поясе пород, благоприятных для оруденения данного типа (континентальные миндалекаменные эффузивы основного состава), позволяет надеяться на возможность выявления здесь таких промышленных месторождений.

Для задуговых (междуговых) прогибов краевых вулканоплутонических поясов Казахстана характерно развитие красноцветных терригенных пород. В Шу-Сарысуйской и Тенизской впадинах они слагают нижнюю (девонскую) и верхнюю (карбон-пермскую) континентальные молассы, разделенные морскими битуминозными фамен-серпуховскими отложениями. С красноцветными терригенными породами связаны крупнейшие месторождения меди, свинца, цинка и сопутствующих им компонентов, известные на всех континентах. Выделяется два основных типа таких месторождений – медистые песчаники и медистые сланцы. Как те, так и другие локализованы в сероцветных породах в непосредственной близости от красноцветов. В то же время между ними отмечаются существенные отличия. Медистые песчаники приурочены к ограниченным по площади телам сероцветных пород в пределах красноцветных толщ, а медистые сланцы – к контакту терригенных красноцветных и перекрывающих или, реже, подстилающих их сероцветных терригенно-карбонатных пачек.

Среди медистых песчаников выделяются две основные разновидности – жезказганская и приуральская. Для приуральской разновидности характерна приуроченность оруденения к линзам сероцветов, связанных с органическими остатками, встречающимися спорадически по всему объему красноцветной пачки. Эти линзы обычно ограничены в размерах и масштабы связанного с ними оруденения не выходят за пределы рудопроявлений или мелких месторождений. К этой разновидности относятся многие проявления медистых песчаников красноцветной молассы девонского междугового прогиба. Встречаются они и в верхней красноцветной молассе.

Жезказганский тип медистых песчаников связан с колоннами сероцветов, иногда охватывающими весь разрез красноцветной пачки, но на ограниченной площади. Эти колонны не связаны с растительными остатками, но в них отмечаются повышенные содержания битумов. При этом тонкозернистые породы в пределах колонн часто остаются красноцветными и безрудными. К этому типу относятся все крупнейшие месторождения медистых песчаников мира: Удокан в Сибири, Айнак в Афганистане, Жезказганская группа и Жаман-Айбат в Казахстане. Во всех этих районах красноцветная моласса, вмещающая оруденение, подстилается сероцветными углеродистыми породами. Существуют различные гипотезы образования этих месторождений – от осадочной сингенетической до гидротермальной магматогенной и магматической (внедрение сульфидной

магмы). Убедительная, на наш взгляд, критика осадочной и гидротермальной магматогенной гипотез дана в книге [7]. Фактическому материалу наиболее соответствует эпигенетическая гидrogenная гипотеза [8–10]. По нашему мнению медистые песчаники жезказганского типа образуются на эпигенетическом восстановительном барьере, обусловленном газовым потоком из нижележащих битуминозных толщ [11]. Поэтому присутствие битуминозных толщ под красноцветами для образования месторождений жезказганского типа является обязательным условием. В связи с этим перспективы задуговых (междуговых) прогибов вулканоплутонических поясов Казахстана на этот тип месторождений ограничиваются верхней красноцветной молассой в пределах Шу-Сарысуйской и Тенизской впадин, где это условие выполнено. В остальных красноцветных породах вулканоплутонических поясов возможно выявление медистых песчаников приуральского типа.

В мире крупные запасы меди, свинца, цинка и сопутствующих компонентов сосредоточены в медистых сланцах. Наиболее известными их представителями являются сланцы цехштейна Европы, медный пояс Африки, сланцы Нонсач района озера Верхнее в США. Оруденение приурочено к подошве тонкозернистых углеродсодержащих пород, залегающих над красноцветными песчаниками, частично захватывая верхние горизонты последних. Его распространение контролируется фациальными особенностями подстилающих красноцветов и не зависит от изменения таковых в рудовмещающей пачке [12, 13]. Известны проявления этого типа и в девонском междуговом прогибе. Они приурочены к контакту красноцветной молассы с перекрывающими фамен-серпуховскими сероцветами. Это проявлены Сулеймансай, Тасбулак, Шингельды и др. в Шу-Сарысуйской депрессии и проявление Шарыкты на юге Тенизской депрессии.

Таким образом, красноцветные терригенные отложения задуговых (междуговых) прогибов краевых вулканоплутонических поясов Казахстана в пределах Шу-Сарысуйской и Тенизской депрессий обладают значительными перспективами на медное и сопутствующее ему свинцовое и цинковое оруденение типа медистых песчаников и медистых сланцев. К сожалению, реализация этих перспектив ограничивается большой глубиной залегания потенциально рудоносных отложений.

В офиолитах аккреционных призм краевых вулканоплутонических поясов встречаются колчеданные месторождения кипрского типа. В аккреционных призмах краевых вулканоплутонических поясов Казахстана также известен один объект этого типа – мелкое месторождение Тесиктас в позднепалеозойской аккреционной призме. Месторождения кипрского типа в мире встречаются значительно реже, чем колчеданные месторождения уральского или алтайского (куроко) типов. Поэтому вероятность выявления промышленных колчеданных месторождений в офиолитах казахстанских поясов незначительна.

**Редкие металлы и редкие земли** связаны с тыловодужными магматическими поясами. Молибден распространен также в вулканоплутонических поясах, сопутствуя меди в медно-порфировых месторождениях или образуя самостоятельные месторождения порфирового типа. В последнем случае ему сопутствует вольфрам. Намечается закономерное увеличение доли молибдена в медно-порфировых месторождениях с возрастанием кислотности вмещающих гранитоидов. Молибден-порфировые месторождения связаны с кислыми интрузиями. Присутствует молибден также в урановых месторождениях девонского вулканоплутонического пояса.

Редкометалльное оруденение позднепалеозойского тыловодужного магматического пояса бериллий-молибден-вольфрамовое (акшатауский тип) и олово-молибден-вольфрамовое (караобинский тип). В качестве попутных компонентов присутствуют тантал, ниобий, редкие земли. Рудная минерализация приурочена к грейzenам, кварцевым жилам и штокверкам в гранитах и вмещающих их породах. Перспективы хорошо изученного позднепалеозойского тылового магматического пояса, содержащего крупнейшие скопления бедных вольфрамовых руд, ограничиваются поисками глубокозалегающих залежей молибден-вольфрамовых руд акшатауского типа.

В девонском тыловодужном магматическом поясе распространено редкометалльное оруденение различных минерагенических типов. В Кокшетауском срединном массиве с девонскими лейкократовыми гранитами, прорывающими углеродистые отложения протерозойской шарыкской свиты, связаны оловорудные месторождения и проявления сарымбетского типа, являющиеся основным источником олова в Казахстане. Проявления этого типа известны также в Улытау, где они связаны с ранне-среднедевонскими аляскитовыми гранитами, что указывает на высокую вероятность выявления здесь промышленных оловорудных объектов. Не исчерпаны перспективы

на оруденение этого типа в Кокшетавшине. Первоочередной интерес здесь представляют западный и восточный экзоконтакты Орлиногорского массива, где над слепыми или слабо обнаженными куполами гранитов выявлены грейзено-штокверковые минерализованные зоны рудопроявлений Сопочное и Келлеровское.

В целом оловорудные месторождения связаны с теми интрузиями лейкократовых гранитоидов, которые прорывают пачки осадочных пород. Эта закономерность, характерная не только для Казахстана, но и для других оловоносных районов мира, приводит некоторых исследователей к выводу, что все крупные месторождения олова связаны с гранитами S-типа [14].

С девонскими интрузиями, прорывающими амфиболиты зерендинской свиты, связаны вольфрамовые месторождения и проявления баянского типа. Кроме вольфрама руды этих месторождений содержат висмут, молибден, медь. Считается, что эти месторождения обусловлены первичным накоплением вольфрама в горизонтах пород и последующей его концентрацией под влиянием интрузий [15]. Перспективы на баянский тип вольфрамового оруденения не ограничиваются Кокшетауским срединным массивом. Присутствие в Улытау-Арганатинском антиклинории мелких олово-вольфрамовых грейзено-штокверковых рудных тел, связанных с девонскими гранитами, прорывающими амфиболовые сланцы бектурганской серии нижнего протерозоя, выдвигает этот район в разряд перспективных на баянский тип оруденения.

Редкоземельная металлогения Казахстана изучена плохо. Проявления и редкие месторождения редких земель выявлены в пределах девонского тыловодужного магматического пояса в Кокшетауском срединном массиве и Улытауском антиклинории, которые представляются наиболее перспективными на редкие земли районами. На современной стадии изученности основное внимание уделяется редкоземельной минерализации в корях выветривания этих месторождений.

Распространено редкометалльное оруденение и в других районах девонского тыловодужного магматического пояса. В пределах северного склона хребта Терской Алатау в связи с девонскими лейкократовыми гранитами, прорывающими нижнепалеозойские вулканогенно-осадочные толщи, развито вольфрам-оловянное с бериллием, танталом, ниобием, литием оруденение, типичным представителем которого является скарново-грейзеновое месторождение Карагайлыактас. После Северного Казахстана это месторождение является самым перспективным на олово. По запасам тантала и лития оно мелкое-среднее. Месторождение недоразведано как по простиранию, так и на глубину.

В восточном окончании Заилийского Алатау развито вольфрамовое с попутным молибденом оруденение грейзенового, кварцево-жильного и скарнового типов (месторождение Богуты и проявления Курозек, Басбулак, Кунсабар, Уялы). Оно связано с девонскими лейкократовыми гранитами, прорывающими нижнепалеозойские осадочные толщи.

В целом вся площадь тыловодужных магматических поясов Казахстана перспективна на редкометалльное и редкоземельное оруденение. При планировании и проведении поисково-оценочных работ нужно учитывать двойной, магматический и литологический вмещающих интрузии толщ, контроль редкометалльного оруденения.

**Свинец и цинк** в краевых вулканоплутонических поясах распространены относительно мало. Крупные запасы этих металлов отмечаются только в задуговых (междугловых) прогибах в связи с медистыми песчаниками и медистыми сланцами, охарактеризованными выше. Колчеданные месторождения для краевых вулканоплутонических поясов, в отличие от островных дуг, не характерны. Проявления в зонах серицитизации и окварцевания типа Родниковое в девонском и Комирчи в позднепалеозойском вулканоплутонических поясах не выходят за ранг мелких месторождений. Имеющийся фактический материал по металлогении Казахстана и мировой опыт не дают оснований к поискам масштабных скоплений свинца и цинка в структурах краевых вулканоплутонических поясов, за исключением задуговых (междугловых) прогибов.

**Железо** образует рудные скопления в скарнах порфировых систем (Каратас, Саяк). Поиски таких содержащих руды железа систем, как это отмечено выше, ограничены фронтальными зонами краевых вулканоплутонических поясов, где в морских отложениях могут присутствовать известняки, и участками с неглубоко залегающим или выходящим на поверхность фундаментом, содержащим карбонатные породы.

С краевыми вулканоплутоническими поясами в мире связаны крупные магматические апатит-магнетитовые месторождения. Они бывают интрузивными, как протерозойское месторождение



Кируна в Северной Швеции [16], считающееся крупнейшим скоплением магнетитовых руд в мире (более 5 млрд т), и эффузивными, как Эль-Лако в Чили [17] с запасами руд порядка 1 млрд т при содержании железа 50%. К этому же типу относятся месторождения Церро де Меркадо в Мексике, Бафкв в Иране, месторождения мелового железного пояса в Чили [18]. Считается, что источником железа для этих месторождений являлись ниже лежащие осадочные железистые породы, из которых оно было мобилизовано магматическими процессами [17]. Исходя из этой точки зрения на их генезис перспективными для поисков таких руд следует считать те участки вулканоплутонических поясов, фундамент которых сложен древними породами осадочного слоя океанической коры. Следует отметить, что существуют и другие точки зрения на генезис месторождений типа Кируна [19].

**Марганец** для краевых вулканоплутонических поясов не характерен. Только в красноцветной молассе девонского междугового прогиба известны мелкие месторождения и проявления марганцевых руд (Жезды, Жаксыкотр и др.). Все они приурочены к нижней части верхнефранско-нижнефаменской уйтасской свиты. По Ю. А. Зайцеву и др. [20] в Сарысу-Тенизском поднятии марганцевое оруденение во всех известных случаях появляется там, где мощность уйтасской свиты значительно сокращается. Эти условия создаются в зонах сочленения девонских прогибов с обрамляющими их поднятиями, т.е. в прибрежных районах. С этих позиций перспективными на марганец являются площади развития уйтасской свиты между Карсакпайским поднятием и Эскулинским куполом.

В целом краевые вулканоплутонические пояса Казахстана, включая сопряженные с ними структуры (тыловые магматические пояса, задуговые и междуговые прогибы, в меньшей мере аккреционные призмы), обладают большими перспективами на золото, медь, редкие металлы и редкие земли. Перспективы их на свинец, цинк, железо и марганец менее значительны. Крупные запасы этих металлов связаны с фамен-турнейской системой континентальных рифтов, возникших при смещении зоны субдукции к югу.

Работа выполнена в рамках грантового финансирования «Фундаментальные исследования в области естественных наук» №1552/ГФ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Жуков Н. М., Антоненко А. А., Гойколова Т. В. Строение и металлогения краевых вулканоплутонических поясов Казахстана // Изв. НАН РК. Сер. геологии и технических наук. – 2013. – № 5. – С. 3-12.
- 2 Eaton P.C., Setterfield T.N. The relationship between epithermal and porphyry hydrothermal systems within the Tavua caldera, Fiji // Econ. Geol. – 1993. – Vol. 88, N 5. – P. 1053-1083.
- 3 Kelley K. D., Lang J. R., Eppinger R. G. The giant Pebble Cu-Au-Mo deposit and surrounding region, Southwest Alaska: introduction // Economic geology. – 2013. – Vol. 108, N 3. – P. 397-404.
- 4 Cox S.F., San S.S., Etheridge M.A., Wall V.J., Potter T.F. Structural and geochemical controls on the development of turbidite-hosted gold quartz vein deposits, Wattle Gully mine, Central Victoria, Australia // Econ. Geol. – Vol. 90, N 6. – P. 1722-1746.
- 5 Жуков Н.М. Актогайское порфировое месторождение меди // Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. – Алматы, 2004. – С. 32-35.
- 6 Жуков Н.М., Герцен Л.Е. Новое о гидротермалитах медно-порфировых месторождений Казахстана // Геология Казахстана. – 1995. – № 3. – С. 29-46.
- 7 Меднорудные месторождения – типы и условия образования. – М., 1987. – 198 с.
- 8 Германов А.И. Гидродинамические и гидрохимические условия образования некоторых гидротермальных месторождений // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1962. – № 7. – С. 79-98.
- 9 Габлина И.Ф. Опыт прогнозной оценки Чу-Сарысуйской впадины на месторождения Джеккаганского типа // Закономерности размещения и прогнозирования стратиформных месторождений цветных металлов. – Алма-Ата, 1983. – С. 134-144.
- 10 Сюсюра Б.Б. Меденосные осадочные формации Казахстана // Закономерности размещения и прогнозирования стратиформных месторождений цветных металлов. – Алма-Ата, 1983. – С. 17-32.
- 11 Жуков Н.М. Инфильтрационный метасоматизм и природные колонны гидротермалитов. – Алма-Ата, 1991. – 215 с.
- 12 Медный пояс Северной Родезии. – М., 1963. – 472 с.
- 13 Рудные месторождения США. – М., 1972. – 660 с.
- 14 Fu M., Kwak T.A.P., Mernach T.P. Fluid inclusion studies of zoning in the Dachang tin-polymetallic ore field, People's Republic of China // Economic Geology. – 1993. – Vol. 88, N 2. – P. 283-300.
- 15 Гуляев А.П., Адамян Н.Х., Фатхутдинов Д.Х. О стратиформном шеелитовом оруденении в Северном Казахстане // Геол. рудн. месторожд. – 1982. – № 6. – С. 42-48.
- 16 Frietsch R., Rapunen H.P., Vokes F.M. The ore deposits in Finland, Norway and Sweden – a review // Econ. Geol. – 1979. – Vol. 74. – P. 975-1001.
- 17 Frutos J., Oyarzun J. Tectonic and geochemical evidence concerning the genesis of El Laco magnetite lava flow, Chile // Econ. Geol. – 1975. – Vol. 70. – P. 988-990.

18 Nystrom J.O., Henriquez F. Magmatic features of iron ores of the Kiruna type in Chile and Sweden: ore textures and magnetite geochemistry // *Econ. Geol.* – 1994. – Vol. 89, N 4. – P. 829-830.

19 Parak T. Kiruna iron ores are not «intrusive-magmatic ores of the Kiruna type» // *Econ. Geol.* – 1975. – Vol. 70. – P. 1242-1258.

20 Зайцев Ю.А., Голубовский В.А., Петренко А.З., Марьенко Ю.И. Геологическая позиция марганцевого оруденения в красноцветных девонских отложениях Дзержкаганского района (Центральный Казахстан) // *Вест. Моск. ун-та. сер. геол.* – 1967. – № 2. – С. 68-89.

## REFERENCES

1 Zhukov N. M., Antonenko A. A., Gokholova T. V. Stroenie i metallogenija kraevyh vulkanoplutonicheskikh pojasov Kazahstana. *Izv. NAN RK. Ser. geologii i tehniceskikh nauk.* **2013.** N 5. S. 3-12.

2 Eaton P.C., Satterfield T.N. The relationship between epithermal and porphyry hydrothermal systems within the Tavua caldera, Fiji. *Econ. Geol.* **1993.** Vol. 88, N 5. P. 1053-1083.

3 Kelley K. D., Lang J. R., Eppinger R. G. The giant Pebble Cu-Au-Mo deposit and surrounding region, Southwest Alaska: introduction. *Economic Geology.* **2013.** Vol. 108, N 3. P. 397-404.

4 Cox S.F., San S.S., Etheridge M.A., Wall V.J., Potter T.F. Structural and geochemical controls on the development of turbidite-hosted gold quartz vein deposits, Wattle Gully mine, Central Victoria, Australia. *Econ. Geol.* Vol. 90, N 6. P. 1722-1746.

5 Zhukov N.M. Aktogajskoe porfirovoe mestorozhdenie medi. Atlas modelej mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. *Almaty, 2004.* S. 32-35.

6 Zhukov N.M., Gercen L.E. Novoe o gidrotermal'nykh medno-porfirovykh mestorozhdenij Kazahstana. *Geologija Kazahstana.* **1995.** № 3. S. 29-46.

7 Mednorudnye mestorozhdenija – tipy i uslovija obrazovanija. M., **1987.** 198 s.

8 Germanov A.I. Gidrodinamicheskie i gidrohimicheskie uslovija obrazovanija nekotoryh gidrotermal'nykh mestorozhdenij. *Izv. AN SSSR. Ser. geol.* **1962.** № 7. S. 79-98.

9 Gablina I.F. Opyt prognoznoj ocenki Chu-Sarysujskoj vpadiny na mestorozhdenija Dzhezkazganskogo tipa. Zakonomernosti razmeshhenija i prognozirovanija stratiformnykh mestorozhdenij cvetnyh metallov. *Alma-Ata, 1983.* S. 134-144.

10 Sjusjura B.B. Medenosnye osadochnye formacii Kazahstana. Zakonomernosti razmeshhenija i prognozirovanija stratiformnykh mestorozhdenij cvetnyh metallov. *Alma-Ata, 1983.* S. 17-32.

11 Zhukov N.M. Infil'tracionnyj metasomatizm i prirodnye kolonny gidrotermal'itov. *Alma-Ata, 1991.* 215 s.

12 Mednyj pojas Severnoj Rodezii. M., **1963.** 472 s.

13 Rudnye mestorozhdenija SShA. M., **1972.** 660 s.

14 Fu M., Kwak T.A.P., Mernach T.P. Fluid inclusion studies of zoning in the Dachang tin-polymetallic ore field, People's Republic of China. *Economic Geology.* **1993.** Vol. 88, N 2. P. 283-300.

15 Guljaev A.P., Adamjan N.H., Fathutdinov D.H. O stratiformnom sheelitovom orudenenii v Severnom Kazahstane. *Geol. Rudn. Mestorozhd.* **1982.** № 6. S. 42-48.

16 Frietsch R., Papunen H.P., Vokes F.M. The ore deposits in Finland, Norway and Sweden – a review. *Econ. geol.* **1979.** Vol. 74. P. 975-1001.

17 Frutos J., Oyarzun J. Tectonic and geochemical evidence concerning the genesis of El Laco magnetite lava flow, Chile. *Econ. geol.* **1975.** Vol. 70. P. 988-990.

18 Nystrom J.O., Henriquez F. Magmatic features of iron ores of the Kiruna type in Chile and Sweden: ore textures and magnetite geochemistry. *Econ. geol.* **1994.** Vol. 89, N 4. P. 829-830.

19 Parak T. Kiruna iron ores are not «intrusive-magmatic ores of the Kiruna type». *Econ. geol.* **1975.** Vol. 70. P. 1242-1258.

20 Zajcev Ju.A., Golubovskij V.A., Petrenko A.Z., Mar'enko Ju.I. Geologicheskaja pozicija margancevogo orudenenija v krasnocvetnykh devonskikh otlozhenijah Dzhezkazganskogo rajona (Central'nyj Kazahstan). *Vest. Mosk. un-ta. ser. geol.* **1967.** № 2. S. 68-89.

## Резюме

*Н. М. ЖУКОВ, А. А. АНТОНЕНКО, Т. В. ГОЙКОЛОВА*

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

### ШЕТКІ ВУЛКАНПЛУТОНДЫҚ БЕЛДЕМДЕРДІҢ ӨНІМДЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРМЕН БАЙЛАНЫСҚАН ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫҢ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ БОЛАШАҒЫ

Кейінгі палеозой және девондық Қазақстанның вулканплутондық белдемдерін алтын, мыс, сирек металдар және сирек жерлер, қорғасын, мырыш, темір, марганецке өнімділігі қарастырылды. Алтын өнімі негізінен вулканплутондық белдемдермен (эпитермалды кенорындар және алтын мысты-порфирлі және осылармен байланысты скарнды кенорындар), тылды магмалық белдемдермен (кварцты-желілі және штокверкті кенорындар), аккрециялық призмалармен (кварцты-желілі және минералдану аймақты кенорындар) байланысты. Мыс вулканплутондық белдемдерде (мысты-порфирлі және манто типті кенорындар), доғалы (доғааралық) ойпаттарда (мысты құмтасты және мысты тақтатасты кенорындар) және аз мөлшерде аккрециялық призмаларда (кипр типті колчеданды кенорындар) өнімді. Сирек металдар және

сирек жерлер тылды магмалық белдемдерде (пегматиттер, грейзендер, штокверктер) шоғырланған, молибден сонымен қатар вулканплутондық белдемдермен (порфирлі және уран кенорындары) де сипатталады. Қорғасын және мырыш доғалы (доғааралық) ойпаттардағы мысты-құмтасты және мысты тақтатасты кенорындарымен байланысты. Вулканплутондық белдемдерде минералдану аймақты кенорындар төмен қорымен көрінеді. Темір вулкан-плутондық белдемдердің порфир жүйесіндегі скарнды кенорындарда шоғырланған. Сонымен қатар осы жерде Кирун типті магмалық темір кенорындары ерекшеленуі мүмкін. Ал марганец өнімі вулканплутондық белдемдерде өте төмен

**Тірек сөздер:** болашағы, вулканплутонды белдеулер, пайдалы қазба, кенорындар.

### Summary

*N. M. Zhukov, A. A. Antonenko, T. V. Goikolova*

(Institute of geological sciences of K. I. Satpayev, Almaty)

#### PROSPECTS OF REGIONAL VULCANIC AND PLUTONIC BELTS AND THE STRUCTURES OF KAZAKHSTAN INTERFACED TO THEM ON PRIORITY MINERALS

Perspectives late Paleozoic and Devonian regional the volcanic and plutonic of belts of Kazakhstan on gold, copper, rare metals and rare lands, lead, zinc, iron and manganese are considered. Perspectives on gold are connected with actually volcanic and plutonic belts (epithermal fields and gold copper and porphyritic and connected with them the fields of skarn), rear magmatic belts (quartz and vein and stockwerk fields), and accretion prisms (fields quartz and vein and zones of mineralization). On copper volcanic and plutonic belts (fields copper and porphyritic and like a Manto), zadugovy (interarc) deflections (fields the cooper of sandstones and the cooper of slates) and, in a smaller measure, accretion y prisms (pyrites fields of the Cyprian type) are perspective. Rare metals and rare lands are dated for rear magmatic belts (pegmatites, greisens, stockwerks), molybdenum is characteristic also for actually volcanic and plutonic of belts (porphyritic and uranium fields). Lead and zinc are connected with fields the copper of sandstones and the copper of slates in the zadugovykh (interarc) deflections. Fields of zones of a mineralization in actually the volcanic and plutonic belts possess usually insignificant stocks. Iron is dated for skarn fields of porphyritic systems the volcanic and plutonic of belts. In them identification of magmatic fields of iron like Kiruna is possible also. On prospect manganese the volcanic and plutonic of belts are insignificant.

**Keywords:** perspectives, volcanic and plutonic belts, minerals, deposits.

*Поступила 10.09.2014 г.*

УДК 553.061

*С. И. ЗАЙЦЕВ*

(ТОО «КПК «Геолсервис», г. Алматы. E-mail: sergezay@mail.ru)

### ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИЕ ИНТРУЗИВ-НАДИНТРУЗИВНЫЕ ЗОНЫ – ОБЪЕКТЫ ПОИСКА НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Аннотация.** В Койтасском рудно-магматическом узле, выявлена глубокозалегающая интрузив-надинтрузивная зона с которой связано мелкомасштабное золотое оруденение.

**Ключевые слова:** рудно-магматический узел, интрузив-надинтрузивная зона.

**Тірек сөздер:** кен-магмалық торап, интрузив-интрузивүсті зона.

**Keywords:** ore-magmatic node, intrusive-overintrusive zone.

Глубокозалегающие интрузив-надинтрузивные зоны относительно легко выявляются по дайкам, которые сопровождают гранитоидные плутоны. Глубина их залегания порядка 500–1000 м, при этом геохимические ореолы, а тем более рудные образования на поверхности могут быть не проявлены.

Предварительную типизацию полей даек можно принять на основе характера их ориентировки относительно плутона или его части, какого этапа эти дайки (I-го или II-го) не имеет значения, [2]:

1. Тип Жалгыза – простираение даек субогласно контактам или морфологии массива в плане;
2. Тип Каракамыса – линейные пояса (рои);
3. Тип Бесобы – радиально-концентрическая ориентировка;
4. Тип Жельтау – разноориентированные участки, без очевидной закономерности.

Койтасский рудно-магматический узел, размещается в пределах Жарма-Саурского геотектоногена (Восточно-Казахстанская область), в одноименной структурно-металлогенической подзоне, расположенной в его осевой части [10].

Обнажающийся на поверхности массив Койтасс (рисунок 1) относится к гранитоидной формации «батолитового типа», возраст  $P_1$  – 278–270 млн.лет (Жарминский комплекс). Интрузия прорывает отложения среднего-верхнего визе и сопровождается широкой (до 1,5 км) зоной роговиков и контактово-измененных пород. Интрузия овальной формы, размер массива 12x16 км на поверхности, а с учетом скрытой части 20x28 км. Центр массива фиксируется подводным каналом, уходящим на большую глубину (>15 км) и наибольшей мощностью (5 км). Гранитоиды массива представлены разнозернистыми слабо порфиroidными роговообманково-биотитовыми гранодиоритами и адамеллитами, которые по направлению к центру постепенно сменяются нормальными биотитовыми гранитами, здесь же размещаются мелкозернистые слабопорфиroidные граниты.

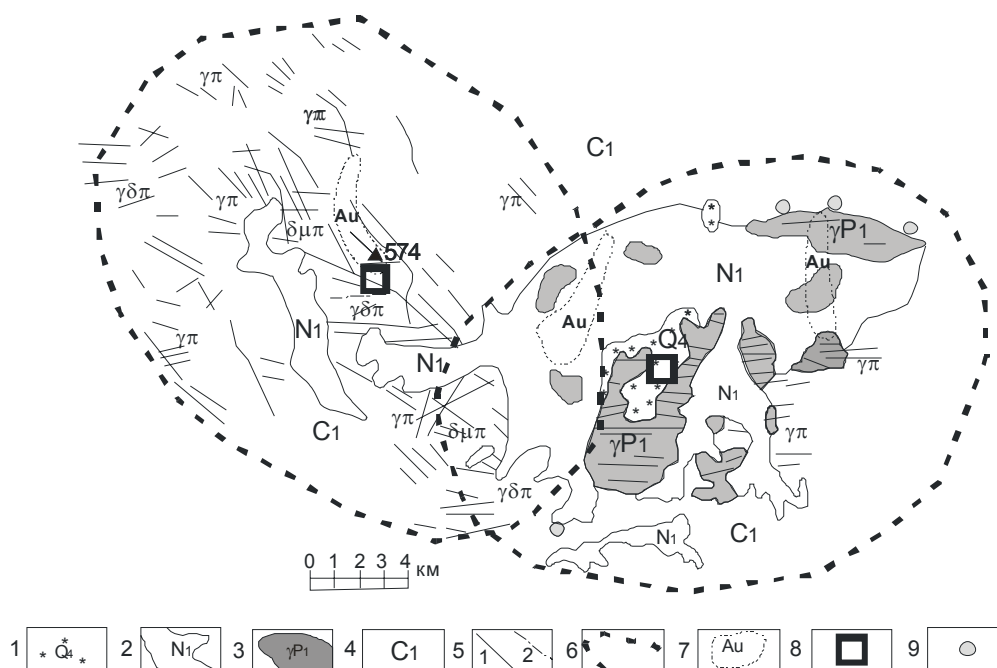


Рисунок 1 – Схематическая геологическая карта Койтасского рудно-магматического узла.

1 – такырно-солончаковые отложения: гравий, галечники, пески, супеси, глины; 2 – зеленоцветные глины, мергели, пески с прослоями песчано-гравийного материала; 3 – Жарминский комплекс: гранодиориты, адамеллиты, биотитовые граниты; 4 – визейские известняки массивные и слоистые, кремнисто-глинистые, известково-глинистые сланцы; 5 – малые тела и дайки: 1 – гранодиорит-порфиры (γδπ), гранит-порфиры (γπ); 2 – диоритовых порфириров (γδπ); 6 – предполагаемые границы интрузивов; 7 – шлиховые ореолы золота; 8 – «центры тяжести» интрузивов, наиболее мощные участки; 9 – золотосодержащие коренные проявления

В экзоконтакте и надинтрузивных зонах гранитного массива, во вмещающих породах расположены проявления золота, содержащие вольфрам, сурьму, медь. Проявления принадлежат следующим рудным формациям: 1. Скарновой (вольфрамовая субформация), связанной со скарнированными породами аркалыкской свиты в северо-восточном экзоконтакте массива. Тела рудоносных скарнов имеют длину 100–150 м и мощность 10–15 м. 2. Гидротермальной сурьмяной, представленной золото-сурьмяной минерализацией в брекчированных, рассланцованных породах вблизи разломов, на контакте массивных известняков с алевролитами и песчаниками. Мощность

минерализованных зон неустойчивая, а длина достигает 500 м. В брекчированных известняках метасоматически развивается кварц с вкрапленностью антимонита, пирита и золота, а пустоты заполнены кварц-опаловым агрегатом. Многочисленные кварцевые жилы в экзоконтактах массива сложены низкотемпературным слабо минерализованным кварцем.

В непосредственной близости к «обнаженному» Койтасу, развиты многочисленные дайки, которые формируют в плане четко выраженную площадь овальной формы (15x25 км, типа Жалгыз), очевидно, что данные дайки фиксируют собой нескрытый массив гранитоидов (рисунок), залегающий на относительно большой глубине. Состав даек соответствует таковому для Салдырминского комплекса, относящегося к доаболитовой вулканоплутонической дацит-гранодиоритовой формации  $S_3$ . Массивы комплекса сложены роговообманково-биотитовыми гранодиоритами и их жильными производными.

Золотое оруденение, генетически связанное с интрузиями комплекса, представлено: 1) гидротермальной прожилково-вкрапленной золото-сульфидной формацией, объединяющей рудоносные зоны дробления и окварцевания; 2) гидротермальной кварцевожильной золоторудной формацией, объединяющей многочисленные кварцевые жилы и жильные зоны.

Геохимические данные для оценки золотогенерирующей способности жарминского и салдырминского комплексов отсутствуют.

Оценку рудоносности нескрытой ИНЗ мы рассмотрим на примере саурского комплекса, развитого юго-восточнее массива Койтас. Он относится к габбро-диорит-гранодиоритовой формации  $S_1$  [7]. В нем выделяют две группы пород. Первая – габбро-диоритовая субформация, представлена преимущественно среднезернистыми диоритами и кварцевыми диоритами, которые в эндоконтактах сменяются габбро и габбро-диоритами. Вторая плагиогранит-гранодиоритовая субформация сложена биотит-роговообманковыми гранодиоритами, тоналитами, развитыми в центральных частях крупных интрузивов (в том числе Бугазского). Дополнительно-жильная фаза комплекса – тоналит-порфиры, мелкозернистые граниты, гранит-порфиры, диоритовые и диабазовые порфириты.

Большинство рудных проявлений, связанных с комплексом, относится к гидротермальной кварцевожильной медной формации, включающей собственно медную и медно-золотую субформации. Не исключается связь с ним более перспективного оруденения медно-порфирового типа [10]. С хорошо вскрытыми эрозией интрузивами комплекса ассоциируют мелкие месторождения и проявления молибдена, золота и меди.

Петрогеохимический состав Саурского комплекса

Элементы	Породы, кол-во проб	Петрогеохимический состав Саурского комплекса			$C_{отн}$
		Диориты n = 13	Тоналиты n = 11	Тоналитпорфиры n = 8	
Cu, г/т		88	107	50	80
Mo, г/т		1	2,3	1,1	4,2
Au, мг/т		1,6	2,6	2,2	2
Pb, г/т		5	13	11	23
Zn, г/т		65	36	–	–
Ba, г/т		200	273	501	–
Ga, г/т		16	18	18	2
Zr, г/т		38	88	73	131

Саурский комплекс обладает низкой золотогенерирующей способностью, так как при рассчитанной величине выноса ( $C_{отн}$ , таблица) и объеме рудоотдающей фазы – 1 км<sup>3</sup>, максимальные запасы месторождения составят: Au – 5,5 тонн, Cu – 212 тыс. тонн и Mo – 13 тыс. тонн это при условии сохранности ИНЗ.

Напомним, что *относительная величина выноса* ( $C_{отн}$ ) – количество вещества потеряннного магмой на единицу массы или объема рудоотдающей фазы. Методика оценки  $C_{отн}$  была разработана автором и неоднократно публиковалась [3–5].

Аяк-Караульский гранитоидный массив, расположен в 10–12 км юго-западнее Дельбегетейского массива [9]. Его кровля располагается в 300–500 м ниже современного эрозионного среза. На поверхности интрузив представлен серией гранит-порфировых и граносиенит-порфировых даек (тип Каракамысса), многие из которых турмалинизированы и содержат сульфидно-касситеритовую минерализацию. Он имеет 8–10 км в диаметре, нижняя его кромка по геофизическим данным залегает на глубине 7–8 км. В данном примере металлогеническая специализация определяется однозначно, как аналогичная Дельбегетею – Sn, менее W, Be. К специфике массива, следует отнести самоцветы – топаз, берилл, имеющих ювелирное качество в пегматитах и миаролловых гранитах [1].

При проведении в Койтасском узле оценочных работ в первую очередь необходимо провести геохимические исследования для определения рудогенерирующей способности гранитоидов. Наиболее крупное проявление золота, располагавшееся в центре «тяжести» массива сденудировано, а отложения неогеновой долины, пересекающей массив в субширотном направлении, по времени своего формирования [8], совпадают с периодом ее разрушения и могли аккумулировать в себе древнюю золотоносную россыпь. Маловероятно, но возможно, сохранились остатки – наиболее крупного проявления золота, они могут быть обнаружены под такырно-солончаковыми ( $Q_4$ ) отложениями в центральной части массива, там где фиксируется подводящий канал и наибольшая мощность массива [6].

Интрузив-надинтрузивную зону «безымянного» массива узла необходимо опосредовать буровыми работами, после проведения геофизических исследований с целью выяснения его морфологии, так как в точке с абсолютной отметкой 574 м, совпадающей с центром «тяжести» плутона, зафиксирован шлиховой ореол золота (рисунок 1).

По нашему мнению интрузив-надинтрузивная зона любого глубокозалегающего гранитоидного плутона необходимо опосредовать, так как совсем безрудной она быть не может.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дьячков Б.А., Майорова Н.П., Щерба Г.Н., Абдрахманов К.А. Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарымского пояса (Рудный Алтай). – Алматы: Гылым, 1994. – 208 с.
- 2 Ефремова С.В. Дайки в гранитоидных комплексах Центрального Казахстана. – М.: Наука, 1970.
- 3 Зайцев С.И. Рудогенерирующая способность гранитоидов. – Алма-Ата: КазНИИТИ, 1990. – 93 с.
- 4 Зайцев С.И. Золотогенерирующая способность гранитоидов // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2007. – № 2. – С. 66-70.
- 5 Зайцев С.И. О генезисе грейзеново-кварцевожилных рудных тел месторождения Акчатау (Центральный Казахстан) // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2007. – № 4. – С. 83-88.
- 6 Карта металлогенического районирования Рудного Алтая / Под ред. Г. Р. Бекжанова и М. А. Садвакасова. – 2004.
- 7 Конников Э.Г., Ермолов П.В., Добрецов Г.Л. Петрология сининверсионных габбро-гранитных серий. – Новосибирск: Наука, 1977. – 140 с.
- 8 Кукал З. Скорость геологических процессов. – М.: Мир, 1987. – 246 с.
- 9 Ермолов П.В., Владимиров А.Г., Изох А.Э. и др. Орогенный магматизм офиолитовых поясов (на примере Восточного Казахстана). – Новосибирск: Наука, 1983. – 207 с.
- 10 Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Нахтигаль Г.П. Жарма-Саурский геотектоноген. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 192 с.

#### REFERENCES

- 1 Djachkov B.A., Ma'orova N.P., Scherba G.N., Abdrahmanov K.A. Granitoidn'ie i rudn'ie formatsii Kalba-Nar'imckogo pojasa (Rudn'i' Alta'). Almat'i: G'il'im, 1994. 208 c.
- 2 Efremova S.V. Da'ki v granitoidn'ih kompleksah TSentralnogo Kazahctana. M.: Nauka, 1970.
- 3 Za'tsev S.I. Rudogenerirujuschaja spocobnoct granitoidov. Alma-Ata: KazNIINTI, 1990. 93 c.
- 4 Za'tsev S.I. Zolotogenerirujuschaja spocobnoct granitoidov. Izvectija NAN RK. Cerija geologicheckaja. 2007. N 2. C. 66-70.
- 5 Za'tsev S.I. O genezice gre'zenovo-kvartsevojiln'ih rudn'ih tel mectorojdenija Akchatau (TSentraln'i' Kazahctan). Izvectija NAN RK. Cerija geologicheckaja. 2007. N 4. C. 83-88.
- 6 Karta metallogenicheskogo ra'onirovanija Rudnogo Altaja. Pod red. G. R. Bekjanova i M. A. Cadvakacova. 2004.
- 7 Konnikov E.G., Ermolov P.V., Dobretsov G.L. Petrologija cininvercionn'ih gabbro-granitn'ih ceri'. Novocibirck: Nauka, 1977. 140 c.
- 8 Kukul Z. Skorocst geologicheckih protseccov. M.: Mir, 1987. 246 c.
- 9 Ermolov P.V., Vladimirov A.G., Izoh A.E. i dr. Orogenn'i' magmatizm ofiolitov'ih pojacov (na primere Voctochnogo Kazahctana). Novocibirck: Nauka, 1983. 207 c.
- 10 Scherba G.N., Djachkov B.A., Nahtigal G.P. Jarma-Caurcki' geotektonogen. Alma-Ata: Nauka, 1976. 192 c.

**Резюме**

*С. И. Зайцев*

(«КПК «Геолсервис» ЖШС, Алматы қ.)

**ТЕРЕҢ ОРНАЛАСҚАН ИНТРУЗИВ-ИНТРУЗИВҮСТІ ЗОНАЛАР –  
ЖАҢА КЕНОРЫНДАРЫН ІЗДЕУДІҢ НЫСАНДАРЫ**

Терең орналасқан интрузив-интрузивүсті зоналарды айқындап және металлогениялық бағалау жаңа көп-теген болашағы бар кенорындарын ашуға жағдай жасайды.

**Тірек сөздер:** кен-магмалық торап, интрузив-интрузивүсті зона.

**Summary**

*S. I. Zaitsev*

(«GeolSERVICE», Almaty)

**DEEP-SEATED INTRUSIVE-OVER INTRUSIVE ZONES –  
OBJECTS TO SEARCH FOR NEW DEPOSITS**

Identification and metallogenic evaluation of deep-seated intrusive-over intrusive zones will be able to detect new and more promising deposits.

**Keywords:** ore-magmatic node, intrusive-overintrusive zone.

*Поступила 10.09.2014 г.*

УДК 549.514.85(574)

*Н. К. КУДАЙБЕРГЕНОВА, М. М. СТЕЦЮРА, У. Ю. ЮСУПОВА,  
О. С. ФАЗЫЛОВА, Н. А. ШАРИПОВА, В. А. СЕМАШКО*

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

## МИНЕРАЛ ИЛЬМЕНИТ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЗАХСТАНА

**Аннотация.** Проблема сохранения исчезающих геолого-минералогических комплексов в ходе промышленного освоения земных недр всегда остается одной из важных задач любого цивилизованного общества. Поэтому эталоны пород и минералов со всех разрабатываемых объектов Казахстана, начиная с 40-х годов прошлого столетия, собирались и документированно концентрировались как коллекционные каменные фонды в Геологическом научно-исследовательском музее (в настоящее время сектор систематизации минеральных эталонов Казахстана) Института геологических наук имени К. И. Сатпаева. В настоящее время такие задачи наших исследований, как систематизация и обобщение накопленного разрозненного минералогического материала РК с нашими редакционными дополнениями и новыми данными физико-химических анализов, продиктованы современным уровнем геологических знаний.

**Ключевые слова:** ильменит, железо, титан, месторождения, минеральные ассоциации, аксессуарный минерал, россыпи, химический состав.

**Тірек сөздер:** темір, титан, кенорын, минералды ассоциация, аксессуар минералы, шашылымдар, химиялық құрам.

**Keywords:** ilmenite, iron, titanium, deposits, mineral associations, accessory mineral, fields, chemical composition.

Минерал ильменит  $\text{FeTiO}_3$  (титанистый железняк) назван по месту открытия – Ильменские горы (Россия) – в 1826 году немецким любителем камня И. Менге, определившим его как «танталит». Но в результате детального исследования по предложению известного минералога Г. Розе минерал был назван ильменитом (Г. Розе, 1827).

В настоящее время в природе известно более 80 минеральных видов, содержащих титан, но промышленную ценность имеют лишь два из них: ильменит (оксид титана и железа) и рутил (диоксид титана). Ильменит является довольно распространенным минералом и встречается во многих странах мира. Крупные месторождения отмечены в России: на Южном Урале, Кольском полуострове, в Южной Якутии, а также в Казахстане, Таджикистане, Норвегии, Швеции, Финляндии, ЮАР, Канаде, Австралии, Индии, Аргентине и др. [1].

Месторождения преимущественно связаны с габбро, диоритами и анортозитами, где ильменит встречается в виде крупных тел, вкрапленников или жил. Ильменит с высоким содержанием магния (5–15%  $\text{MgO}$ ) отмечен в кимберлитах, следовательно, служит указателем на возможность обнаружения месторождений алмазов [2]. Как аксессуарный выявлен в изверженных породах, пегматитах и кварцевых жилах, как минерал пневматолитового и гидротермального происхождения встречается в метаморфических породах (ортогнейсах, гранулитах) и повсеместно – в обломочных. В гидротермально измененных изверженных породах ильменит наблюдается в разложившемся состоянии, будучи превращен в лейкоксен. Устойчив к выветриванию. Накапливается в россыпях.

В Казахстане минерал установлен в различных генетических типах месторождений в северных (Давыдовское, Кундыбай, Красноармейское и др.), западных (Велиховское, Шокаш и др.), южных (Тымлай, Приаралье и др.) рудных районах, а также в Рудном Алтае на месторождении Каршига и др. [3].



Как аксессуарий ильменит отмечен в составе многих изверженных пород Казахстана. В гранитоидах Центрального Казахстана минерал широко распространен в ассоциации с магнетитом, сфеном I–II, цирконом, апатитом и с более поздними, как ортит, монацит, флюорит, циркон II и др. В порфировидных гранитах (Дегелен, Куу, Кенкудук и др.) он образует «ильменитовый тип» ассоциации аксессуарных минералов, в гранодиоритах развит в виде неправильных тонкопластинчатых сростков в магнетите, роговой обманке, кварце и полевом шпате [4]. В хрусталеносных пегматитах Кента минерал отмечен в парагенетических ассоциациях с колумбитом, цирконом, пироксеном, торитом, магнетитом, монацитом, флюоритом, ксенотимом, флюоцеритом и апатитом [5]. В результате гидротермальных изменений аксессуарного ильменита в фельзит-порфирах Жонгарии наблюдались псевдоморфозы, состоящие из рутила, пирита, карбоната [6].

Минерал на магматических железорудных месторождениях (Велиховское, Горюнское и др. в районе Мугоджар) встречается в составе авгит-ильменит-титаномагнетитовых минеральных ассоциаций с магнетитом, титаномагнетитом, пиритом, пирротинном, халькопиритом и апатитом (реже в Горюнском – с палладием) в габбро и пироксенитах. [3]. В рудах и вмещающих породах магнетитовых месторождений Торгайского прогиба (Давыдовское, Соколовское и др.) он наряду с титаномагнетитом и сфеном является главным титаносодержащим минералом [7].

Ильменит в месторождениях кор выветривания (Кундыбай, Озерный и др. в районе Жетыкары, Текелетау, Талдыаша и др. в районе Мугоджар, Караоткель и др. в районе оз. Зайсан) распространенный минерал. Например, на месторождении Кундыбай с титаносодержащим магнетитом, рутилом, лейкоксеном, эпидотом, цирконом, апатитом, пьмонтитом, роговой обманкой образует вкрапления в каолинизированных образованиях, где содержание ильменита местами составляет до 180 кг/м<sup>3</sup>. В корах выветривания, развитых по габбро и габбро-норитам (Текелетау) среднее содержание минерала 25–30 кг/м<sup>3</sup>, в комплексных коровых и россыпных месторождениях (Караоткель) от 8 до 24 кг/м<sup>3</sup> [8].

В россыпных месторождениях Шокаш, Кумколь, Северное Приаралье, Западный Торгай и др. ильменит отмечен в ассоциации с лейкоксеном, рутилом, анатазом, цирконом, монацитом и другими порообразующими минералами, составляя в среднем 52,5%, нередко до 65% по весу тяжелой фракции в Северном Приаралье, в песках Шокаш – 70%, Кумколь 55–65%. Во всех россыпях минерал в различной степени лейкоксенизирован [3, 9].

Во многих бокситоносных районах Казахстана (Торгай, Мугоджары, Акмолинская область и др.) в формации титанистых бокситов ильменит отмечен в ассоциации с рутилом, лейкоксеном, анатазом, титаномагнетитом, брукитом, сфеном, перовскитом в цементе и бобовинах. Содержание его в бокситах Торгай колеблется от 1,78 до 5–7%, Мугоджар 0,5–3,22, Амангельдинского и Акмолинского рудных района соответственно 1,18–7,58% и 1,50–5,20% [8, 10].

В природе ильменит встречается в виде зерен неправильной формы, вкрапленных в породу, реже сплошных тонкозернистых агрегатов, а также отмечены толстотаблитчатые по {0001}, с гексагональными призмами {1010}, {1120} и одним или несколькими ромбоэдрами кристаллы. В песчаниках, глинах, бокситах присутствует в форме тонкокристаллических и тонкодисперсных зерен и обломков [11]. Например, аксессуарный ильменит в пегматитах месторождений Акжайляу, Кент, Жанет и др. слагает рассеянные неправильно-таблитчатые, удлиненно-таблитчатые вкрапления [5, 12, 13], в гранитоидах Центрального Казахстана минерал представлен в зернах размером от пылевидных до 1 мм и более [4], в гидротермально измененных магматических породах Жонгарии образует в зернах магнетита и титаномагнетита размером 0,01–13 мм вроски в виде решетчатой, реже линейной и эмульсионной структуры распада твердых растворов [6]. В хрусталеносных пегматитах Кента минерал отмечен в виде кристаллов таблитчатой (от долей мм до 4–5 см) или пластинчатой формы (до 10–15 см) [5]. В кварцевых жилах Зеренды (рисунок 1), Караоба представлен прекрасно ограненными кристаллами размером до 5 см [14, 15].

Ильменит на магматических железорудных месторождениях (Велиховское, Горюнское и др.) слагает тонкопластинчатые включения и сростки в зернах магнетита и титаномагнетита, реже в виде отдельных самостоятельных зерен в габбро и пироксенитах. В рудах магнетит-титаномагнетитовых месторождений (Давыдовское, Соколовское и др. в районе Торгай) чаще всего минерал представлен пластинками, возникшими как структуры распада в магнетите, реже отдельными свободными зернами размером 0,01–0,5 мм [3]. Ильменит на магматических щелочных нефелиновых железорудных месторождениях (Масальское и др. в районе Ишима) редок, обычно в



Рисунок 1 – Ильменит в кварце. Массив Зерендинский. Из колл. Р. В. Путаловой. № 1/1289. 1955 г. Разм. обр. 3x4 см

магнетите образует точечные равномерно рассеянные включения размером 0,016–0,031 мм или тонкие пластинки в структурах распада твердого раствора в магнетите, редко слагает отдельные самостоятельные зерна в пироксенитах, горнблендитах [3, 16].

В россыпных месторождениях Шокаш, Кумколь, Северное Приаралье, Западный Торгай и др. ильменит представлен тонкими и мелкими неправильными угловато-окатанными, реже таблитчатыми зернами и их обломками, а в бокситах Торгая, Мугоджар др. минерал отмечен в виде тонкокристаллических, тонкодисперсных, реже кластических равномерно рассеянных зерен [3, 9].

Цвет минерала черный, железно-черный, у лейкоксенизированного ильменита иногда варьирует от черного до светло-стально-серого (Кент, Зеренды), серовато-коричневый, зеленовато-серый (Баянаул), реже серо-черный с побежалостью (Кумдыколь и др.) [3, 4, 5, 14]. Черта коричневая, коричневатая и зеленовато-серая. Непрозрачен. Блеск металлический, алмазовидный, реже полуметаллический. Слабо магнитен. Излом раковистый, иногда крупнораковистый, участками переходящий в скорлуповатую, а местами и в сферическую отдельность. В таких кристаллах происходит увеличение «крутизны» скорлуповатых участков, в центре которых располагается сфероид шаровидной или эллипсоидальной формы (Кент) [5]. Твердость 5, хрупкий, плотность колеблется в пределах 4,59–4,62 (Давыдовское) [7].

При нагревании минерал плавится при температуре 1365°C. В результате нагревания в вакууме до 1200°C богатый  $Fe_2O_3$ , содержащий продукты распада твердого раствора, ильменит становится однородным. При нагревании на воздухе ильменит распадается на псевдобрукит и рутил или на гематит.

Под микроскопом в проходящем свете минерал темно-бурого цвета. Двупреломление очень сильное. При  $\lambda = 8000\text{--}12000$ . В отраженном свете серовато-белый со слабым коричневатым оттенком. Анизотропен, внутренние рефлексы наблюдаются редко, красный цвет отмечен только для пегматитов Кента [5, 11].

Природные ильмениты представляют собой твердые растворы переменного состава в системах  $FeTiO_3 - MgTiO_3$  (гейкилит) –  $Fe_2O_3$  (гематит) и  $FeTiO_3 - MgTiO_3 - MnTiO_3$  (пирофанит) –  $Fe_2O_3$ . Например, для гранитов Центрального Казахстана характерно повышенное содержание  $MnO$  (Кент, Кобырат, Дегелен и др.), реже  $Nb_2O_5$ . Выделяются железистые (Кент), железисто-марганцовистые (Кобырат, Дегелен) и магниевые (Давыдовское) разновидности. В сильно лейкоксенизированных ильменитах содержание закиси железа уменьшается, а окиси железа увеличивается. Во многих объектах наблюдаются повышенные содержания  $Nb_2O_5$  (Приаралье), реже  $Ta_2O_5$  (Кент, Мугоджары) и  $ZnO$  (Кобырат) (таблица 1). Состав ильменита, приведенный в таблице 1, не всегда соответствует теоретическому:  $FeO - 47,34$ ;  $TiO_2 - 52,66$ , так как изменяется в зависимости от условий образования. Ниже приводятся рассчитанные формулы ильменита из пегматитов Кента [5]:

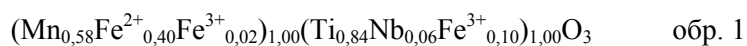


Таблица 1 – Химический состав ильменита в Казахстане (вес. %)

Компо- ненты	Гранитный массив Коньрат [17]		М-ие Кент [5]		М-ие Караоба, молибденито- кварцевые жилы [15]	Россыпи	
	крупно- зернистый гранит	средне- зернистый гранит	пегма- тоидная зона	хрустале- носные полости		Северное Приаралье [9]	Шокаш [8]
TiO <sub>2</sub>	45,63	40,97	43,20	51,60	53,25	50,0 – 53,0	50–52
FeO	13,87	12,27	18,40	8,68	24,00	20,0 – 22,75	40 – 41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,40	31,41	6,43	14,02	15,62	23,75 – 25,5	
MnO	15,58	10,23	26,70	24,37	5,80	2,40	1,23–1,30
MgO	2,30	0,82	–	–	сл.	0,30	0,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,30	1,29	–	–	0,16	1,50 – 2,20	0,8 – 1,0
SiO <sub>2</sub>	1,31	1,13	–	–	1,00	1,00 – 1,20	3,5
CaO	0,78	0,39	–	–	–	0,14 – 0,35	0,3
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,24	0,09	5,11	0,25	0,50	0,03 – 0,08	0,6
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	–	–	–	0,25	–	0,005–0,006	–
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	0,02 – 0,09	0,35–0,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	–	–	–	–	–	0,05 – 0,07	0,10–0,14
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	–	–	–	–	–	0,14 – 0,30	–
ZnO	0,57	0,16	–	–	–	–	–
Сумма	99,97	99,80	99,84	99,17	100,33	103,85	

Химический состав ильменита Верхнеэспинского месторождения (таблица 2) из коллекционных фондов ИГН им. К.И. Сатпаева (обр. 1/1178) определен на микрозонде JСХА-733 (аналитики В.Л.Левин, П.Е.Котельников). По результатам анализа нами вычислены следующие кристаллохимические формулы минерала:

- $(\text{Fe}_{1,38}\text{Mn}_{0,28}\text{Zn}_{0,16}\text{Si}_{0,04})_{1,86}(\text{Ti}_{3,88}\text{Nb}_{0,15})_{4,03}\text{O}_{2,93}$
- $(\text{Fe}_{1,38}\text{Mn}_{0,32}\text{Zn}_{0,24}\text{Si}_{0,01})_{1,98}(\text{Ti}_{3,88}\text{Nb}_{0,15})_{4,03}\text{O}_{3,00}$
- $(\text{Fe}_{1,10}\text{Mn}_{0,12}\text{Zn}_{0,04}\text{Si}_{0,04})_{1,3}(\text{Ti}_{3,88}\text{Nb}_{0,4})_{4,28}\text{O}_{2,79}$
- $(\text{Fe}_{1,88}\text{Mn}_{0,10}\text{Zn}_{0,11}\text{Si}_{0,04})_{2,2}(\text{Ti}_{3,76}\text{Nb}_{0,3})_{4,06}\text{O}_{3,13}$
- $(\text{Fe}_{0,56}\text{Mn}_{0,36}\text{Zn}_{0,04}\text{Ti}_{1,36})_{2,32}(\text{Nb}_{3,20}\text{Ta}_{0,10})_{3,3}\text{O}_{2,81}$
- $(\text{Fe}_{0,46}\text{Mn}_{0,44}\text{Si}_{0,8}\text{Ti}_{0,68})_{2,38}(\text{Nb}_{4,10}\text{Ta}_{0,15})_{4,25}\text{O}_{3,315}$
- $(\text{Fe}_{1,44}\text{Mn}_{0,32}\text{Zn}_{0,16}\text{Si}_{0,04})_{1,96}(\text{Ti}_{3,88}\text{Nb}_{0,15})_{4,03}\text{O}_{2,995}$
- $(\text{Fe}_{1,50}\text{Mn}_{0,3}\text{Zn}_{0,16}\text{Si}_{0,04})_{2,0}(\text{Ti}_{3,88}\text{Nb}_{0,15})_{4,03}\text{O}_{3,02}$

Таблица 2 – Химический состав ильменита из месторождения Верхнее Эспе

Спектр	Si	Ti	Mn	Fe	Zn	Nb	Ta	Th	O	Итого
Участок анализа №1										
1	0,11	30,11	5,14	25,15	3,32	1,97			34,20	100
2	0,05	29,43	5,58	24,61	4,72	1,79			33,83	100
3	0,17	34,92	2,42	23,32	1,15	2,44			35,58	100
4	0,08	34,53	2,15	23,68	1,48	2,63			35,45	100
5	0,22	10,80	6,47	10,12		39,61	1,67		31,12	100
6	0,34	4,95	7,44	7,93		47,33	1,94		30,07	100
Участок анализа №2										
1	0,09	29,12	5,28	26,27	3,49	1,77			33,99	100
2	1,10	38,89	1,30	17,73	0,72	2,31		1,38	36,58	100

По данным спектрального анализа, в Казахстане наблюдаются как близкие к крайним членам железистые ильмениты, так и марганцовистые разновидности этого минерала. Спектральным анализом в казахстанских ильменитах установлены, %: Nb – 0,01, Mn ≤ 0,1, Cr – 0,3, Zr – 0,001, Sn – 0,003, Cu – 0,01, Mg – 0,3, V – 0,01 (Тургайская россыпь) [8]; г/т: Pb – 200, Cu – 30, Zn – 200, Sc – 10, Ag – 0,5, Mo – 1,0, Sn – 15, Nb – 30, Be – 1, Ba – 200, Bi – 10, Ni – 20, Co – 40, V – 150, W – 50, Sb – 100, As – 100 (Шокаш) [8]. Акцессорный ильменит, независимо от возраста, в виде примеси содержит Al, Si, Mg, Ca, Be, Pb, Cu, Zn, Sn, Mo, V, Zr, Ga, La, Ce, Yb, Y, Nb, Ta, Sc, реже Th.

Таблица 3 – Межплоскостные расстояния ильменита

Эталон по Михееву [11]			Зеренды [14]		Сев. Казахстан. Раздолье. Из кварцевых жил [14]		Баянаул [4]	
hkl	l	d	l	d	l	d	l	d
111	1	4,50	–	–	1	4,004	–	–
110	4	3,70	1	3,69	2	3,648	–	–
211	10	2,74	2	2,78	5	2,986	–	–
110	9	2,53	4	2,54	8	2,535	–	2,06
210; 120	3; 1	2,23	3	2,24	7	2,2144	–	–
–	–	2,025	1	1,89	2	1,891	–	–
220	6	1,865	–	–	–	–	–	–
321	8	1,720	8	1,71	9	1,720	–	–
211; 632	3	1,63	–	–	–	–	–	1,62
310	7	1,504	6	1,50	8	1,494	–	–
211	7	1,465	6	1,45	7	1,455	–	–
422	2	1,375	–	–	–	–	–	–
432; 342; 433	1	1,347	4	1,339	6	1,334	–	–
220	3	1,270	2	1,264	4	1,271	–	–
411; 330	1	1,242	–	–	–	–	–	–
310	2	1,205	–	–	–	–	–	1,21
442	2	1,185	1	1,183	4	1,181	–	1,18
321	2	1,147	3	1,150	1	1,142	–	–
420	2	1,111	4	1,12	5	1,114	–	–
522; 532	3	1,069	5	1,07	5	1,071	–	–
400; 430	1	1,050	–	–	2	1,045	–	–
321; 521; 531	2	1,000	–	–	–	–	–	–
411; 321; 511	1	0,980	–	–	–	–	–	–

По данным рентгеноструктурного анализа основные линии межплоскостных расстояний ильменита Казахстана близки к эталонным данным по Михееву (таблица 3).

Работа выполнена в рамках грантового финансирования «Фундаментальные исследования в области естественных наук» №0519/ГФ Комитета науки МОН РК.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Pekov I.V. Minerals First Discovered on the Territory of the Former Soviet Union. – М.: ОП, 1998. – 369 p.
- 2 Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Сошкина Л.Т. Ильменит из кимберлитов. – М.: МГУ, 1984. – 240 с.
- 3 Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд хрома, титана, ванадия, силикатного никеля и кобальта, бокситов. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1978. – 227 с.
- 4 Гогель Г.Н. Акцессорные минералы гранитоидов Центрального Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 206 с.
- 5 Чистякова М.Б., Казакова М.Е. Ильменит и продукты его изменения из хрусталеносных пегматитов Кента (Центральный Казахстан) // Труды минер. музея им. А. Е. Ферсмана «Новые данные о минералах СССР». – М.: Изд. Наука АН СССР, 1975. – Вып. 24. – С. 132-141.
- 6 Розина Б.Б. О гидротермально измененных акцессорных титаномагнетите и ильмените в магматических породах Казахстана и Джунгарии // ЗВМО. – 1961. – 90. – Вып. 3. – С. 284-288.
- 7 Беляшов Н.М., Шангиреева Р.Д. Новые данные по геохимии титана и температурам образования магнетитовых месторождений Северного Тургай // Геология и генетические особенности магнетитовых месторождений Тургай. – Алма-Ата: Наука, 1969. – С. 115-126.
- 8 Месторождения титана Казахстана: Справочник. – Алматы: Ғылым, 1997. – 111 с.
- 9 Великий Н.М. К минералогии редкометалльно-титановых россыпей Северного Приаралья // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1971. – С. 43-45.
- 10 Киселев Л.И., Долгополов В.Ф., Федоренко О.А. Платформенные бокситоносные формации Казахстана // Сб. Вопросы геологии бокситов и кор выветривания Казахстана. – Вып. 4. – Алма-Ата, 1976. – С. 3-24.
- 11 Минералы (справочник). – Т. II, вып. 3. Сложные окислы, гидроокислы. – Изд. Наука, 1967. – С. 675.
- 12 Ерджанов К.Н. Гранитные интрузии и пегматиты Тарбагатай. – Алма-Ата: Изд. Каз ИМС МГ и ОН КазССР, 1963. – 279 с.
- 13 Мельникова В.Л. Гипогенная минерализация редкометалльного месторождения Жанет // Тр. Вопросы минералогии и геохимии месторождений Казахстана. Алма-Ата: АН КазССР, 1963. – С. 5-51.
- 14 Путалова Р.В. Некоторые данные о замещении ильменита рутилом и анатазом // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1959. – № 3(36). – С. 82-87.
- 15 Ермилова Л.П. Минералы молибдено-вольфрамового месторождения Караоба в Центральном Казахстане. – М.: Наука АН СССР, 1964. – 174 с.
- 16 Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд железа и марганца. Алма-Ата: Изд. АН КазССР «Наука», 1982. – 208 с.
- 17 Чухров Ф.В., Шлайн Л.Б. Об изменениях вещественного состава при грейзенизации гранитоидов Коунрадского массива // Изв. АН СССР. Серия геол. – 1962. – Вып. 9. – С. 27-46.

## REFERENCES

- 1 Pekov I.V. *Minerals First Discovered on the Territory of the Former Soviet Union*. Moscow, OP, **1998**. 369 p.
- 2 Garanin V.K., Kudryavtseva G.P., Soshkina L.T. *Il'menit iz kimberlitov*. M.: MGU, **1984**. 240 s. (in Russ).
- 3 Metallogeniya Kazahstana. *Rudnye formacii. Mestorozhdeniya rud hroma, titana, vanadiya, silikatnogo nikelja i kobal'ta, boksitov*. Nauka Kaz SSR, A-Ata, **1978**. 227 s. (in Russ).
- 4 Gogel' G.N. *Akcessornye mineraly granitoidov Central'nogo Kazahstana*. Alma-Ata: Nauka, **1982**. 206 s. (in Russ).
- 5 Chistjakova M.B., Kazakova M.E. *Il'menit i produkty ego izmenenija iz hrustalenosnyh pegmatitov Kenta (Central'nyj Kazahstan)*. Trudy miner. muzeja im. A. E. Fersmana «Novye dannye o mineralah SSSR». M.: Izd. Nauka. AN SSSR, **1975**. Vyp. 24. S. 132-141. (in Russ).
- 6 Rozina B.B. *O gidrotermal'no izmenennyh akcessornyh titanomagnetite i il'menite v magmaticheskikh porodah Kazahstana i Dzhungarii*. ZVMO. **1961**. 90. Vyp. 3. S. 284-288. (in Russ).
- 7 Beljashov N.M., Shangireeva R.D. *Novye dannye po geohimii titana i temperaturam obrazovaniya magnetitovyh mestorozhdenij Severnogo Turgaja. Geologija i geneticheskie osobennosti magnetitovyh mestorozhdenij Turgaja*. Alma-Ata: Nauka, **1969**. S.115-126. (in Russ).
- 8 Mestorozhdeniya titana Kazahstana. *Spravochnik*. Almaty: Gylym, **1997**. 111 s. (in Russ).
- 9 Velikij N.M. *K mineralogii redkometal'no-titanovyh rossypej Severnogo Priaral'ja*. Izv. AN KazSSR. Ser. geol. Alma-Ata, **1971**. S. 43-45. (in Russ).
- 10 Kiselev L.I., Dolgoplov V.F., Fedorenko O.A. *Platformennye boksitonasnye formacii Kazahstana. Sb. Voprosy geologii boksitov i kor vyvetrivaniya Kazahstana*. Vyp. 4. Alma-Ata, **1976**. S. 3-24. (in Russ).
- 11 Mineraly (spravochnik). T. II, Vyp. 3. *Slozhnye okisly, gidrookisly*. Izd. Nauka **1967**. S. 675. (in Russ).
- 12 Erdzhanov K.N. *Granitnye intruzii i pegmatity Tarbagataja*. Alma-Ata: Izd. Kaz IMS MG i ON KazSSR, **1963**. 279 s. (in Russ).
- 13 Mel'nikova V.L. *Gipogennaja mineralizacija redkometal'nogo mestorozhdenija Zhanet*. Tr. Voprosy mineralogii i geohimii mestorozhdenij Kazahstana. Alma-Ata: AN KazSSR, **1963**. S. 5-51. (in Russ).
- 14 Putalova R.V. *Nekotorye dannye o zameshenii il'menita rutilom i anatazom*. Izv. AN KazSSR. Ser. geol. **1959**. № 3(36). S. 82-87. (in Russ).
- 15 Ermilova L.P. *Mineraly molibdeno-vol'framovogo mestorozhdenija Karaoba v Central'nom Kazahstane*. M.: Nauka AN SSSR, **1964**. 174 s. (in Russ).
- 16 Metallogeniya Kazahstana. *Rudnye formacii. Mestorozhdeniya rud zheleza i marganca*. Alma-Ata: Izd. AN KazSSR «Nauka», **1982**. 208 s. (in Russ).
- 17 Chuhrov F.V., Shlajn L.B. *Ob izmenenijah veshhestvennogo sostava pri grejzenizacii granitoidov Kounradskogo massiva*. Izv. AN SSSR. Seriya geol. **1962**. Vyp. 9. S. 27-46. (in Russ).

## Резюме

*Н. Қ. Құдайбергенова, М. М. Стецюра, У. Ю. Юсупова,  
О. С. Фазылова, В. А. Семашко, Н. А. Шәріпова*

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

### ҚАЗАҚСТАН КЕНОРЫНДАРЫНДАҒЫ ИЛЬМЕНИТ МИНЕРАЛЫ

Мақалада Қазақстанның ильменитті минерализациясына геолог-ғалымдардың көптеген жылдар аралығында жүргізген ғылыми-зерттеу жұмыстарының ең қолайлы мәліметтері толық берілген, ғылыми-зерттеліп қортындыланған фактілі материалдардың нәтижелері біздің редакциялық, үлгі суреттер және жете талданған химиялық зерттеулермен толықтырылды. Республиканың минералогиясының бірегейлі мәліметтерін ғылыми дәрежеде талдап-зерттеу және жүйелі түрде қамту қажеттілігі алғаш рет «Қ. И. Сәтбаев атындағы ГҒИ» ЖШС-ғы Қазақстан минералдар эталондарын жүйелеу секторының тас қоры базасында жүргізіліп отыр. Осындай еңбектерді қамту барысында байқайтынымыз, жұмыс ғылыми классикалық маңызға ие және еліміздің беделін көтереді.

**Тірек сөздер:** ильменит, темір, титан, кенорын, минералды ассоциация, аксессуар минералы, шашылымдар, химиялық құрам.

## Summary

*N. K. Kudaybergenova, M. M. Stetsyura, U. Yu. Yusupova,  
O. S. Fazylova, V. A. Semashko, N. A. Sharipova*

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

### ILMENITE MINERAL IN DEPOSITS OF KAZAKHSTAN

The article shows the most complete data on ilmenite mineralization of Kazakhstan on the results of actual research information of geologists obtained during different years, with our editorial additions and chemical analyses. Necessary scientific and analytical research and system syntheses of unique material on the mineralogy of the Republic of Kazakhstan are conducting for the first time on the basis of the stone fund of the systematizing sector of mineral standards (LTD «Institute of geological sciences named after K. I. Satpayev»). Generalizations of this level are scientific classic, which raise the prestige of the state.

**Keywords:** ilmenite, iron, titanium, deposits, mineral associations, accessory mineral, fields, chemical composition.

*Поступила 10.09.2014 г.*

УДК 556.3:556.11:574

В. И. ПОРЯДИН

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

## ЭКОСИСТЕМНЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА: МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ

**Аннотация.** Экосистемные ресурсы подземных вод рассматриваются в качестве аналога естественных ресурсов подземных вод, подчеркивая их генетическую связь с экосистемами Земли, неотъемлемой составной частью которых они и являются в качестве необходимого компонента функционирования экосистем. Оценка ресурсов основана на анализе уравнения водного баланса.

**Ключевые слова:** экосистемы, водный баланс, подземные воды, ресурсы.

**Тірек сөздер:** экожүйелер, су теңгерімі, жерасты сулары, ресурстар.

**Keywords:** ecosystems, water balance, underground water, resources.

**Введение.** Экосистемные ресурсы подземных вод рассматриваются в настоящем исследовании в качестве аналога естественных ресурсов подземных вод, подчеркивая, тем самым, генетическую связь последних с экосистемами Земли, неотъемлемой составной частью которых они и являются в качестве необходимого компонента функционирования экосистем.

Вместе с тем, как доказано Б.И.Куделиным [1] естественные ресурсы подземных вод являются аналогом подземного (грунтового и артезианского) стока, как результат, с одной стороны, проявления сложного его взаимодействия с поверхностным стоком, выдвинутого в качестве гипотезы в начале 40-х годов XX-го столетия Ф.П.Саваренским, а с другой, как отражение единства природных вод Земли в качестве единой ее гидросферы.

Наиболее существенными результатами исследований по проблеме взаимосвязи подземного и поверхностного стока являются: разработка классификации подземного питания рек; становление закономерностей (динамики) подземного стока в реки из разных водоносных горизонтов, участвующих в подземном питании рек; разработка комплексного гидролого-гидрогеологического метода генетического расчленения гидрографа общего стока рек и выделение на нем подземной составляющей; разработка уравнений полного среднего многолетнего водного баланса речных бассейнов с выделением в качестве члена водного баланса артезианского (глубокого) подземного стока [1].

При всей позитивности гидролого-гидрогеологического метода оценки естественных ресурсов подземных вод, в этих разработках, однако, отсутствует экологическая направленность этой оценки, характеризующая функционирование биосферы, активной составной частью которой является человек и для которого биосфера является одним из источников его антропоцентрического существования.

Следовательно, экосистемные ресурсы подземных вод должны отражать по сути своей подземный сток, учение о котором находится на стыке трех наук: гидрологии, гидрогеологии и геоэкологии, составляя в конечном итоге *гидролого-гидрогеоэкологическое направление* изучения подземного стока в качестве естественных ресурсов подземных вод.

**Теория.** В статье «Конвенции ООН о биологическом разнообразии» [2], принятой с целью сохранения биологического разнообразия, устойчивого использования его компонент и совместного получения на справедливой и равной основе выгод, связанных с экосистемным использованием генетических ресурсов Земли, говорится: «*Экосистема* означает динамический комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также их неживой окружающей среды,

взаимодействующих как единое функциональное целое». Следовательно, в экосистеме выделяется два комплекса экологических факторов – биотический и абиотический (окружающая среда), обладающие взаимодействующими, взаимопроникающими ресурсами биотического и абиотического содержания, соответственно.

В комплексе абиотических факторов ведущее значение занимают водные ресурсы – без воды невозможно существование растительности и живых организмов (биосферы), поскольку вода является средой, в которой происходят биохимические реакции и превращения, обеспечивающие существование биосферы (у наземных животных содержание воды в организме достигает 45÷95%); следовательно, вода является самым ценным и самым необходимым веществом биосферы.

Исключительная роль воды и ее ресурсов на Земле постоянно звучит в многочисленных решениях ООН и саммитов, проводимых G8 по экосистемным проблемам и устойчивому развитию человечества, например, WENAB (Water and Sanitation, Energy, Health, Agriculture, Biodiversity) [3].

Действительно, в результате бума технической революции слишком сильно стали проявляться последствия глобального техногенного потепления и загрязнения окружающей среды. Поэтому ныне ведущим трендом становятся «зеленые» технологии, оказывающие позитивное влияние на экосистемы, в числе которых главенствуют водные ресурсы.

Водная оболочка Земли, именуемая гидросферой – в составе абиотических факторов – занимает три четверти поверхности земного шара. Из-за испарения гидросфера теряет больше воды, чем получает с осадками, хотя на суше Земли – положение обратное; в целом, вода, непрерывно перемещаясь на земном шаре в сложном гидролого-гидрогеологическом цикле, сохраняет общее свое количество неизменным, существуя одновременно в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном.

Особенности водного баланса суши определяются круговоротом воды гидросферы Земли – гидролого-гидрогеологическим циклом, функционирующим под влиянием энергии Солнца в трех видах: большом (глобальном), малом (океаническом) и континентальном круговороте (рисунок 1).

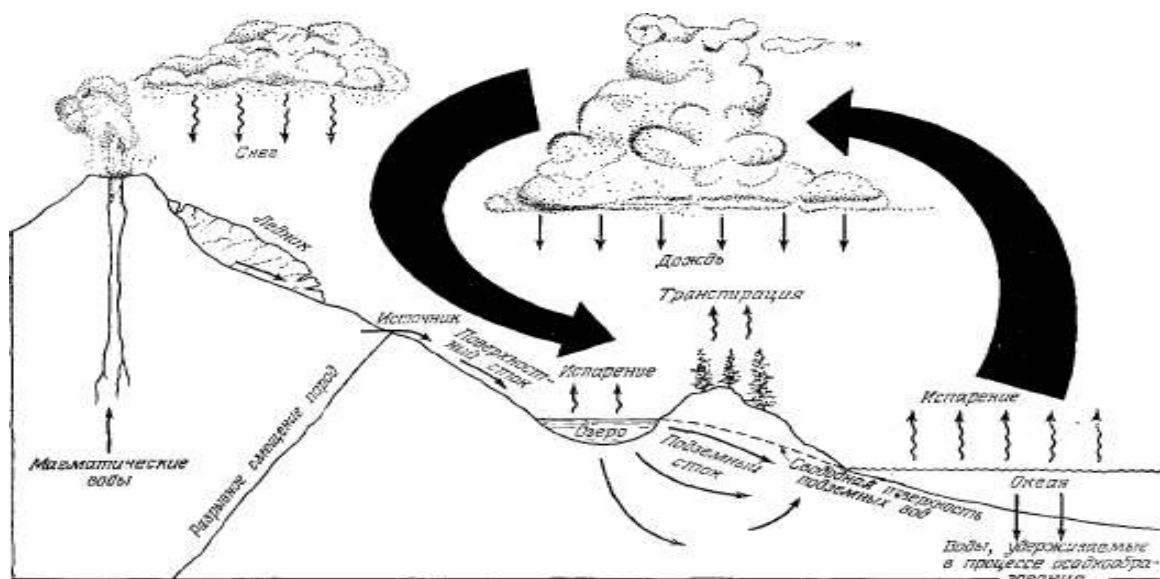


Рисунок 1 – Круговорот воды в природе – гидролого-гидрогеологический цикл [4]

Особенности водного баланса поверхности суши, контролируемого термическим режимом солнечной радиации, определяются основным дифференцированным уравнением водного баланса суши:

$$E = P - R, \quad (1)$$

где  $E$  – эвапотранспирация (физическое испарение, сублимация и транспирация, движущей силой которой является градиент сосущей силы в системе почва-растение-атмосфера),  $P$  – осадки,  $R = (S + U)$  – сток ( $S$  – поверхностный,  $U$  – подземный). В течение года с поверхности Земли в



среднем испаряется  $1030 \text{ мм/км}^2$  воды. Испарение и испаряемость совпадают над океанами в экваториальных широтах –  $1500 \div 2000 \text{ мм/год}$ , а на суше испаряемость превышает испарение в разы. В аридных условиях суши, где ведущим расходным элементом водного баланса становится физическое испарение – ее величина соизмерима с атмосферными осадками, составляя порядка  $100 \text{ мм/год}$ .

Рассмотрение водного баланса суши сводится к проблеме взаимосвязи подземных и поверхностных вод – составных частей гидросферы суши, базируется на обозначенной Ф.П. Саваренским (1944 г.), а в дальнейшем обстоятельно рассмотренной и теоретически обоснованной Б.И.Куделиным (1960, 1966 гг.) *гидролого-гидрогеологической модели* (методе) формирования *подземного стока*, основывающейся на анализе общего поверхностного стока реки путем генетического расчленения ее гидрографа с учетом гидрогеологического строения речных бассейнов и закономерностей режима подземного стока всех водоносных горизонтов, участвующих в подземном питании рек.

Метод Б.И.Куделина фактически зиждется на уравнении водного баланса (1), приходную часть которого составляют атмосферные осадки, а расходную – поверхностный и подземный сток, испарение, транспирация и сублимация, причем элементы эвапотранспирации явно не анализируются и не оцениваются при генетическом расчленении гидрографа реки, поскольку речной сток – это интегральный показатель формирования водного баланса речного бассейна в целом, отражающий как поверхностную, так и подземную ветви единого *биосферного гидролого-гидрогеологического цикла водообмена*. Вместе с тем, расход реки – единственная надежно и достоверно определяемая воднобалансовая характеристика речного бассейна.

Атмосферные осадки, выпадающие на поверхность суши в процессе глобального круговорота, обеспечивают расходную часть водного баланса и подразделяются на две части. Часть выпадающих атмосферных осадков, поступающая в подземную гидросферу, именуется *инфильтрационным питанием подземных вод* (инфильтрацией), характеризуя в среднемноголетнем периоде норму питания, составляющую *естественные ресурсы подземных вод* [1]. Другая часть – не просочившихся вглубь земли атмосферных осадков, образует поверхностный сток рек, величина которого колеблется в разрезе года от паводкового максимума до меженного минимума, обеспечивая гидравлическую взаимосвязь подземных вод с рекой.

Суть этой взаимосвязи состоит, прежде всего, в существовании естественно обусловленного так называемого «отрицательного» подземного питания рек – потерь речного стока на питание подземных вод, которое может носить как сезонный, так и постоянный характер. С явлением временных потерь речного стока на инфильтрацию в берега и их возврата снова в реку в период весенних половодий связано важное для проблемы подземного питания рек так называемое «береговое регулирование поверхностного стока», при этом динамика (режим) подземного (грунтового и артезианского) стока в реку, зависит от типа гидравлической связи подземных вод с рекой: для гидравлически связанных – максимум поверхностного стока соответствует минимуму подземного стока (асинхронный режим уровня); для гидравлически не связанных – максимумы и минимумы поверхностного и подземного стока по времени совпадают (синхронный режим уровня) [1].

Инфильтрационное питание подземных вод, обеспечивающее функционирование подземного стока, формируется под воздействием процессов трансформации влаги на поверхности земли и в зоне аэрации, включающих задержки осадков растительностью и их испарения, накопления в виде снега, таяния и образования поверхностного стока.

Основными природными факторами формирования инфильтрационного питания являются: тип ландшафта (лес, степь, пустыня, акватория, урбанизированная территория и др.); литологический состав почвенного покрова (песчано-супесчаный, супесчано-суглинистый, суглинистый, глинистый, скальный); орография (низменность, мелко-, средне- и высокогорье, межгорная впадина); рельеф (водораздел, склон долины и его экспозиция); гидрогеологические (глубина УГВ и условия дренирования); метеорологические (осадки, температура, влажность, солнечная радиация).

Разнообразие природных факторов и их набора определяет многообразие формирования инфильтрационного питания и, в конечном итоге, его величину, которая характеризуется *коэффициентом подземного стока* годового или среднемноголетнего содержания в качестве доли

(части) общей суммы атмосферных осадков и конденсации, подчиненных, в целом, закономерностям широтной географической зональности и вертикальной орографической поясности – увеличение модуля подземного стока с высотой в горных сооружениях, синхронное увеличению количества – так называемых «орографических» атмосферных осадков.

Среднемноголетнее годовое инфильтрационное питание подземных вод на площади речного бассейна в естественных условиях расходуется на подземный сток и разгрузку подземных вод, основными формами которой являются русловое и родниковое дренирование (рисунок 2) и эвапотранспирация.

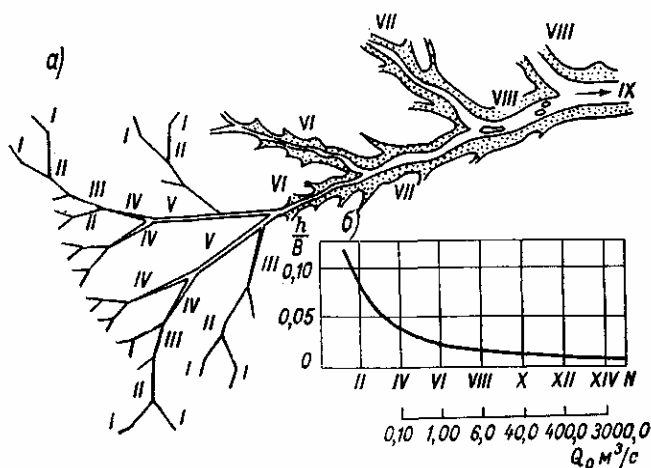


Рисунок 2 – Структура и морфологические характеристики речной сети: а – схема речной системы; б – зависимость относительной глубины ( $h/B$ ) от порядка потока ( $N$ ) и среднего годового расхода ( $Q_0$ ); I–VIII – порядки естественных потоков [5]

Ввиду равенства приходной и расходной статей водного баланса за многолетний период суммарное питание подземных вод равно их суммарной разгрузке. Следовательно, суммарное питание подземных вод может быть оценено по сумме расходных элементов водного баланса: физическому испарению и транспирации, родниковому стоку и разгрузки в поверхностные водотоки и водоемы, оттоку в смежные гидрогеологические системы и др.

В практике расчленения гидрографа рек, как основы гидролого-гидрогеологической модели формирования естественных ресурсов подземных вод, суммарное питание – приходная часть баланса, определяется по расходной статье баланса – подземному стоку в реки в период межени [1]. При этом в расходной части естественным образом учитывается эвапотранспирация – расход подземного стока на физическое испарение, сублимацию и транспирацию, в том числе наиболее интенсивно протекающие в пределах интразональных ландшафтов (пониженные участки территорий: поймы рек, межбарханные понижения, приозерные и приморские котловины и др.), а также межпластовые перетоки в выше- и нижезалегающие водоносные горизонты и разгрузка подземного стока за пределами территории, где происходит их питание.

Русловая сеть речного бассейна (рисунок 2) в зависимости от литологического состава пород, орографии, растительного покрова и количества выпадающих осадков имеет различную разветвленность – густоту речной сети  $d$ , которая определяется отношением длины всех водотоков

речного бассейна  $\sum_n L_n$ , к площади этого бассейна  $F$ , т.е.  $d = \left( \sum_n L_n \right) / F$ , причем на всей площади

$F$  число таких водотоков  $n$ , каждый длиной  $L_n$ .

Схема дренирования подземных вод (рисунок 3) реками различного порядка (рисунок 2), свидетельствует, что модуль разгрузки подземных вод в реки имеет тенденцию увеличения с ростом размеров речного бассейна. При этом полное дренирование водоносных комплексов происходит в бассейнах (различных географических зон), размеры которых превышают 1000÷2000 км<sup>2</sup>. Следовательно использование гидролого-гидрогеологического метода Б.И. Куделина [1], подразумевающее

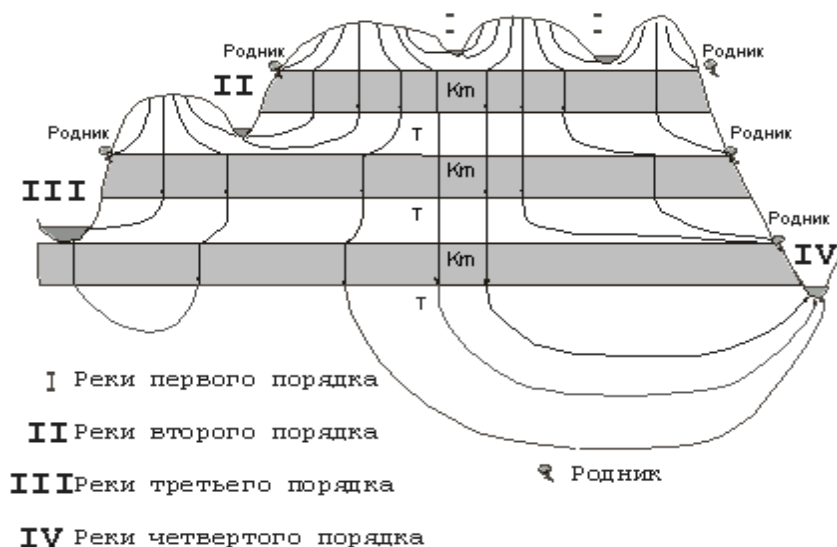


Рисунок 3 – Схема дренирования подземных вод реками различного порядка [6]

условия полного дренирования гидрогеологического разреза, существенно ограничивает, по мнению И.С.Пашковского [5], возможность использования гидрологической информации по речным бассейнам площадью менее  $1,5 \div 2$  тыс. км<sup>2</sup>.

Эта закономерность, выявленная для рек Центральных районов Европейской части России [6], присуща, как нам представляется, всем речным системам Евразии и связана с характером соотношения вертикальных и горизонтальных фильтрационных проводимостей комплекса водоносных горизонтов зоны интенсивного водообмена и базисов дренирования рек различного порядка, отражена коэффициентом перетекания

$$B = (Tm/k)^{1/2},$$

где  $T$  – среднее значение водопроницаемости водоносных горизонтов,  $m$  – мощность слабопроницаемых слоев,  $k$  – их коэффициент фильтрации.

При этом с ростом коэффициента перетекания, т.е. с уменьшением проводимости слабопроницаемых слоев, увеличивается роль верхних водоносных горизонтов в дренировании всей системы и уменьшается роль нижних горизонтов. Полное дренирование системы происходит при площади водосбора  $F = 1000 \div 2000$  км<sup>2</sup>. Эта ситуация удовлетворяет критерию

$$L > 5B,$$

где  $L$  – характерный размер бассейна. При выполнении этого критерия имеем

$$F > (5B)^2,$$

что дает

$$F > 1600 \text{ км}^2.$$

Из полученных результатов следует зависимость доли подземного питания малых рек от коэффициента перетекания: рост этой доли наблюдается с уменьшением проницаемости слабопроницаемых слоев. При значениях коэффициента перетекания  $B < 8 \div 10$  км на питание малых рек расходуется половина ресурсов, а остальная часть ресурсов разгружается средними и крупными реками.

Подземные воды и биотическая компонента экосистем находятся в постоянном взаимодействии, что отражено в уравнении водного баланса (1) эвактранспирационным членом. Режим этого взаимодействия в естественных условиях функционально зависит от гидротермических условий, характера почв, растительного покрова и гидролого-гидрогеологических факторов – уровней воды,

глубин ее залегания, амплитуд колебаний уровней воды, геохимического состава вод, интенсивности водообмена и др., что отражается в водно-балансовом разнообразии и, как следствие, ландшафтном многообразии. Следовательно, в основу районирования экосистемных ресурсов подземной составляющей стока – естественных ресурсов подземных вод, должно быть положено ландшафтное многообразие, функционально зависящее, прежде всего, от гидротермического режима и орографии.

Замыкание уравнения водного баланса, в том числе с учетом антропогенеза, возможно для конкретного ландшафта только при исследовании (и моделировании) его территории площадью более 2000 км<sup>2</sup> с рассмотрением всех водоносных горизонтов, вовлеченных в процесс водообмена и эксплуатации. Эта задача может быть решена на региональных моделях подземных вод зоны интенсивного водообмена на базе данных режимной сети водно-балансовых полигонов за многолетний период с использованием данных инфильтрационного питания подземных вод как функции глубины их залегания, ландшафтных и геоботанических данных связи между растительностью и характером водного режима почв и зоны аэрации, определяющих инфильтрационную способность почвы как максимальную скорость, с которой почва может поглотить атмосферные осадки в условиях гидрологического цикла [7].

Методические принципы региональной оценки среднемноголетнего инфильтрационного питания и естественных ресурсов подземных вод на основе экосистемного подхода, описывающих воднобалансовые процессы в границах водохозяйственных бассейнов включают: выделение основных факторов, определяющих региональную неоднородность формирования инфильтрации на рассматриваемой территории; районирование территории по комплексу метеорологических, ландшафтных, почвенных, гидрологических и гидрогеологических факторов, формирующих типовые условия инфильтрационного питания; построение карт среднемноголетнего инфильтрационного питания и оценка естественных ресурсов подземных вод.

Методы оценки инфильтрационного питания и естественных ресурсов подземных вод разделяются на региональные (площадные) и локальные (точечные). Первую группу образуют методы: балансовый – решение дифференцированного уравнения водного баланса; гидролого-гидрогеологический – генетическое расчленение гидрографа реки, разработанный Б.И. Куделиным; гидродинамический – решение обратных задач геофильтрации, представленные в работах Н.Н. Веригина, В.А. Всеволожского, И.К. Гавич, Р.Г. Джамалова, И.С. Зекцера, Н.И. Коронкевича, Б.И. Куделина, А.В. Лебедева, Н.А. Лебедевой, М.И. Львовича, В.М. Шестакова, В.М. Шестопалова и др. Все эти методы имеют ряд ограничений, лимитирующих их практическое использование [7].

Основные погрешности балансового метода определения инфильтрационного питания связаны с учетом и расчетами эвапотранспирации, которые могут быть соизмеримы с величиной инфильтрационного питания. Основные проблемы определения инфильтрационного питания гидродинамическим методом связаны с неопределенной погрешностью оценки геофильтрационных параметров. Региональные методы, как правило, позволяют оценить лишь интегральные величины инфильтрационного питания и естественных ресурсов подземных вод, не отражая площадную неоднородность инфильтрационного питания, связанную с различием ландшафтных условий в границах речного бассейна, а также внутригодовую (сезонную) динамичность его формирования.

Локальные методы оценки инфильтрационного питания представлены экспериментальными (лизиметрическими, изотопными, тензиометрическими, влажностными, гидрогеотермическими) исследованиями (В.В. Бадов, Н.Е. Дзекун, И.Е. Жернов, И.С. Пашковский, В.Н. Чубаров, В.Б. Чулаевский, В.М. Шестаков, С.Р. Amerman, G.N. Delin, D. Hillel, J.C. Vogel, M. H. Young и др.), методами расчетов влагопереноса в зоне аэрации, представленными в работах Л.М. Рекса, И.С. Пашковского, М. Th. Van Genuchten, J. Šimůnek и др., а также расчетами инфильтрационного питания по данным режимных наблюдений за уровнями подземных вод в скважинах (Н.Н. Биндеман, В.С. Ковалевский, G.N. Delin и др.). Все они характеризуют величину инфильтрационного питания непосредственно на участке проведения эксперимента [7].

В связи с этим возникает объективная сложность, ограниченность, либо проблематичность их использования для расчетов среднемноголетних обеспеченных величин ресурсов подземных вод отдельных территорий, а тем более для региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. Избежать эти сложности позволяет лишь водно-балансовый подход.

Действительно, формирование инфильтрационного питания – естественных ресурсов подземных вод в качестве обеспеченного суммарным питанием среднесезонного расхода потока зоны интенсивного водообмена, определяется *дифференцированным уравнением водного баланса на поверхности суши* (на континентах Земли), отображающим глобальный биогидрологический цикл круговорота вещества биогидросферы континентов Земли (часть биосферы В.И.Вернадского) под влиянием энергии Солнца и жизнедеятельности биогеоценозов (экосистем) в виде

$$P = S + U + E,$$

где  $P$  – осадки,  $S$  – поверхностный (паводковый) речной сток,  $U$  – подземный сток в реки,  $E$  – суммарное испарение (эвапотранспирация),  $S + U = R$  – полный речной сток (водный баланс континентов начал изучаться в XVIII веке на основе уравнения  $P = R + E$ ).

Из основного дифференцированного уравнения водного баланса, приведенного выше, следуют выражения [5]:

$$W = P - S = U + E; K_U = U/W; K_E = E/W,$$

где  $W$  – валовое увлажнение почвы, обеспечивающее функционирование наземных биогеоценозов,  $K_U = U/W$  – коэффициент питания рек подземными водами, показывающий какая часть инфильтрации формирует подземный сток в реки,  $K_E = E/W$  – коэффициент испарения.

Валовое увлажнение территории, кроме расхода дождевых и снеговых вод на инфильтрацию почвенным покровом, включает также испарение с водной поверхности – испаряемость и испарение воды, смачивающей растения. Эти два источника расходования осадков существенны в районах с большим распространением озер и лесов. В степной и лесостепной зонах валовое увлажнение территории практически соответствует расходованию воды на увлажнение почвенного покрова.

Количественная оценка инфильтрационного питания и естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена основанная на изучении балансовых составляющих *питания-разгрузки* подземных вод, является методически наиболее корректной.

Основные сложности использования балансового метода, основанного на решении уравнения общего водного баланса поверхности суши, заключаются в адекватности оценки эвапотранспирации. По некоторым оценкам величины ошибок составляют 12÷17% и соизмеримы с оцениваемой величиной [6].

Для исключения подобных ошибок обратимся к анализу *дифференцированного уравнения водного баланса на поверхности суши* в период межени, когда поверхностный сток минимален  $S_{min}$  и формируется за счет подземного стока межени  $U_{меж}$  и эвапотранспирации  $E$ . С этой целью преобразуем уравнение (1) к виду

$$R = 2S_{min} + E = 2U_{меж} + E,$$

откуда следует

$$S_{min} = U_{меж}.$$

Следовательно среднесезонную величину эвапотранспирации  $E_{см}$  в период межени можно получить на основе среднесезонных данных  $R_{см}$  и  $S_{см}$ , поддающихся расчетам по данным многолетнего гидрологического мониторинга (таблица):

$$E_{см} = R_{см} - 2S_{см} = R_{см} - 2U_{см}.$$

При условии

$$U_{см}/R_{см} = 0,5, \text{ т.е. } R_{см} = 2U_{см},$$

имеем

$$E_{см} = 0,$$

поскольку в период зимней межени физическое испарение (преимущественно путем сублимации) и транспирация принимают минимальные значения, либо равны нулю.

## Среднегодовое значения водного баланса по ВХБ РК

Водохозяйственный бассейн (ВХБ)	Река	*Площадь бассейна реки, тыс. км <sup>2</sup>	*Расход реки R, м <sup>3</sup> /с	*Коэффициент подземного питания реки, $K_{п.п} = U/R$ , д.е.	Подземный сток в реки U, м <sup>3</sup> /с	Модуль, л/с-км <sup>2</sup>			Коэффициент питания рек подземными водами $K_U = U/W$ , д.е.	Коэффициент испарения $K_E = E/W$ , д.е.
						подземного стока $\mu_U$	суммарного испарения $\mu_E$	увлажнения почвы $\mu_W$		
Жайык-Жемский	Жайык	231	355	0,20	71	0,30	0,92	1,23	0,24	0,75
	Елек	41,3	20,8	0,25	5,2	0,25	0,25	0,37	0,67	0,67
	Караозен	10,7	10,8	0,15	1,62	0,15	0,71	0,86	0,17	0,82
	Сарыозен	12,6	5,2	0,10	0,52	0,04	0,33	0,37	0,11	0,89
Тобыл-Есильский	Тобыл	395,0	29,0	0,15	4,35	0,01	0,05	0,06	0,18	0,83
Ертисский	Буктырма	12,7	238,0	0,35	83,3	6,6	5,6	12,16	0,21	0,46
	Ульби	4,9	102,0	0,25	25,5	5,2	10,4	15,60	0,16	0,67
	Селеты	18,5	7,0	0,125	0,88	0,05	0,28	0,33	0,15	0,85
Нура-Тенизский	Нура	55,1	17,7	0,075	1,33	0,02	0,27	0,29	0,1	0,93
	Куланотпес	13,9	5,9	0,08	0,47	0,03	0,37	0,40	0,07	0,93
Балхаш-Алакольский	Шарын	7,7	36,0	0,55	19,8	2,6	0,47	2,57	1,01	0,18
	Аягоз	15,7	8,7	0,15	1,31	0,08	0,39	0,47	0,17	0,83
	Лепси	9,5	24,2	0,25	6,05	0,64	1,27	1,91	0,33	0,66
	Каратал	14,2	62,0	0,45	27,9	2,0	0,44	2,40	0,83	0,18
	Токырауын	21,1	1,98	0,20	0,40	0,02	0,06	0,07	0,28	0,86
	Баканас	25,1	3,3	0,10	0,33	0,01	0,1	0,11	0,91	0,91
Арало-Сырдарьинский	Арыс	14,9	36,0	0,50	18,0	1,2	0	1,21	0,99	0
	Шу	148,0	70,0	0,40	28,0	0,20	0,09	0,28	0,71	0,32
	Торгай	157,0	8,5	0,20	1,70	0,004	0,03	0,04	0,1	0,75
	Кенгир	18,4	4,32	0,05	0,22	0,01	0,21	0,22	0,04	0,95
	Улы-Жыланшик	26,0	3,52	0,10	0,35	0,01	0,11	0,12	0,83	0,92
	Сарысу	76,6	3,1	0,125	0,39	0,005	0,03	0,03	0,17	1,0

\*Данные Национального Атласа Республики Казахстан. Том 1. С. 74-75: «Гидрографическая сеть» [9].

Можно принять в качестве начального условия

$$E_{см} = 0,$$

и при анализе водно-балансового уравнения (1) прийти к аналогичному выводу:

$$U_{см}/R_{см} = 0,5, \text{ т.е. } R_{см} = 2U_{см},$$

принятого в качестве исходного условия в первом случае.

Итак, доля среднегодовой величины межennaleго стока – подземного стока в реку  $U_{см}$ , в среднегодовой величине речного стока  $R_{см}$  не может превышать 50%, т.е.:

$$U_{см}/R_{см} \leq 0,5.$$

Заметим, однако, что случаи

$$U_{см}/R_{см} \geq 0,5$$

отмечены в горных территориях Тянь-Шаня и Жонгарьи, а также на Памире, Камчатке [1]. В настоящей работе подобные случаи имеют место в бассейнах рек Шарын и Арыс, принадлежащих горным территориям Тянь-Шаня (таблица) и, вероятно, обязаны ледниковому питанию стока этих рек (таблица).

Необходимо отметить, что все речные системы, приведенные в таблице, отвечают критериям  $L > 5B$  и  $F > (5B)^2$ , при этом оценки усредненных среднегодовых значений модулей (л/с-км<sup>2</sup>) подземного стока  $\mu_{п.с}$ , эвапотранспирации  $\mu_E$  и валового увлажнения почвы  $\mu_W$ , обеспечивающих

функционирование наземных экосистем по площади речного бассейна, свидетельствует, что максимальные значения модуля подземного стока ( $5,2 \div 6,6$ ), эвапотранспирации ( $5,6 \div 10,4$ ) и валового увлажнения почвы ( $12,2 \div 15,6$ ) отвечают горным территориям Алтая (рр. Буктырма, Ульби), а минимальные ( $0,004 \div 0,005$ ),  $(0,03)$  и  $(0,03 \div 0,04)$ , соответственно – пустынным территориям (рр. Торгай, Сарысу и др.), для которых характерны максимальные значения коэффициента испарения ( $0,9 \div 1$  д.е.). Все эти показатели, как в целом, так и в частности, отвечают природным условиям формирования экосистемных ресурсов подземных вод – подземного стока, конкретных гидрогеоэкологических систем Казахстана.

На современном уровне изученности поверхностных вод Казахстана, норма стока всех его рек оценивается величиной  $102,3 \text{ км}^3/\text{год}$ , из которых  $57,6 \text{ км}^3/\text{год}$  формируется на территории республики и  $44,7 \text{ км}^3/\text{год}$  – в сопредельных государствах ( $20,4 \text{ км}^3/\text{год}$  – в Китае,  $14,4 \text{ км}^3/\text{год}$  – в Узбекистане,  $7,01 \text{ км}^3/\text{год}$  – в России,  $2,59 \text{ км}^3/\text{год}$  – в Киргизии).

Суммарные ресурсы поверхностных вод Республики Казахстан (бытовой сток) за период 1974–2008 гг. составляют  $91,3 \text{ км}^3/\text{год}$  (50% обеспеченности), из которых  $44,3 \text{ км}^3/\text{год}$  поступает из сопредельных государств, а  $47,0 \text{ км}^3/\text{год}$  составляет местный сток. Суммарные ресурсы поверхностных вод Республики Казахстан (бытовой сток) за период 1974–2008 гг. (ресурсы речного стока) уменьшились на  $23,8 \text{ км}^3/\text{год}$  (21%), в том числе трансграничного стока – на  $15,9 \text{ км}^3/\text{год}$  (26%), местного стока – на  $7,9 \text{ км}^3/\text{год}$  (14%) [10].

С учетом высокой степени уязвимости природной среды и отраслей экономики Казахстана к возможным изменениям речного стока стратегия устойчивого водообеспечения республики должна быть ориентирована на неблагоприятное сочетание двух дестабилизирующих факторов: климатически обусловленным изменениям местного (автохтонного) стока (10–20%) и антропогенным сокращением трансграничного (аллохтонного) стока (до 50%) [10].

При неблагоприятной реализации климатических и трансграничных гидрологических угроз в перспективе реально уменьшение ресурсов речного стока в целом по Казахстану к 2020 г. до  $81,6 \text{ км}^3/\text{год}$ , в том числе трансграничного – до  $33,2 \text{ км}^3/\text{год}$ , местного – до  $48,3 \text{ км}^3/\text{год}$ ; к 2030 г. – соответственно  $72,4$ ;  $22,2$  и  $50,2 \text{ км}^3/\text{год}$ . Наиболее зависимыми от трансграничного стока являются Арало-Сырдаринский (89%), Жайык-Каспийский (79%) и Шу-Таласский ВХБ (76%) [10].

В процессе круговорота воды в природе поверхностные воды речных бассейнов гидравлически связаны с подземными водами, образуя единый водный потенциал республики. Анализ дифференцированного уравнения водного баланса свидетельствует, что доля среднесуточной величины межзонального стока – подземного стока в реки  $U_{см}$ , в среднесуточной величине речного стока  $R_{см}$  не может достигать, тем более, превышать 50%. Следовательно, объем подземного стока республики не может превышать  $51,15 \text{ км}^3/\text{год}$  ( $47,3 \text{ км}^3/\text{год}$  при 50% обеспеченности), надежно обеспечивая потребности питьевого водоснабжения всех регионов Казахстана, реализуемые (2011–2020 гг.) республиканской программой «Ақ бұлақ» [11].

Оценки естественных ресурсов подземных вод, осуществленные в Институте гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР под руководством У.М. Ахмедсафина в 1964 и 1970 годах [12, 13] составили  $37,84$  и  $48,3 \text{ км}^3/\text{год}$  (в том числе транзитный  $4,6 \text{ км}^3/\text{год}$ ), соответственно. Оценка естественных ресурсов подземных вод, выполненная в ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахмедсафина» Ж.С. Сыдыковым (2010 г.) составила  $44,7 \text{ км}^3/\text{год}$ . Таким образом, лишь последние две оценки (1970 и 2010 гг.) согласуются с вышеприведенными теоретическими оценками автора настоящей статьи.

Перспективное освоение разведанных запасов подземных вод в объеме  $15,44 \text{ км}^3/\text{год}$  по республиканской программе «Ақ бұлақ» приведет, вследствие гидравлической связи поверхностных и подземных вод, к сокращению ресурсов (ущербу) речного стока до  $5 \text{ км}^3/\text{год}$  [11], причем наиболее существенное влияние на речной сток окажут инфильтрационные водозаборы в речных долинах.

Забота об окружающей среде набирает все большие масштабы, как в целом мире, так и в Казахстане. Возобновляемые ресурсы речного стока Казахстана являются неотъемлемым компонентом окружающей природной среды, обеспечивая устойчивость водно-солевого режима внутренних и окраинных водоемов, обводнение речных пойм и дельт и в целом поддержание водно-ресурсного равновесия территории республики путем нормирования экологического спроса на водные ресурсы. Последнее устанавливается политическим решением исходя из необходимости

сбалансирования экологических, социальных и экономических целей развития страны. Со временем установленные константы могут изменяться в сторону, как ужесточения, так и смягчения порога допустимых антропогенных нагрузок.

Устойчивое водообеспечение республики предполагает гармонизацию двух подходов к водопользованию: экосистемный подход, диктуемый экологическими нормативами, обеспечивающими охрану окружающей среды [14], с одной стороны, запросы социально-экономического развития – с другой. Рекомендуемый подход не идентичен доктрине сохранения естественного состояния водно-ресурсного равновесия, которое в условиях реально существующего водопользования представляется утопичным [10].

В настоящее время для речных вод Казахстана установлены нормативы экологического стока рек, позволяющие сохранить состояние устойчивого равновесия водных экосистем: экологического потенциала – 37%, производственного ресурса – 63% от нормы стока [9]. Экологический сток определяется индивидуально для каждой конкретной реки и ВХБ.

На основе анализа проектных и научно-исследовательских разработок установлен экологический спрос природно-хозяйственных систем республики на водные ресурсы в объеме 64,2 км<sup>3</sup>/год, включающий потребности природных объектов, в том числе обязательные трансграничные попуски, а также непроизводительные потери как ограничение производственного использования водных ресурсов [10].

Учитывая генетическую взаимосвязь поверхностных и подземных вод, крайне важно установление нормированного экологического потенциала и для подземного стока в части его использования при эксплуатации его ресурса, в том числе, в условиях вынужденного замещения в будущем ресурсов поверхностных вод подземными, обеспечивающего сохранение биоразнообразия и устойчивое развитие республики с учетом гарантированной водообеспеченности природно-хозяйственных систем республики на длительные сроки, поскольку состояние и перспективы водообеспечения Казахстана вызывают серьезную обеспокоенность.

Нормированный подземный экологический сток должен удовлетворять следующим условиям: обеспечения достаточного для наземной биоты валового увлажнения почвы, для функционирования наземных биогеоценозов во всем объеме жизненного пространства; он должен быть переменным во времени внутри года, как это наблюдается в естественных условиях; обеспечивать сохранение параметров подземного стока в пределах диапазона его оптимальных значений (УГВ и пьезоуровней, а также солевого режима для бассейнов грунтовых вод и артезианских бассейнов).

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Куделин Б.И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. – М.: МГУ, 1960. – 308 с.
- 2 Конвенция ООН о биологическом разнообразии. – Найроби (Кения), 12 мая 1992 г.
- 3 Доклад Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию. – Йоханнесбург (Южная Африка), 26 августа – 4 сентября 2002 года.
- 4 Гидрогеология. Курс лекций Стенфордского университета: [www. Geohydrology.ru](http://www.Geohydrology.ru).
- 5 Гидрология реки: <http://gendocs. Ru/v 2330/ 7>.
- 6 Пашковский И.С. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод в окружающей среде // 2-я конференция пользователей и партнеров «Геолинка». – М.: ИНФОКОМГЕО, 2001. – С. 36-40.
- 7 Пашковский И.С. Разработка геофильтрационных моделей системы «зона аэрации – грунтовые воды» и их применение при изучении взаимосвязи подземных и поверхностных вод: Дис. ... д. г.-м. н. – М.: МГУ, 1985. – 406 с.
- 8 Калугин С.К. Опыт разведки и определения запасов подземных вод Джезказган-Улутауского района // Водные ресурсы Казахстана. – Алма-Ата: АН Каз ССР, 1957. – С. 32-38.
- 9 Национальный атлас Республики Казахстан. Том 1: Природные условия и ресурсы.– Алматы: VIT BRAND, 2010. – 150 с.
- 10 Мальковский И. Водная безопасность Казахстана: проблемы и пути решения. Главный в мире дефицит. – Central Asia Monitor, 2012. –7 с.
- 11 Программа «Ак бұлақ» на 2011–2020 годы. Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 24 мая 2011 г. № 570.
- 12 Сток подземных вод Казахстана (зоны интенсивного водообмена). – Алма-Ата: Наука, 1964. – 88 с.
- 13 Формирование подземного стока на территории Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1970. – 148 с.
- 14 Экологический кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.07.2012 г.



## REFERENCES

- 1 Kudelin B.I. Principy regional'noj ocenki estestvennyh resursov podzemnyh vod. M.: MGU, 1960. 308 s. (in Russ).
- 2 Konvenciya OON o biologicheskom raznoobrazii. Najrobi (Kenija), 12 maja 1992 g. (in Russ).
- 3 Doklad Vsemirnoj vstrechi na vysshem urovne po ustojchivomu razvitiyu. Joganenburg (JuzhnaJa Afrika), 26 avgusta – 4 sentjabrja 2002 goda. (in Russ).
- 4 Gidrogeologija. Kurs lekcij Stenfordskogo universiteta: www. Geohydrology.ru. (in Russ).
- 5 Gidrologija reki: <http://gendocs. Ru/v 2330/ 7>. (in Russ).
- 6 Pashkovskij I.S. Razrabotka geofil'tracionnyh modelej sistemy «zona ajeracii – gruntovye vody» i ih primenenie pri izuchenii vzaimosvjazi podzemnyh i poverhnostnyh vod: Dis. ... d. g.-m. n. M.: MGU, 1985. 406 s. (in Russ).
- 7 Pashkovskij I.S. Vzaimosvjaz' podzemnyh i poverhnostnyh vod v okruzhayushhj srede. 2-ja konferencija pol'zovatelej i partnerov «Geolinka». M.: INFOKOMGEO, 2001. S. 36-40. (in Russ).
- 8 Kalugin S.K. Opyt razvedki i opredelenija zapasov podzemnyh vod Dzhezkazgan-Ulu-tauskogo rajona. Vodnye resursy Kazahstana. Alma-Ata: AN Kaz SSR, 1957. S. 32-38. (in Russ).
- 9 Nacional'nyj atlas Respubliki Kazahstan. Tom 1: Prirodnye uslovija i resursy. Almaty: VIT BRAND, 2010. 150 s. (in Russ).
- 10 Mal'kovskij I. Vodnaja bezopasnost' Kazahstana: problem i puti reshenija. Glavnyj v mire deficit. Central Asia Monitor, 2012. 7 s. (in Russ).
- 11 Programma «Ақ бұлақ» на 2011–2020 gody. Utverzhdena postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 24 maja 2011 g. № 570. (in Russ).
- 12 Stok podzemnyh vod Kazahstana (zony intensivnogo vodoobmena). Alma-Ata: Nauka, 1964. 88 s. (in Russ).
- 13 Formirovanie podzemnogo stoka na territorii Kazahstana. Alma-Ata: Nauka, 1970. 148 s. (in Russ).
- 14 Jekologicheskij kodeks Respubliki Kazahstan (s izmenenijami i dopolnenijami po sostojaniju na 10.07.2012 g). (in Russ).

## Резюме

*В. И. Порядин*

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

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ЭКОЖҮЙЕЛІК РЕСУРСТАРЫ:  
БАҒАЛАУ ӘДІСНАМАСЫ

Жерасты суларының экожүйелік ресурстары жерасты суларының табиғи ресурстарының баламасы есебінде қарастырылады. Экожүйелердің қызмет атқаруына қажет компонент ретінде Жер экожүйесінің бөлінбейтін құрамдас бөлігі болып табылатын олардың генетикалық байланысы есепке алына отырып қарастырылды. Ресурстарды бағалауда су теңгерімі талдауы негізге алынған.

**Тірек сөздер:** экожүйелер, су теңгерімі, жерасты сулары, ресурстар.

## Summary

*V. I. Poryadin*

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

ECOSYSTEMIC RESOURCES OF UNDERGROUND WATER OF KAZAKHSTAN:  
METHODOLOGY OF THE ESTIMATION

Ecosystemic resources of underground water are considered as analogue of natural resources of underground water, emphasizing their genetic relationship with ecosystems of the Earth, integral component part of which they are as the necessary component of the ecosystems functioning. The estimation of resource is founded on analysis of the equation of the water balance.

**Keywords:** ecosystems, water balance, underground water, resources.

*Поступила 10.09.2014 г.*

А. К. ДЖАКЕЛОВ, Г. О. БАЗАРБАЕВА

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

## УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗАЛЕГАЮЩИХ НИЖЕ ГРУНТОВЫХ ВОД

**Аннотация.** Выявлены новые эксплуатационные ресурсы, определены перспективы их использования для различных нужд населения. Произведена дифференцированная оценка предгорных районов альпийского орогенного пояса как областей их питания, установлены геолого-структурные, тектонические и гидрогеологические условия, обуславливающие образование глубокого подземного стока в горах и его перетекание в предгорные артезианские бассейны. Выявлены новые эксплуатационные ресурсы подземных вод, представляющие надежные источники водоснабжения населения.

**Ключевые слова:** ресурсы, перспективы, оценка, область питания, глубокий подземный сток, артезианские бассейны.

**Тірек сөздер:** ресурстар, болашақтар, бағалау, қоректену аймағы, терең жер асты су ағыны, артезиан алаптары.

**Keywords:** resources, perspectives, rating, food area, deep underground drainage, artesian basin.

Исследованиями устанавливается распространение в бассейне двух типов подземных вод: грунтовых и напорных. К настоящему времени достаточно детально изучены условия распространения и формирования ресурсов неглубокозалегающих грунтовых вод, заключенных в верхненеогеновых и четвертичных отложениях, залегающих первыми от поверхности земли. В пределах данного водоносного комплекса детально разведан ряд крупных месторождений подземных вод: Бадам-Сайрамское, Тассай-Аксуское, Састюбинское, Ванновское, Мичуринское, Тюлькубасское, Верхнекелесское и др. Установлено, что области питания подземных вод первых от поверхности водоносных горизонтов совпадает с областью их распространения. Основными источниками питания являются, прежде всего, поверхностные воды, фильтрующиеся из рек, каналов, на орошаемых площадях и инфильтрация атмосферных осадков.

Наибольшие естественные ресурсы подземных вод отмечены в долинах рек Арысь, Аксу, Бадам и Сайрам, а также в центральной и восточной частях юго-западного склона Б. Каратау. Суммарная величина питания подземных вод для этих районов оценено в размере  $48,7 \text{ м}^3/\text{с}$ , в том числе в долинах рек Арысь, Аксу, Бадам и Келес  $33,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , в предгорье юго-западного склона Б. Каратау  $15,7 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В предгорной равнине Нуратау условия формирования ресурсов подземных вод менее благоприятны. Здесь на предгорном участке протяженностью около 300 км формируется всего  $1,76 \text{ м}^3/\text{с}$ , в том числе за счет поверхностных вод  $1 \text{ м}^3/\text{с}$ , атмосферных осадков  $0,76 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В песчаном массиве Кызылкум питание подземных вод происходит исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков. Величина его, определенная с применением методов моделирования, составляет  $4,7 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Однако, по водоносным комплексам, залегающим ниже грунтовых вод, многие вопросы формирования ресурсов подземных вод до конца не выяснены. Из собранных материалов, составленные карты, разрезы, выполненные расчеты по определению расхода подземных потоков показывают, что в водоносном комплексе альб-сеноманских отложений нет условий для формирования больших естественных ресурсов подземных вод. Это связано с литолого-фациальными особенностями вмещающих отложений, незначительной эффективной их мощностью, составляющей 10-50 м, низкими фильтрационными их параметрами ( $1 \text{ м}/\text{сут}$  и менее).

Водопроницаемость альб-сеноманских отложений в близких к областям питания районах (Чулинское поднятие, Приташкентский артезианский бассейн) не превышает  $50 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Уклон подземного потока изменяется от 0,004 до 0,0066. Ширина потока 225 км. При этих значениях гидрогеологических параметров расход подземного потока в области питания, рассчитанный по формуле Дарси, составил  $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$ . Отсюда не может быть никакой речи о перетекании из альб-сеноманского водоносного комплекса в вышележащий верхнетурон-сеноманский комплекс подземных вод в количестве  $21,9 \text{ м}^3/\text{с}$ . Такого количества естественных ресурсов в нем нет.

Такие небольшие размеры естественных ресурсов подземных вод, формирующихся в альб-сеноманском водоносном комплексе, вполне объяснимы.

Во-первых, это связано с низкими фильтрационными параметрами самой водовмещающей толщи, во-вторых, с неблагоприятными граничными его условиями. На юго-востоке бассейна, у гор Нуратау водоносный комплекс на дневную поверхность не выходит: граница его распространения проходит на значительном удалении от гор в условиях его перекрытости значительной мощностью водоупорных глин палеоген-неогена, создающих крайне неблагоприятные условия для восполнения ресурсов подземных вод. Схожие гидрогеологические условия наблюдаются и в предгорье Каратау. Здесь альб-сеноманский водоносный комплекс на значительном промежутке также залегает на определенном удалении (10-40 км) от гор, сверху перекрыт более молодыми толщами, в том числе нижнетуронскими глинами, представляющими региональный водоупор.

Наглядным подтверждением сказанного могут служить разная направленность подземных потоков и степень минерализации подземных вод, заключенных в верхнетурон-сеноманском и верхнеальб-сеноманском водоносных комплексах. В восточной половине района, где формирование ресурсов подземных вод происходит более интенсивно, например, в верхнетурон-сеноманском комплексе подземные потоки и, соответственно, контуры пресных вод имеют южную, юго-западную ориентацию. В нижележащем верхнеальб-сеноманском комплексе они направлены совершенно в противоположном направлении: на запад, северо-запад. Причем, как правило, на участках распространения пресных вод в одном, в другом циркулируют солоноватые подземные воды, о том, что даже небольшой мощности глины могут служить хорошим разделяющим водоупором, подтверждается данными и по другим артезианским бассейнам. Так, по материалам гидрогеологического бурения, в восточной половине Жаркентского артезианского бассейна подземные воды меловых отложений циркулируют на глубинах 1500-2000 м и более. Высоконапорный водоносный горизонт с пресной водой залегает на юрском водоносном комплексе, содержащем солоноватые подземные воды с минерализацией 2,5-2,6 г/л. Разделяющим водоупором между ними служат одновозрастные глины мощностью до 15 м, залегающие в низах разреза мела. Пьезометрический уровень нижезалегающего юрского водоносного комплекса, содержащего солоноватые воды, находится на 30-40 м выше уровня мелового водоносного комплекса. Несмотря на схожие условия (большая глубина, высокая температура), минерализация подземных вод в вышележащем меловом комплексе остается неизменной, составляя 0,3-0,4 г/л. Аналогичные примеры отмечаются и в Алакольском, Прииртышском, Шу-Сарыуском артезианских бассейнах. И в самом Сырдарьинском бассейне немало участков, где при наличии разделяющих водоупоров небольшой мощности (5-10 м) в верхах и низах разреза единой водоносной толщи, в частности, верхнетурон-сеноманского водоносного комплекса, устанавливаются подземные воды разной минерализации: от пресных (до 1 г/л) до солоноватых (2-3 г/л).

Наиболее изученным среди напорных водоносных комплексов Сырдарьинского артезианского бассейна является верхнетурон-сеноманский. Детальное рассмотрение по нему направлений движения подземных вод, характера их пьезометрической поверхности в сопоставлении со структурно-тектоническими особенностями бассейна дают четкое представление об основных областях питания, транзита и разгрузки.

Первая область питания артезианского бассейна выделяется в предгорных районах юго-западного склона хр. Каратау. Здесь на участках выхода верхнемеловых отложений на дневную поверхность формируются наибольшие естественные ресурсы подземных вод, что хорошо прослеживается по характеру гидроизопьез, а также по направленности потоков подземных вод от предгорьев во внутрь бассейна. По данным детальной разведки, проведенной в предгорье Центрального и Северо-западного Каратау (Икансу-Ктайское, Сунакатинское месторождения, а также по данным поисково-разведочных, съемочных скважин, пробуренных в юго-восточной части предгорья, общая протяженность 198 км), расход подземного потока в верхнетурон-сеноманском водоносном комплексе составляет 9,1 м<sup>3</sup>/с, из них 6,92 м<sup>3</sup>/с формируется за счет фильтрационных потерь из рек, 1,9 м<sup>3</sup>/с – инфильтрации атмосферных осадков. Таким образом, общая величина питания в предгорной зоне Большого Каратау составляет 8,8 м<sup>3</sup>/с. Разница между расходом подземного потока (9,1 м<sup>3</sup>/с) и указанной величиной питания в размере 0,3 м<sup>3</sup>/с может быть связана с поступлением трещинных вод из пределов Каратау по локальным тектоническим нарушениям меридионального направления (расчетный створ проходит в 9-15 км от подножья гор).

Таблица 1 – Расход подземного потока в верхнетурон-сенонском водоносном комплексе в предгорье Юго-Западного склона Каратау

Участки предгорья Каратау	Ширина	Водопроницаемость, м <sup>2</sup> /сут	Уклон	Расход потока	
				м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /с
Северо-Западный	47 000	310	0,0035	50 995	0,60
Центральный (Икансу-Ктайское месторождение)	76 000	1160	0,0037	326 192	3,75
Юго-Восточный	75 000	1360	0,004	408 000	4 73
<b>Итого:</b>				<b>785 187</b>	<b>9,1</b>

Составленная карта гидроизопьез (рисунок 1) дает совершенно новое представление о динамике подземных потоков Сырдарьинского артезианского бассейна. Так, вопреки сложившимся представлениям, потоки подземных вод из предгорьев юго-восточной части Каратау направлены не на северо-запад, в сторону Аральского моря, как подчеркивалось исследователями неоднократно, а на юго-запад, через Карактауское поднятие в сторону Центрально-Кызылкумского поднятия, точнее, к восточным отрогам гор Букантау.

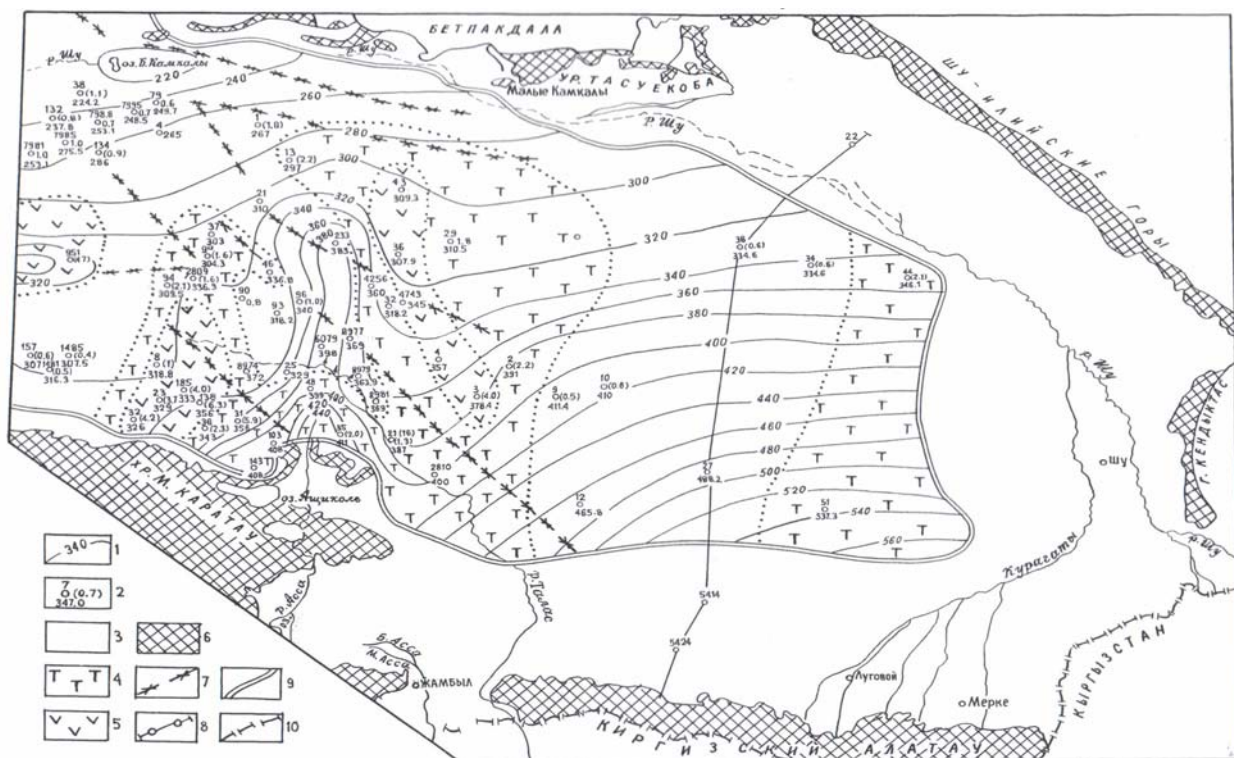


Рисунок 1 – Карта гидроизопьез палеоцен-среднеэоценового водоносного комплекса Шуского артезианского бассейна (Авторы А. К. Джакелов, Г. О. Базарбаева):

1 – гидроизопьезы палеоцен-среднеэоценового водоносного комплекса; 2 – скважина.

Цифры: сверху – ее номер, внизу – абсолютная отметка уровня подземных вод в метрах, в скобках – минерализация воды, г/л. Минерализация подземных вод, г/л; 3 – до 1; 4 – 1-3; 5 – 3-5; 6 – выходы палеозойских пород; 7 – тектоническое нарушение; 8 – линия гидрогеологического разреза; 9 – граница распространения водоносного комплекса плиоцен-среднеэоценовых отложений; 10 – государственная граница

На пути движения этого потока ясно прослеживается дренирование подземных вод на Карактауском поднятии. Последнее обусловлено выходом на дневную поверхность верхнемелового водоносного комплекса, содержащего напорные воды, и контактирование его по тектоническому нарушению с четвертичными аллювиальными отложениями долины р.Сырдарья. Вместе с тем, здесь полной разгрузки подземного потока не происходит. Основная его часть движется еще далее в сторону Центрально-Кызылкумского поднятия. Конечная область разгрузки находится в зоне сочленения восточных отрогов Букантау с Ергаш-Кудукским артезианским бассейном. Следующий

важный момент, установленный нами, это то, что данный поток на всем пути своего движения (от предгорьев Каратау вплоть до Центрально-Кылылкумского поднятия), на протяжении 350 км сохраняет низкую минерализацию подземных вод. По нашим материалам разгрузка подземных вод в предгорной полосе может иметь место только на одном участке. Территориально он располагается к востоку от г. Туркестан, в зоне проявления двух тектонических разломов субмеридиального плана. Последние друг от друга находятся примерно в 30 км. Между ними, на площади порядка 1700 км<sup>2</sup> (на общем фоне подземного потока южного направления), наблюдается резкое снижение (почти на 70 м) пьезометрической поверхности, подчеркивающее наличие здесь интенсивной разгрузки подземных вод. Что же касается Южно-Каратауского разлома, протягивающегося параллельно горам Каратау, то его роль в данном процессе менее выражена.

Вторая область питания бассейна выделяется на востоке в предгорных районах Каржантау, Угамского, Чаткальского, Кураминского хребтов. Верхнетурон-сенонский водоносный комплекс на данной территории сложен тонкослоистым чередованием алевритов, аргиллитов, песчаников и слабосцементированных песков. Для них характерен низкий коэффициент фильтрации – 1-3 м/сут. Соответственно этому, водопроницаемость отложений на большей части территории, прилегающей к горам Коржантау, Угамскому, Чаткальскому хребтам, составляет 50-200 м<sup>2</sup>/сут, лишь на самом юге, у Кураминских гор и у южной оконечности Чаткальского хребта, она изменяется от 100-300 до 500 м<sup>2</sup>/сут. Уклон подземного потока в среднем изменяется от 0,01 до 0,003, ширина 239 км. При этих параметрах расход подземного потока составит 3,0 м<sup>3</sup>/с (таблица 2). Мы привели отдельные выдержки, которые могли бы дать общее представление об этих потоках, точнее, о достоверности приведенных данных. «На западных склонах хребтов Каржантау, Угамский, Чаткальский и Кураминский зарождается серия новых потоков. Поток III производительностью не более 2,0 м<sup>3</sup>/с движется равномерной струей в западном направлении. Значительная его часть путем перетекания вверх разгружается в районе центральной части Арысского прогиба и энергия потока уменьшается до 0,09 м<sup>3</sup>/с. Или же поток V, зародившийся в предгорьях хр. Угамский с производительностью до 2,5 м<sup>3</sup>/с получает дополнительное питание в Приташкентских Чулях и достигает расхода до 4 м<sup>3</sup>/с».

Таблица 2 – Расход подземного потока в области питания верхнетурон-сенонского водоносного комплекса в предгорных районах Коржантау, Угамского, Чаткальского, Кураминского хребтов

№ участков	Ширина расчетного участка потока, м	Водопроницаемость, м <sup>2</sup> /сут	Уклон, %	Расход потока	
				м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /с
1	25 000	200	0,003	15 000	0,17
2	35 000	75	0,0118	28 875	0,33
3	110 000	75	0,01	82 500	0,96
4	22 000	400	0,008	70 400	0,81
5	40 000	200	0,008	64 000	0,74
<b>Итого:</b>				<b>260 775</b>	<b>3,01</b>

Изучив гидрогеологические условия участков зарождения и движения этих двух потоков, установлено следующее: в центральной части Арысской впадины мощность перекрывающих турон-сенонских водоносный комплекс глины достигает 700 м. Как известно, при таких огромных мощностях водоупорных глины разгрузка подземных вод вверх по разрезу невозможна.

На другом участке, водопроницаемость верхнетурон-сенонских отложений в предгорной полосе составляет не более 50 м<sup>2</sup>/сут, достигая на отдельных участках 100 м<sup>2</sup>/сут. Ширина потока 60 км, уклон 0,005. При этих параметрах расход подземного потока составит примерно 0,25 м<sup>3</sup>/с или в 10 раз меньше, чем подсчитано авторами. По поводу дополнительного питания подземных вод в Приташкентских Чулях в размере 1,5 м<sup>3</sup>/с, если такое питание имело бы место, то это должно было (по примеру других участков) отразиться на общей минерализации подземных вод. Этого здесь не наблюдается. Из карты минерализации подземных вод верхнетурон-сенонского водоносного комплекса видно (рисунок 2), что пресные подземные воды в основном формируются в долинах крупных рек, таких как Арысь, Аксу, Бадам, Сайрам, русла которых вложены в верхнемеловые осадки или в водопроницаемые четвертичные отложения, непосредственно налегающие на них. В междуречных пространствах, где восполнение ресурсов подземных вод происходит только за счет

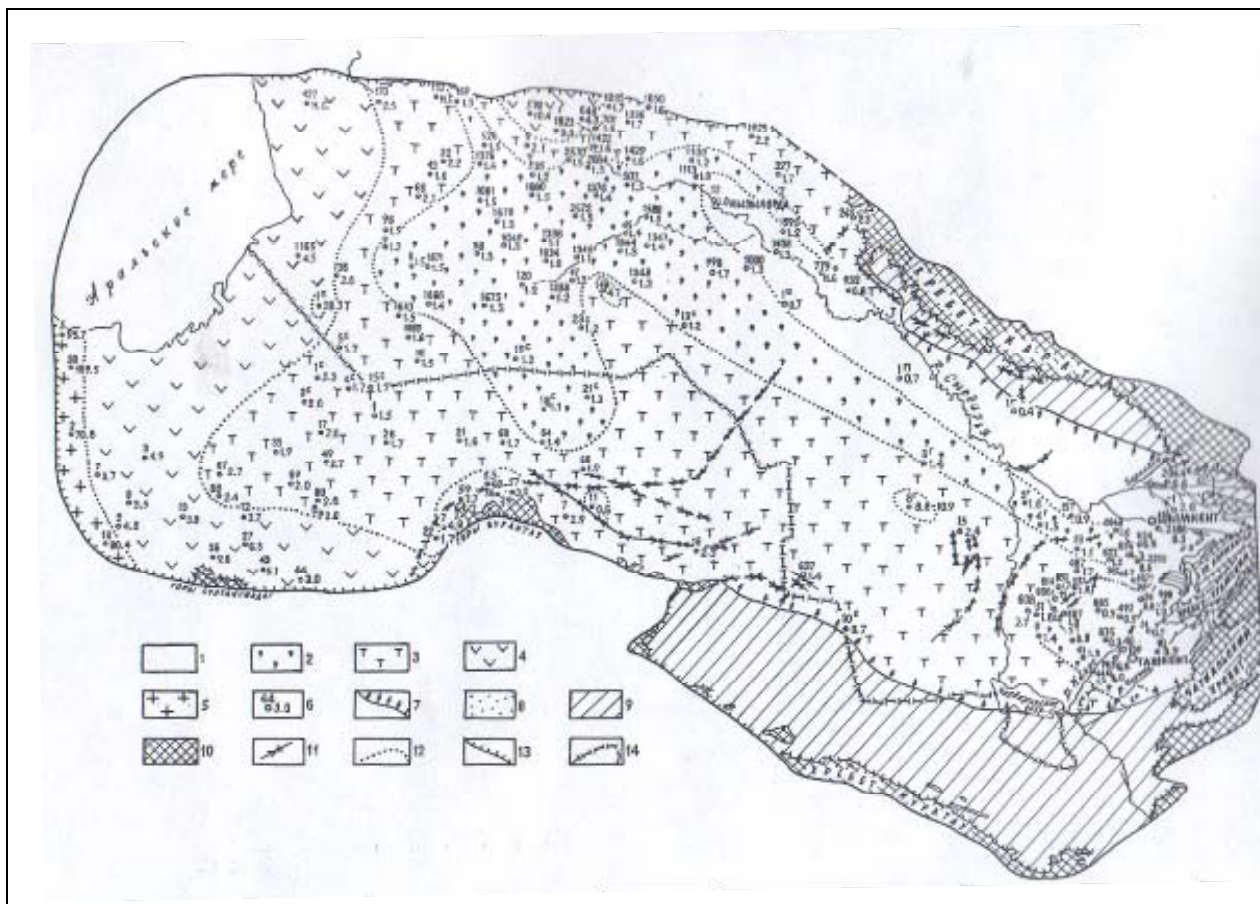


Рисунок 2 – Карта минерализации верхнеальб-сеноманского водоносного комплекса Сырдарьинского артезианского бассейна (Авторы А. К. Джакелов, Г. О. Базарбаева).

Минерализация подземных вод, г/л: 1 – до 1; 2 – 1-1,5; 3 – 1,5-3; 4 – 3-10; 5 – >10; 6 – скважина.

Цифры: вверху – ее номер, справа – минерализация воды, г/л; 7 – граница верхнеальб-сеноманского водоносного комплекса; 8 – выходы неоком-сеноманских отложений ( $K_{1nc}-K_{2s}$ ); 9 – палеозойские породы, перекрытые более молодыми образованиями, 10 – выходы палеозойских пород; 11 – тектоническое нарушение; 12 – граница участков с различной минерализацией; 13 – граница Сырдарьинского артезианского бассейна; 14 – государственная граница

атмосферных осадков, пресные подземные воды не встречаются. Данное обстоятельство дает основание для выводов, что на междуречных участках величина питания весьма незначительна. К подобным участкам может быть отнесена и значительная часть территории Приташкентских Чулей, где постоянный сток отсутствует. Поверхность Чулей представляет собой густо заросшую территорию, что позволяет рассматривать ее как неблагоприятную для формирования больших ресурсов подземных вод. Об этом свидетельствует и повышенный фон общей минерализации (1,3-2,6 г/л) подземных вод. В центральной ее части двумя скважинами (№№ 18, 1351) вскрыты даже подземные воды с минерализацией 9,3 и 12,5 г/л. Лишь на двух участках, где образуются временные водотоки, выделяются очень небольшие контуры пресных (0,5-0,9 г/л) вод. Все указанное свидетельствует об отсутствии в Приташкентских Чулях условий для формирования больших ресурсов подземных вод. Для большей убедительности нами определен расход подземного потока по створу, проходящему в самой западной части Чулинского поднятия. При этом мы исходили из положения, что если на Чулинском поднятии происходило бы питание подземных вод в количестве  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , то это должно было бы привести к увеличению расхода подземного потока на эту величину.

Однако, картина оказалась совершенно обратной. Вместо увеличения, здесь наблюдается уменьшение расхода подземного потока до  $0,47 \text{ м}^3/\text{с}$ , или на  $2,5 \text{ м}^3$  меньше, чем в области его формирования (таблица 3). Из общей гидрогеологической ситуации можно прийти к заключению, что разгрузка подземных вод может происходить по тектоническим нарушениям.

Таблица 3 – Расход подземного потока на нижнем створе Чулинского поднятия

№ п/п	Ширина потока, м	Водопроницаемость, м <sup>2</sup> /сут	Уклон потока, ‰	Расход подземного потока	
				м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /с
1	30 000	400	0,002	24 000	0,277
2	9 000	200	0,002	3 600	0,042
3	10 000	200	0,001	2 000	0,023
4	35 000	75	0,001	2 625	0,030
5	48 500	75	0,0005	1 800	0,021
6	38 000	400	0,0003	4560	0,052
7	40 000	200	0,00025	2000	0,023
<b>Итого:</b>				<b>40 585</b>	<b>0,47</b>

В северной половине поднятия таким участком может быть Чулинский разлом, в поднятом блоке которого верхнетурон-сенонский водоносный комплекс непосредственно контактирует с четвертичными отложениями долин рек Арысь и Сырдарья. В результате напорные его воды свободно перетекают в рыхлообломочные четвертичные отложения. Свидетельством именно этого может служить довольно глубокий пьезо минимум, прослеживаемый в зоне Чулинского разлома (рисунок 1).

В южной половине поднятия разгрузка подземных вод может также происходить в зоне тектонического разлома, проходящего линеарно в долине р. Келес (рисунок 1). Однако, отсутствие пробуренных здесь скважин не позволяет показать конкретную гидрогеологическую обстановку, при которой протекает данный процесс. В то же время резкое снижение уклона потока и, соответственно, его расхода ниже тектонического нарушения является довольно убедительным косвенным показателем расходования здесь ресурсов подземных вод.

Третья область питания подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна находится в предгорных районах гор Букантау, где турон-сенонские отложения довольно широкой полосой выходят на дневную поверхность. Однако, также как и в Чулинском поднятии, здесь пресные подземные воды не образуются. Минерализация вод составляет от 1,3 до 10,4 г/л, по составу хлоридно-сульфатные натриевые. Повышенная минерализация подземных вод в данных условиях связана с весьма ограниченным количеством выпадающих атмосферных осадков (до 102 мм/год) и перекрытостью выходов меловых отложений гипсоносными пролювиальными наносами небольшой мощности, которые, растворяясь, повышают минерализацию инфильтрующихся вод. В целом в предгорной полосе гор Букантау формируются очень незначительные естественные ресурсы подземных вод, чем определяется глубокое (150-180 м) залегание их уровня.

Следующая область питания напорных подземных вод верхнетурон-сенонского водоносного комплекса располагается в самой юго-восточной части Восточного Приаралья. Питание подземных вод здесь происходит исключительно за счет атмосферных осадков в сводовой части локальных антиклинальных структур южной половины Аккыр-Кумкалинской седловины и северо-Карамурунского разлома, где глины верхнего регионального водоупора размыты и верхнемеловые песчаные толщи непосредственно выходят на дневную поверхность или залегают под перевеянными эоловыми песками четвертичного возраста. Следует здесь особо указать, что гидрогеологический разрез верхнетурон-сенонских отложений на рассматриваемом участке представлен преимущественно песчаниками, которые в зонах тектонических нарушений становятся сильно трещиноватыми и, соответственно, водообильными. На отдельных участках таких разломов могут быть сосредоточены значительные ресурсы подземных вод. Такие условия характерны для участка Северо-Букантауского, южной части Северо-Карамурунского разломов, которые являются хорошими трассами для перетока подземных вод на значительные расстояния. По нашему мнению, с подтоком подземных вод по Северо-Карамурунскому разлому может быть связано появление в западной половине Мынбулакского артезианского бассейна линейного выхода родников с пресными водами. Данный факт давно привлекает внимание ученых (Н.И.Плотников, Л.Н.Островский, В.М.Фомин, С.Ш.Мирзаев и др.).

Существует мнение, что пресные подземные воды на данный участок притекают из высокогорных областей Тянь-Шаня по глубокозаложенным тектоническим нарушениям. В то же время ряд исследователей главным источником формирования вод в зонах дробления тектонических разломов и артезианских бассейнов Центральных Кызылкумов считают инфильтрующуюся часть атмосферных осадков в пределах местных областей питания.

Анализ имеющегося фактического материала, а также учет того обстоятельства, что горные цепи западного Тянь-Шаня (Коржантау, Угамский, Кураминский, Чаткальский хребты и др.) находятся на огромных расстояниях (400-500 км) от рассматриваемых районов, они не могут служить источником питания пресных подземных вод, получивших распространение в Центральных Кызылкумах. Это связано с тем, что тектонические нарушения, отходящие от Западного Тянь-Шаня, секут различные комплексы пород, в том числе и сланцы, аргиллиты, в которых зоны дробления быстро затухают. Поэтому поступление транзитных водопритоков, тем более пресных подземных вод, по подобным глубокозаложенным разломам, перекрытых огромной мощностью глинистых толщ, невозможно. С учетом отмеченного, более вероятным представляется вторая точка зрения, что появление пресных подземных вод в Мынбулакском артезианском бассейне скорее всего связано с подтоком пресных подземных вод с севера, из пределов Сырдарьинского артезианского бассейна. Для этого благоприятствуют рельефные, геолого-структурные и гидрогеологические их особенности. Абсолютные отметки уровня подземных вод в пределах Мынбулакского артезианского бассейна составляют 80-90 м, тогда как к северу от гор Букантау в зоне Аккыр-Кумкалинской седловины, где формируются пресные подземные воды, достигает 180-190 м или перепад отметок составляет около 100 м.

О том, что пресные подземные воды западной половины Мынбулакского артезианского бассейна связаны именно с подтоком их с севера по тектоническому разлому, можно судить и по линейному характеру распределения выходящих родников в Мынбулакском бассейне и тяготению к разлому многочисленных самоизливающихся скважин с пресной водой. Суммарный расход их на самоизливе достигает 300 л/с. По данным десятилетних режимных наблюдений падения пьезометрического уровня и снижения дебитов в них не наблюдалось. Важным материалом, доказывающим эту точку зрения, может служить также характер пьезометрической поверхности верхнетурон-сенонского водоносного комплекса. Из карты гидроизопъез (рисунок 1) можно легко заметить, что со стороны Аккыр-Кумкалинской седловины в южном, юго-западном направлении, примыкая к западным отрогам гор Букантау, движется поток подземных вод шириной около 90 км. Уклон его 0,0006, средняя водопроницаемость пласта  $650 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Расход подземного потока при этих параметрах составляет  $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ . По мере движения на юг, на его поверхности сказывается дренирующее влияние Аральского моря с запада и Мынбулакской котловины с востока, причем, со стороны последней более контрастно. Дренирующее влияние Аральского моря как конечной области разгрузки подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна отмечено практически всеми. Вопрос же о разгрузке подземных вод в Мынбулакской котловине (с абсолютной минимальной отметкой дна минус 18 м), находящейся структурно обособленно, поднимается впервые. Здесь следует подчеркнуть, что общие ресурсы подземных вод Аккыр-Кумкалинской зоны этим не ограничиваются. Основная часть пресных подземных вод движется в северо-западном направлении в сторону Нижнесырдарьинского свода, представляющего мощную зону разгрузки подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна. Ширина участка с пресными подземными водами в области питания составляет 150 км, уклон потока 0,001, водопроницаемость пласта  $400 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Отсюда расход подземного потока, движущегося в северо-западном направлении, составляет около  $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$ . Таким образом, общая величина питания подземных вод верхнетурон-сенонского комплекса в Аккыр-Кумкалинской зоне выражается цифрой  $1,1 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Из всего изложенного вытекает весьма важный вывод, что в зоне Аккыр-Кумкалинской седловины четко выделяется основная область питания Восточно-Аральского артезианского бассейна.

По мере продвижения подземных потоков от Аккыр-Кумкалинской седловины на запад, на их поверхности появляются отчетливые пьезоминимумы. Из их характера может создаться впечатление, что они являются результатом разгрузки подземных вод на этих участках по гидравлическим окнам или по зонам тектонических нарушений. Детальное ознакомление с геолого-структурными и тектоническими особенностями платформенного чехла данного района показало, что таковые здесь отсутствуют. Участки пьезоминимумов точно совпадают с контурами



распространения грубообломочных толщ, обладающих лучшими фильтрационными параметрами. Как известно, на участках высокой водопроницаемости пласта напоры подземных вод падают. Например, в отдельных районах Шу-Сарысуского артезианского бассейна на таких участках также картируются отчетливые пьезоминимумы.

По направленности гидроизопьез в рассматриваемой части Сырдарьинского артезианского бассейна можно выделить два подземных потока.

В северной половине района он имеет северо-западную ориентацию, что связано с разгрузкой его на южном крыле Нижнесырдарьинского поднятия, где верхнетурон-сенонский, еще западнее и альб-сеноманский водоносный комплексы непосредственно выходят на дневную поверхность или лежат под небольшим покровом аллювиальных песков.

Расход подземного потока, направляющегося в сторону Нижнесырдарьинского поднятия, определенный по формуле Дарси, составляет  $0,72 \text{ м}^3/\text{с}$ , из них  $0,29 \text{ м}^3/\text{с}$  движется в верхнетурон-сенонском водоносном комплексе,  $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$  – верхнеальб-сеноманском.

В южной половине бассейна подземный поток шириной 400 км направлен строго на запад, в сторону котловины Аральского моря. В верхнетурон-сенонском комплексе уклон его составляет  $0,0002$ , водопроницаемость  $800 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Расход потока –  $0,78 \text{ м}^3/\text{с}$ . В нижележащем верхнеальб-сеноманском комплексе гидродинамические параметры значительно ниже: уклон –  $0,0004$ , водопроницаемость  $400 \text{ м}^2/\text{сут}$ , расход –  $0,25 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Общая величина разгрузки (по двум водоносным комплексам) в котловину Аральского моря составляет  $1,03 \text{ м}^3/\text{с}$ . Разгрузка подземных вод происходит как на участках непосредственного выхода верхнемеловых толщ в котловине моря, так и в зоне отдельных тектонических нарушений, проходящих здесь в меридиональном направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ахмедсафин У.М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Алматы, 1961. – 106 с.
- 2 Ахмедсафин У.М., Батабергенова М.Ш., Джабасов М.Х., Жапарханов С.Ж., Солнцев А.В., Шлыгина В.Ф. Артезианские бассейны Южного Казахстана. Алматы, 1968. – 121 с.
3. Ахмедсафин У.М., Шлыгина В.Ф., Шестаков Ф.В., Мирлас В.М., Малахов В.Д., Сыдыков О.Ж. Илийский артезианский бассейн. Алматы, 1980. – 146 с.
- 4 Горбунов А.П. Мерзлотные явления Тянь-Шаня. – М., 1970. – 265 с.
- 5 Горбунов А.П., Северский Э.В. Геокриологическая высотная поясность Северного Тянь-Шаня // Криогенные явления Казахстана и Средней Азии. – Якутск, 1979. – С. 67-83.
- 6 Куделин Б.И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. – М., 1960. – 343 с.
- 7 Соседов И.С. Методика территориальных воднобалансовых обобщений в горах. – Алматы, 1980. – 149 с.
- 8 Шлыгина В.Ф. Формирование напорных подземных вод артезианских бассейнов Южного Казахстана. Копия Илийский артезианский бассейн // Формирование и гидродинамика артезианских вод Южного Казахстана. – Алматы, 1973. – С. 61-77.
- 9 Соседов И.С., Филатова Л.Н., Киктенко О.В. и др. Сток с горного обрамления Муюнкумского артезианского бассейна и его роль в формировании подземных вод и их возобновляемых ресурсов (рукопись). – Алматы, 1976. – 175 с.
- 10 Джакелов А.К. Подледниковые и подмерзлотные подземные воды северного склона Заилийского Алатау // Доклады Мин. науки – АН РК. – 1995. – № 6. – С. 52-59.
- 11 Чурина П.И., Айтуаров Т.К., Джумагулов М.Т. и др. Гидрогеологические условия месторождений полезных ископаемых // Гидрогеология СССР – Т. XXXVI: Южный Казахстан. – М., 1970. – С. 391- 413.
- 12 Соседов И.С., Филатова Л.Н., Киктенко О.В. и др. Водный баланс и водные ресурсы северного склона Джунгарского Алатау. Алматы, 1984. – 150 с.

#### REFERENSES

- 1 Ahmedsafin U.M. Metodika sostavlenija kart prognozov i obzor artezijskih bas-sejnov Kazahstana Almaty. 1961. 106 s. (in Russ.).
- 2 Ahmedsafin U.M., Batabergenova M.Sh., Dzhabasov M.H. Zhaparhanov S.Zh., Solncev A.V., Shlygina V.F. Artezijskie bassejny Juzhnogo Kazahstana. Almaty, 1968. 121 s. (in Russ.).
- 3 Ahmedsafin U.M., Shlygina V.F., Shestakov F.V., Mirlas V.M., Malahov V.D., Sydykov O.Zh. Ilijiskij artezijskij bassejn. 1980. 146 s. (in Russ.).
- 4 Gorbunov A.P. Merzlotnye javlenija Tjan'-Shanja. 1970. 265 s. (in Russ.).
- 5 Gorbunov A.P., Severskij Je.V. Geokriologicheskaja vysotnaja pojasnost' Severnogo Tjan'-Shanja Kriogennye javlenija Kazahstana i Srednej Azii. 1979. S. 67-83. (in Russ.).
- 6 Kudelin B.I. Principy regional'noj ocenki estestvennyh resursov podzemnyh vod. 1960. 343 s. (in Russ.).
- 7 Sosedov I.S. Metodika territorial'nyh vodnobilansovyh obobshhenij v gorah. 1980. 149 s. (in Russ.).

8 Shlygina V.F. Formirovanie napornyh podzemnyh vod artezijskikh bassejnov Juzhnogo Kazahstana. Kopa-Ilijskij artezijskij bassejn Formirovanie i gidrodinamika artezijskikh vod Juzhnogo Kazahstana. **1973**. S. 61-77. (in Russ.).

9 Sosedov I.S., Filatova L.N., Kiktenko O.V. i dr. Stok s gornogo obramlenija Mujun-kumskogo artezijskogo bassejna i ego rol' v formirovanii podzemnyh vod i ih vozobnov-ljaemyh resursov (rukopis'). **1976**. 175 s. (in Russ.).

10 Dzhakelov A.K. Podlednikovye i podmerzlotnye podzemnye vody severnogo sklona Zailijskogo Alatau Doklady Min.nauki AN RK. **1995**. N 6. S. 52-59. (in Russ.).

11 Churina P.I., Ajtuarov T.K., Dzhumagulov M.T. i dr. Gidrogeologicheskie uslovija me-storozhdenij poleznyh iskopaemyh Gidrogeologija SSSR. T. XXXVI: Juzhnyj Kazahstan. **1970**. S. 391-413. (in Russ.).

12 Sosedov I.S., Filatova L.N., Kiktenko O.V. i dr. Vodnyj balans i vodnye resursy severnogo sklona Dzhungarskogo Alatau. **1984**. 150 s. (in Russ.).

### **Резюме**

*А. К. Жакелов, Г. О. Базарбаева*

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

#### **ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНАН ТӨМЕН ЖАТҚАН СУ КЕШЕНДЕРІНІҢ ҚАЛЫПТАСУ ЖАҒДАЙЛАРЫ**

Аталған алаптарда жер асты суларының таралу, пайда болу, қалыптасу жағдайларын зерттеу, жаңа су қорларын ашу, оларды халық мұқтажына пайдалану мүмкіншіліктері анықталды. Гидрогеологиялық тұрғыдан талдаулар жасалған, биік бөктерде жарықтар арқылы тереңге сінетін сулардың тау шетіндегі тектоникалық бұзылыстар арқылы ойпатқа қарай мол мөлшерде ағып өтіп, артезиан суларының қорын толықтыратын және қолайлы әсер ететін құрылымдық, тектоникалық, гидрогеологиялық жағдайлары анықталды.

**Тірек сөздер:** ресурстар, болашақтар, бағалау, қоректену аймағы, терең жер асты су ағыны, артезиан алаптары.

### **Summary**

*A. K. Dzhakelov, G. O. Bazarbayeva*

(Institute of Hydrogeology and geoecology after named U. M. Akhmedsafin, Almaty)

#### **CONDITIONS OF FORMATION OF WATER-BEARING COMPLEXES LAYING BELOW THE GROUNDWATER**

New operational resources are defined, the prospects of their use for various needs of the population are identified. Differentiated evaluation of foothill areas of the Alpine orogenic belt as areas of supply is made, geological-structural, tectonic and hydrogeological conditions, causing the formation of deep groundwater flow in the mountains and its overflowing in the foothills artesian basins are set up.

**Keywords:** resources, perspectives, rating, food area, deep underground drainage, artesian basin.

*Поступила 10.09.2014 г.*

# Методика

---

---

УДК 550.34.01(574-25)

*Н. В. СИЛАЧЕВА*

(Институт сейсмологии, г. Алматы)

## О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ УСИЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА В УСЛОВИЯХ Г. АЛМАТЫ

**Аннотация.** Охарактеризовано распределение и вероятные причины вариаций движений грунта в различных инженерно-геологических условиях на территории г. Алматы. На примере отдельного пункта выполнена оценка усиления сейсмических колебаний грунта с помощью наиболее простых и часто применяемых в мировой практике методик. Оценена целесообразность введения использованных методик в комплекс методов для микрорайонирования города.

**Ключевые слова:** вариации сейсмических колебаний грунта, спектральное отношение, методический подход.

**Тірек сөздер:** топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының өзгерулері, спектралды байланыстар, әдістемелік тәсіл.

**Keywords:** seismic ground motion variations, spectral ratio, methodical approach.

Оценка увеличения/уменьшения интенсивности сейсмических колебаний грунта из-за влияния приповерхностной геологии входит в круг задач сейсмического микрорайонирования территорий. Как и в случае ряда мегаполисов мира, усиление колебаний слоистой средой в условиях г. Алматы осложняется нерегулярной геологической структурой глубокого осадочного бассейна с аллювиально-пролювиальным заполнением. Изучение реакции грунтов на территории города по данным записей сильных движений нами велись и ранее по мере накопления инструментальных данных [1–6 и др.]. Некоторые последние исследования [6] выполнены в сотрудничестве со специалистами Германского научно-исследовательского центра по геонаукам (GFZ). В настоящее время в связи с началом работ по обновлению карты сейсмического микрорайонирования г. Алматы возникла необходимость обновления методической базы. Проанализирована возможность использования ряда наиболее простых и часто применяемых зарубежных методик в условиях Алматинского бассейна и оценена целесообразность их введения в комплекс методов для микрорайонирования города.

Совместный анализ экспериментальных данных, полученных локальной городской сетью цифровых станций сильных движений за 12-летний период и материалов исследований инженерно-геологических условий Алматы позволяет проследить характер изменения движений грунта в зависимости от условий расположения пунктов наблюдения на территории осадочного бассейна. Хотя невозможно четко разделить влияние рыхлых приповерхностных слоев и более глубокой структуры бассейна [7], считается, что объемные волны (S-волны) особенно подвержены влиянию рыхлых осадочных слоев мощностью до 100 м, которое проявляется на периодах до 1 сек, а для 1–10 секундных движений грунта учет приповерхностных слоев не столь существенен, и необходима оценка влияния очага и мощных осадочных слоев толщиной в несколько километров. В условиях Алматинского бассейна интенсивность колебаний существенно меняется в пределах города, увеличиваясь с ростом общей мощности осадочного чехла. На рисунке 1 в качестве примера приведены акселерограммы и спектры Фурье, полученные при одном из наиболее сильных землетрясений 14.02.2005 г. ( $M_s = 5.9$ ,  $h = 5$  км,  $R_{\Sigma} \approx 250$  км), ощущавшихся на территории города за время работы сети. Расположение станций сети показано на фоне изоглубин [8] поверхности палеозойского фундамента и сети межблоковых и внутриблоковых разломов на территории города. Такая картина в той или иной степени сохраняется и при других событиях, зарегистрированных за пределами близкой к очагу зоны.

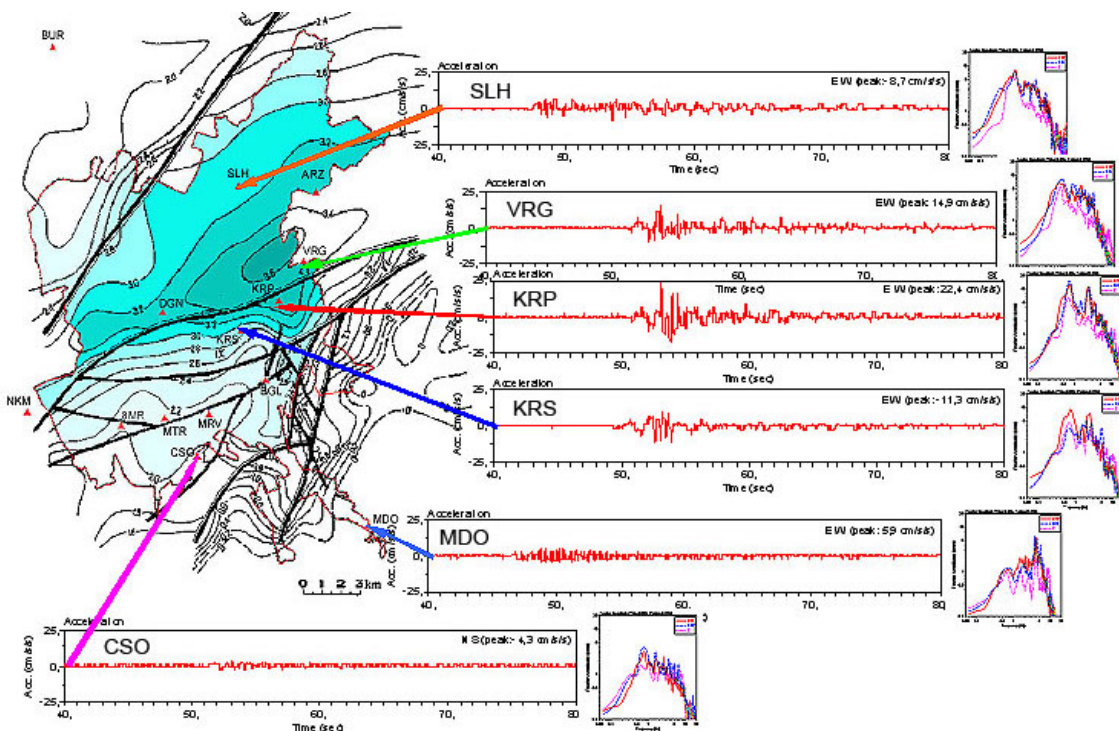


Рисунок 1 – Акселерограммы и спектры Фурье, полученные на территории Алматы при землетрясении 14.02.2005

Сравнение акселерограмм, амплитудных спектров Фурье, глубины осадочного бассейна и верхней части разреза в районе станций говорит об усилении длиннопериодных колебаний грунта на всех станциях кроме MDO (скала) за счет влияния мощного осадочного чехла. В более высокочастотной области уровень колебаний повышен на станциях, расположенных на менее прочных резонирующих слоистых грунтах (SLH, VRG и особенно KRP) по сравнению со станциями на валунно-галечниках (CSO, 8MR). На толще валунно-галечников усиление наблюдается над зоной крутого погружения борта бассейна и литологического замещения валунно-галечников на суглинки-супеси (KRS). Это же является дополнительным фактором усиления колебаний на KRP. Усиление колебания в районе MDO в узкой полосе высоких частот является результатом влияния топографических особенностей положения станции на склоне хребта, обращенном к бассейну.

На рисунке 2 можно видеть четкое разделение спектров реакции, полученных при Луговском землетрясении 22.05.2003 ( $M_s = 5.6$ ,  $h = 10$  км,  $R_\theta \approx 330$  км) при трех типах грунтовых условий на территории Алматы – на выходе скального фундамента, на конусе выноса и в зоне предгорной равнины.

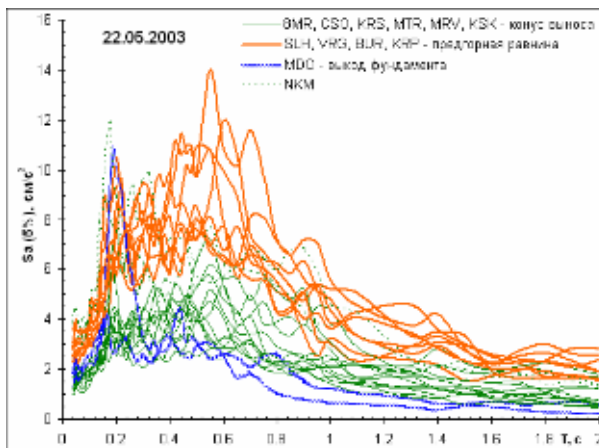


Рисунок 2 – Спектры реакции Луговского землетрясения с разделением по зонам

Традиционная методика микрорайонирования, до последнего времени использовавшаяся в Казахстане и многих постсоветских странах, основана на оценке различными методами (инженерно-геологическим, сейсмических жесткостей, сейсмологическим, расчетными) и картировании приращений сейсмической интенсивности относительно принятых средних грунтов. В зарубежной практике приращения, как правило, определяются в спектральных ускорениях (спектральной плотности ускорений) для короткопериодной и длиннопериодной частей спектра относительно грунтовых условий с хорошими сейсмическими свойствами (класс В по NEHRP [9]). Оценки выполняются и экспериментальными методами, и методами численного моделирования, получившими существенное развитие в последнее время. Достоверность оценок существенно зависит как от имеющихся данных, так и от правильности выбранного методического подхода в конкретной инженерно-геологической обстановке.

Расчет спектральных отношений по экспериментальным данным с использованием опорной станции и методом H/V, оценка реакции грунта по методу Хаскела-Томпсона и с помощью программ линейно-эквивалентного (EERA) и нелинейного (NERA) моделирования позволили определить резонансные периоды, проанализировать функции спектральных отношений, охарактеризовать картину и возможные причины вариаций движений грунта в различных инженерно-геологических условиях на территории города, выявить важные методические ограничения и необходимость поиска более сложных решений в ряде случаев. Полученные результаты рассмотрены далее на примере одной из станций сети – станции SLH.

Станция SLH расположена в зоне надпойменной террасы предгорной наклонной равнины. Мощность осадочного чехла в районе станции составляет порядка 3110 м, мощность четвертичных отложений – 250 м. В верхней части разреза располагаются лессовидные суглинки с прослоями песка и валунно-галечников. Скорость поперечных волн  $V_s$  меняется от 250 до 450 м/с, повышаясь до 530 м/с во включениях гальки на глубине 11–17 м. Грунтовые воды лежат на глубине порядка 5 м.

В качестве опорной станции использовалась MDO – единственная станция в пределах города, расположенная на выходе скального грунта. В отсутствие других станций на скале возможно как опорная подошла бы и одна из станций на конусе выноса, например, CSO, 8MR, MTR, MRV. Все они находятся вблизи разломов, что может влиять на движения грунта в зависимости от направления на очаг. Так, например, при слабом событии 28.04.01 скорость колебаний на MRV втрое превысила значения на остальных станциях. За время работы аналоговой и цифровой сетей станций сильных движений на территории Алматы достаточно ровно ведет себя CSO. Геологический разрез в районе MDO представлен выходом верхнепалеозойских пород, выветрелых и трещиноватых в верхней части. CSO расположена на валунно-галечниках конуса выноса, перекрытых слоем суглинков небольшой мощности.  $V_s$  в валунно-галечнике составляет порядка 600 м/с. Грунтовые воды лежат на глубине более 10 м. Мощность четвертичных отложений составляет около 220 м, мощность осадочного чехла – 1960 м. Регистрирующие приборы расположены на изолированных бетонных постаментов в подвальном (SLH), полуподвальном (CSO) помещениях и на 1 этаже (MDO) зданий.

При *анализе спектральных отношений без использования опорной станции* (метод H/V) рассматривались амплитудные спектры Фурье (сглаженные окном Парзена шириной 0.4 Гц) для трех компонент движений грунта и усредненные по всем имеющимся событиям спектральные отношения горизонтальных компоненты записи к вертикальной (H/V). Полученные графики для станций MDO (33 землетрясения), CSO (34 землетрясения) и SLH (33 землетрясения) показаны на рисунках 3, 4 и 5 соответственно.

Усредненные по всем событиям спектральные отношения для станции MDO (рисунок 3), показывают существенное приращение спектральной амплитуды (усиление) в диапазоне примерно от 2 до 6 Гц, возможно из-за топографических условий или выветрелости верхних скальных слоев. Кроме того, из-за преобладания собственного шума датчика в низкочастотном диапазоне результаты могут быть интерпретированы только на частотах выше 0.1–0.2 Гц. На CSO (рисунок 4) усиление относительно небольшое, и в отличие от MDO графики не показывают значительных отклонений от единицы в диапазоне 2–9 Гц. Усиление в районе 1.5–2 Гц не превышает значений для MDO. В низкочастотном диапазоне до 0.2 Гц здесь так же преобладает собственный шум датчика, особенно для более слабых событий.

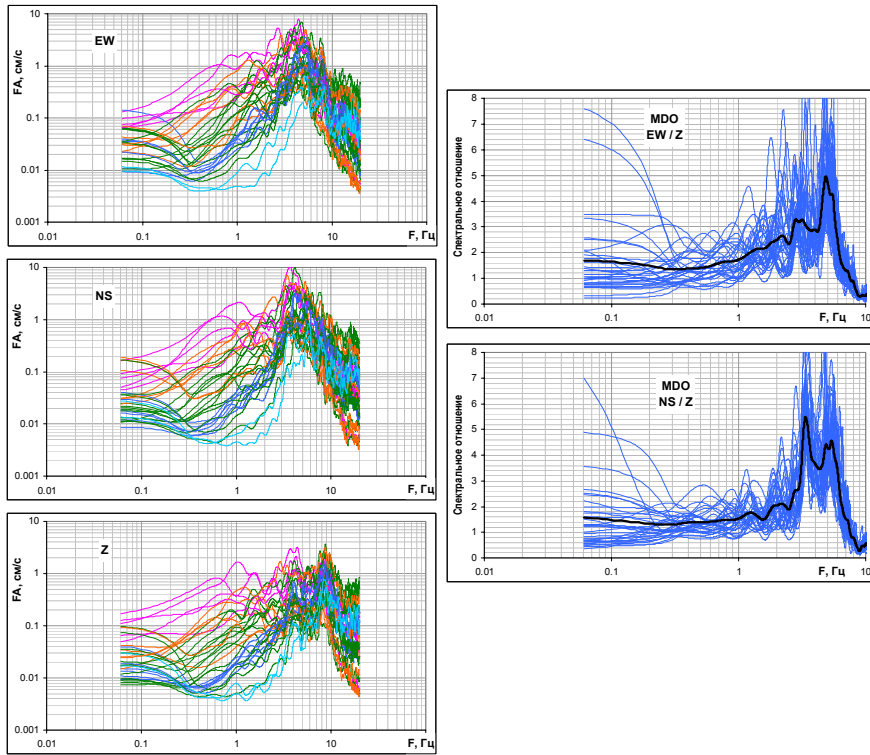


Рисунок 3 – Сглаженные амплитудные спектры Фурье (FA) и усредненные спектральные отношения Н/V для станции MDO

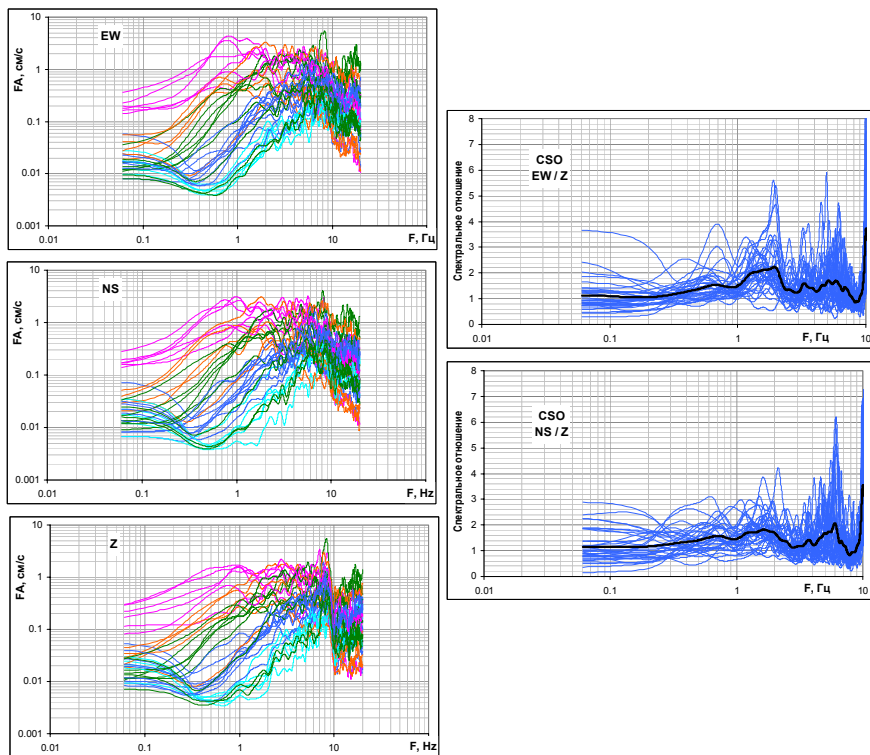


Рисунок 4 – Сглаженные амплитудные спектры Фурье (FA) и усредненные спектральные отношения Н/V для станции CSO

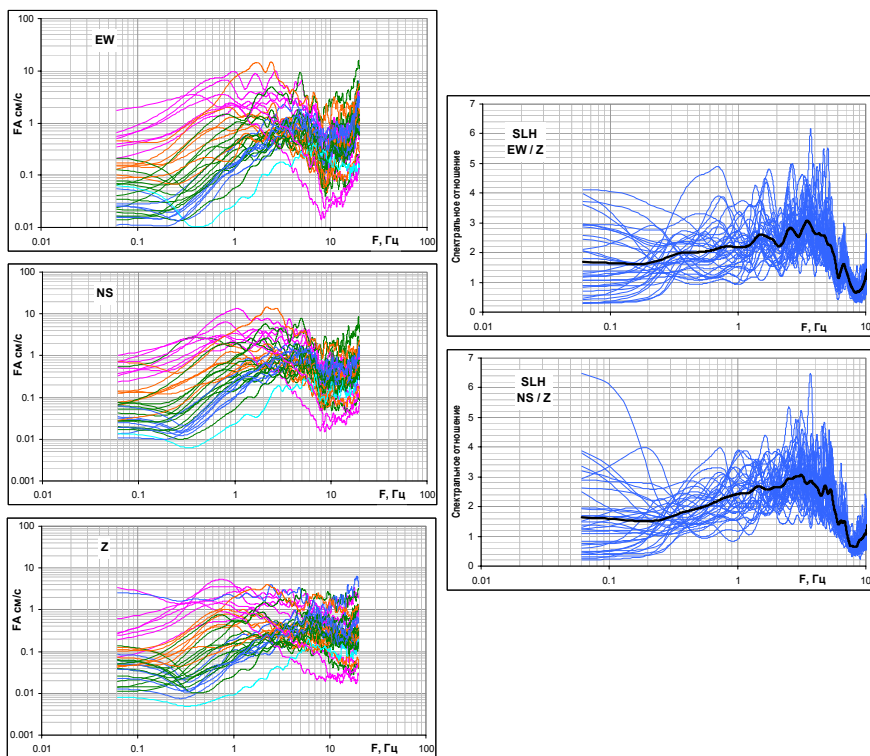


Рисунок 5 – Сглаженные амплитудные спектры Фурье (FA) и усредненные спектральные отношения Н/В для станции SLH

Для района расположения SLH метод спектральных отношений без опорной станции дает усиление в широком диапазоне частот 0.2–6 Гц, с максимальным значением 3 на частоте 3–4 Гц (рисунок 5). Полученный результат в целом согласуется с характеристиками грунтовых условий станции, показывая усиление как в высокочастотной части спектра за счет слоистости верхней части разреза, так и в низкочастотной из-за большой мощности осадочных отложений.

На тех же данных рассмотрим **спектральные отношения, полученные с использованием опорной станции**. Усиление на SLH сначала рассчитано при опорной MDO (по 23 записям), затем при опорной CSO (по 21 записи). Полученные переходные функции показаны на рисунке 6 вместе с соответствующими спектральными отношениями для SLH по методу Н/В.

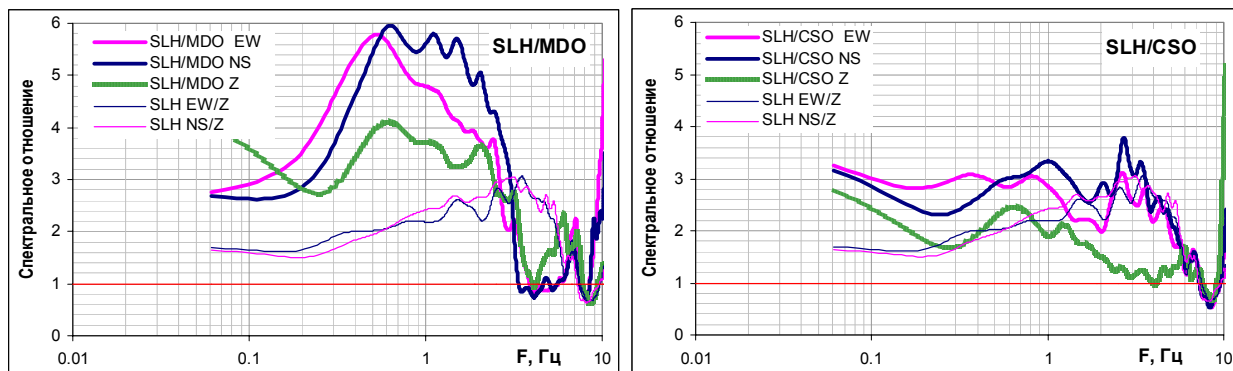


Рисунок 6 – Переходные функции для станции SLH, полученные методом спектральных отношений с использованием опорной станции (MDO слева, CSO справа).

Тонкими линиями показаны спектральные отношения для SLH по методу Н/В

Как отмечалось выше, при использовании MDO в качестве опорной мы можем интерпретировать данные в диапазоне приблизительно 0.2–2 Гц. На спектральных отношениях SLH/MDO в этой области наблюдается значительное усиление. Обращает внимание, что оно проявляется не

только на горизонтальных, но и на вертикальных компонентах. Вследствие этого кривые H/V дают более низкий уровень усиления, чем метод с опорной станцией. На кривых SLH/CSO также наблюдается усиление на вертикальной компоненте в этом же диапазоне частот, что занижает уровень кривых H/V. В области, где вертикальная компонента не усилена (2–10 Гц) спектральное отношение для SLH, полученное обоими методами хорошо согласуется. Существенно большее усиление при опорной MDO по сравнению с CSO на 0.3–1.3 Гц, не проявившееся на кривых H/V для MDO и CSO, говорит о возможном усилении вертикальной компоненты и на CSO. Проверка этого факта подтвердилась не только для CSO, но и для других станций городской сети. Это не позволяет использовать любую из них в качестве опорной.

Таким образом, из-за выявленного усиления вертикальной компоненты, возможно вызванного наличием 2D–3D эффектов в условиях глубокого осадочного бассейна, метод H/V может вызвать серьезную недооценку усиления во всем диапазоне частот, либо на отдельных его участках. В то же время он может быть полезен в комплексном анализе при оценке спектральных характеристик опорной станции, как в случае выявления влияния топографии на MDO.

Расчет реакций грунта с помощью **одномерных моделей** позволяет оценить фундаментальную резонансную частоту и более высокие гармоники в пункте. Базовым является матричный метод расчета спектральных характеристик Томпсона-Хаскелла [10, 11], позволяющий описывать процессы прохождения сейсмической волной системы слоев. По этой методике были рассчитаны реакции грунта по упрощенным характеристическим одномерным моделям. Для района расположения станции SLH строилось три модели спектральных характеристик грунтов: однослойная модель, учитывающая только границу четвертичных отложений (Q) и верхнего неогена (N<sub>2</sub>), двухслойная модель, включающая границу также между верхним и нижним неогеном (N<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>) и трехслойная модель, учитывающая структуру до Pz фундамента. В модели с одним слоем над полупространством использовалась определенная геофизическими методами [8] скорость поперечных волн в четвертичном слое. Для двухслойной и трехслойной модели брались средневзвешенные скорости. Результат расчета переходной функции для трех выделенных границ представлен на рисунке 7 вместе с эмпирическими кривыми SLH/MDO.

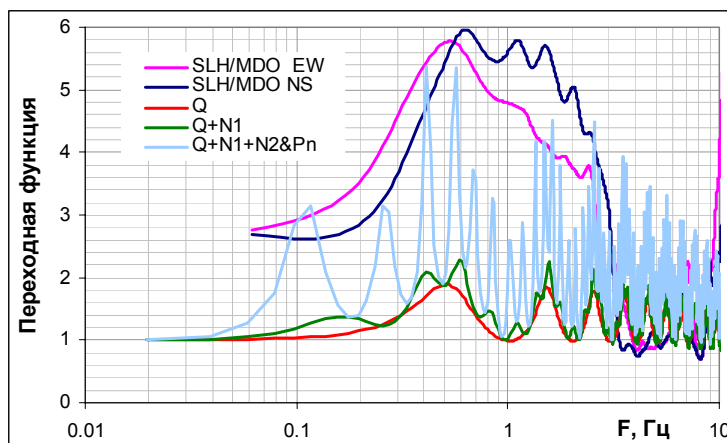


Рисунок 7 – Переходные функции для станции SLH, рассчитанные по методу Томпсона-Хаскелла для трех выделенных границ и эмпирические кривые SLH/MDO

Наличие больших скачков акустической жесткости в осадочном чехле и, особенно, на границе с палеозойским фундаментом (модель Q+N<sub>1</sub>+N<sub>2</sub>&P<sub>n</sub>) выражается в виде больших пиков в низкочастотном диапазоне переходных функций, даваемых одномерной теоретической моделью. Оценка резонансных частот по стандартным спектральным отношениям согласуется с данными теоретической модели для SLH. Даваемые моделью пики на фундаментальной частоте и более высоких модах соответствуют части пиков на эмпирических кривых отклика SLH/MDO в интерпретируемом диапазоне частот. Вместе с тем эмпирические кривые дают большее количество спектральных пиков и большие области усиления, чем теоретические. Так в районе 1–1.2 Гц, 1.9–2 Гц экспериментальные пики не подкрепляются модельными. Такое расхождение может быть вызвано



чрезмерным упрощением распространения SH волн при моделировании. Другая причина – эффекты дифракции и рассеяния, вызванные горизонтальной неоднородностью структуры, геометрией бассейна и наличием разломов, которые осложняют волновое поле, генерируя локальные поверхностные волны. Этим, в частности, может определяться и усиление вертикальной компоненты движений грунта [6].

В практике микрорайонирования используются компьютерные программы расчета отклика слоистой среды на сейсмические воздействия на основе матричного метода SHAKE, SIREN, КОЭФ-10, EERA, NERA, и др. Для оценки спектрального отклика в районе SLH опробованы EERA и NERA. В EERA [12] реализована концепция эквивалентной линейной модели на основе вязкоупругости Кельвина-Фогхта. В NERA [13] учтен механизм нелинейного поведения грунтов при сильных сейсмических воздействиях. Рассмотрено влияние переслаивания в приповерхной 50-м части разреза над валунно-галечниками в четвертичных отложениях. Скоростной разрез и изменение удельного веса с глубиной для модели грунтовой толщи, использованные в расчетах, показаны на рисунке 8. В качестве входного импульса взята акселерограмма (компонента EW), записанная станцией MDO при Нарынокльском землетрясении 01.12.2003 (PGA 0.013g, Ms5.7, Rэ 286 км). Переходные функции, полученные для уровня поверхности для расчетной модели, приведены на рисунке 9 вместе со спектральными отношениями SLH/MDO и переходной функцией, полученной при упрощенном моделировании методом Хаскелла-Томпсона для всего осадочного чехла.

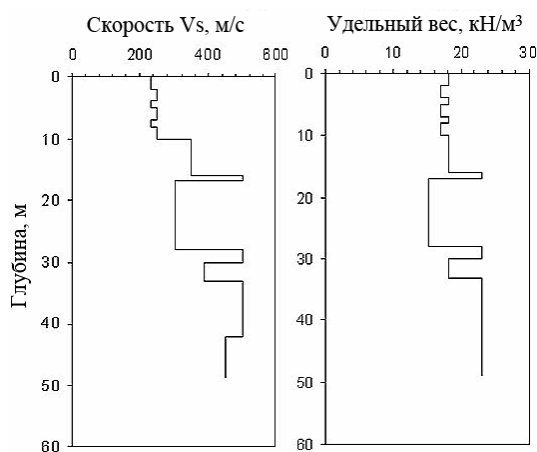


Рисунок 8 – Скоростные и плотностные параметры модели

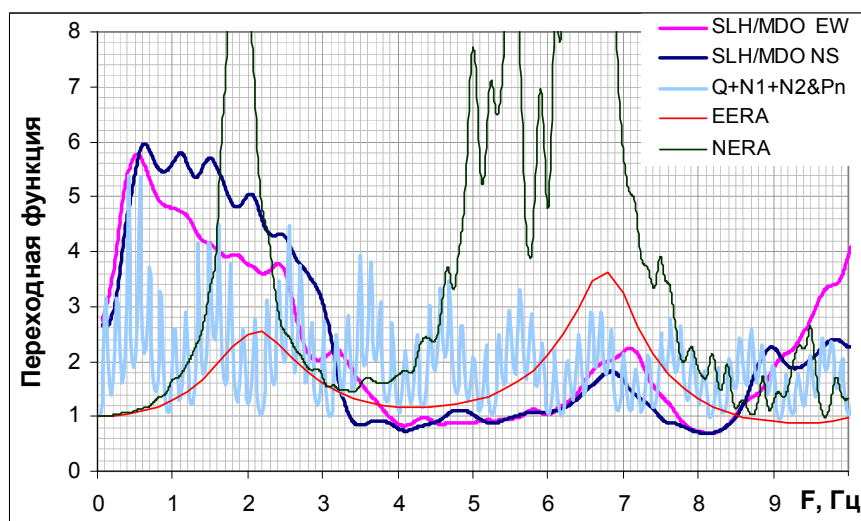


Рисунок 9 – Переходные функции, даваемые программами EERA и NERA для заданной модели

Модель грунтовой толщи построена до глубины 50 м и, следовательно, дает характеристики реакции грунта в высокочастотной области ( $>1$  Гц). Более детальный учет слоистости при моделировании привел к появлению пика в районе 2 Гц, присутствующего на эмпирических переходных функциях, но не проявившихся в предыдущем упрощенном расчете для трехслойной модели, описывавшем влияние только границ между Q, N1, N1+Pg и Pz. Кроме того, помимо пика в районе 6.7–7 Гц, присутствующего на всех полученных переходных функциях, нелинейный расчет дает усиление в диапазоне 4.8–5.6 Гц, не проявленное на эмпирических функциях из-за топографического усиления на MDO в этой области, и не отразившееся на данных линейно-эквивалентного расчета. Уровень усиления в случае EERA занижен, а в случае NERA завышен по сравнению с эмпирическим. Программа нелинейного анализа изначально рассчитана на значительно более сильный входной импульс, что и могло проявиться в переоценке уровня усиления. Недооценка в случае EERA может быть связана с погрешностями в моделировании профиля (скважины находятся на удалении от станции) и неучетом возможного усиления за счет 2D–3D эффектов в условиях глубокого бассейна. Таким образом, по модельным данным для низкочастотной и высокочастотной части спектра получены пики на частотах, соответствующих пикам на эмпирических спектральных отношениях (где опорная станция позволяет их видеть). Также получена область усиления в зоне, где особенности опорной станции не позволяют интерпретировать данные. Пик на частоте 1.1 Гц, наблюдаемый на SLH/MDO, явился исключением из этого вывода и модельными данными не воспроизводится. Это может быть результатом неучета какой-то из границ со скачком сейсмической жесткости ниже 50 м, либо также влиянием поверхностных волн из-за геометрии бассейна.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Метод H/V нужно применять с осторожностью из-за усиления вертикальной компоненты практически на всех станциях сети. Из-за возможного наличия 2D–3D эффектов в условиях глубокого осадочного бассейна этот метод может вызвать серьезную недооценку усиления во всем диапазоне частот, либо на отдельных его участках.

2. Применяя метод спектральных отношений с опорной станцией необходимо учитывать, что при использовании MDO в качестве опорной невозможна интерпретация данных в диапазоне 2–6 Гц из-за вероятного влияния топографических условий или выветрелости верхних скальных слоев и на частотах до 0.1–0.2 Гц из-за преобладания собственного шума датчика.

3. Расчетные методы должны применяться совместно с эмпирическими. Заложенные при 1-D моделировании условия горизонтальной слоистости не выполняются в условиях осадочного бассейна Алматинской впадины, что может приводить к недоучету уровня усиления. Погрешности моделирования из-за недостатка данных приводят к пропуску пиков. Результаты расчета по программе NERA для более сильного входного импульса необходимо сравнить с эмпирическими спектральными отношениями для района с близкими грунтовыми условиями, где имеются записи землетрясений с высоким уровнем PGA.

4. В дальнейшем при прогнозе сейсмических воздействий в условиях г. Алматы требуется учитывать результаты 2-3D моделирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Силачева Н.В. Нелинейные явления при сильных движениях грунта на территории Алматы // «Проблемы предотвращения последствий разрушительных землетрясений» доклады Первого казахстанско-японского семинара 25–28 июня 2001 г. – Алматы, 2002. – С. 149-156.

2 Силачева Н.В. Влияние геологических условий Алматы на вариации параметров записей сильных землетрясений // Доклады НАН РК. – 2002. – № 4. – С. 71-80.

3 Силачева Н.В. Оценка усиления колебаний грунта за счет локальных условий в Алматы методом спектральных отношений // «Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций» труды КазНИИССА. – Вып. 21(31). – Алматы, 2006. – С. 143-152.

4 Абаканов Т., Силачева Н.В., Кулбаева У.К., Кравченко Н.А., Воецкий А.Е. Каталог параметров движений грунта по данным цифровой сети станций сильных движений на территории г. Алматы за 2000–2010 гг. – Алматы, 2011. – 133 с.

5 Силачева Н.В. Анализ сейсмических воздействий на территории г. Алматы по данным сети станций сильных движений. Алматы // Изв. НАН РК. – 2011. – № 2. – С. 39-48.

6 Силачева Н.В., Бинди Д., Пильц М., Паралаи С. Оценка влияния локальных условий в Алматы по имеющимся данным микровибраций и землетрясений // Изв. НАН РК. – 2011. – № 3. – С. 54-62.

7 Kawase H., K. Aki. A study on the response of a soft basin for incident S, P, and Rayleigh waves with special reference to the long duration observed in Mexico City, BSSA.– 1989. – Vol. 79. – P. 1361-1382.

8 Шацкилов В.И. Методика исследований при оценке сейсмической опасности территории. – Алма-Ата.: Наука КазССР, 1989. – 207 с.

9 NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures (FEMA 450). 2003. Edition. Program on Improved Seismic Safety Provisions of BSSC, the National Institute of Building Sciences. – Washington: D.C., 2004. – 356 с.

10 Thompson W.T. Transmission of elastic waves through a stratified solid material // J. Appl. Phys. – 1950. – Vol. 21, N 2. – P. 89-93.

11 Haskell N.A. Asymptotic approximation for the normal models in sound channel wave propagation // J. Appl. Phys. – 1951. – Vol. 22. – P. 157-168.

12 Bardet J.P., Ichii K., Lin C.H. EERA: A Computer program for Equivalent-linear Earthquake site Response Analysis of Layered soil deposits. – Department of Civil Engineering. – University of Southern California, 2000. – 40 p.

13 Bardet J. P., Tobita T. NERA: A Computer program for Nonlinear Earthquake site Response Analyses of Layered soil deposits. – Department of Civil Engineering. – University of Southern California, 2001. – 46 p.

#### REFERENCES

1 Silacheva N.V. Nelineynyye yavleniya pri silnykh dvizheniyakh grunta na territorii Almatyi. «Problemy predotvrashcheniya posledstviy razrushitelnykh zemletryaseniy» dokladyi Pervogo kazhstanskoy-yaponskogo seminaru 25–28 iyunya 2001 g. Almatyi, 2002. S. 149-156.

2 Silacheva N.V. Vliyaniye geologicheskikh usloviy Almatyi na variatsii parametrov zapisey silnykh zemletryaseniy. Dokladyi NAN RK. 2002. N 4. S. 71-80.

3 Silacheva N.V. Otsenka usileniya kolebaniy grunta za schet lokalnykh usloviy v Almatyi metodom spektralnykh otnosheniy. «Issledovaniya seysmoustoykosti sooruzheniy i konstruksiy» trudyi KazNISSA. Vyip. 21(31). Almatyi, 2006. S. 143-152.

4 Abakanov T., Silacheva N.V., Kulbaeva U.K., Kravchenko N.A., Voetskiy A.E. Kata-log parametrov dvizheniy grunta po dannym tsifrovoy seti stantsiy silnykh dvizheniy na territorii g. Almatyi za 2000–2010 gg. Almatyi, 2011. 133 s.

5 Silacheva N.V. Analiz seysmicheskikh vozdeystviy na territorii g. Almatyi po dannym seti stantsiy silnykh dvizheniy. Almatyi: Izvestiya NAN RK. 2011. N 2. S. 39-48.

6 Silacheva N.V., Bindi D., Pilts M., Paralai S. Otsenka vliyaniya lokalnykh usloviy v Almatyi po imeyushchimsya dannym mikrovratsiy i zemletryaseniy. Izv. NAN RK. 2011. N 3. S. 54-62.

7 Kawase, H. and K. Aki. A study on the response of a soft basin for incident S, P, and Rayleigh waves with special reference to the long duration observed in Mexico City, BSSA. 1989. Vol. 79. P. 1361-1382.

8 Shatskiylov V.I. Metodika issledovaniy pri otsenke seysmicheskoy opasnosti territorii. Alma-Ata: Nauka KazSSR, 1989. 207 s.

9 NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures (FEMA 450). 2003. Edition. Program on Improved Seismic Safety Provisions of BSSC, the National Institute of Building Sciences. Washington: D.C., 2004. 356 с.

10 Thompson W.T. Transmission of elastic waves through a stratified solid material. J. Appl. Phys. 1950. Vol. 21, N 2. P. 89-93.

11 Haskell N.A. Asymptotic approximation for the normal models in sound channel wave propagation. J. Appl. Phys. 1951. Vol. 22. P. 157-168.

12 Bardet J.P., Ichii K., Lin, C. H. EERA: A Computer program for Equivalent-linear Earthquake site Response Analysis of Layered soil deposits, Department of Civil Engineering. University of Southern California. 2000. 40 p.

13 Bardet J.P., Tobita T. NERA: A Computer program for Nonlinear Earthquake site Response Analyses of Layered soil deposits, Department of Civil Engineering. University of Southern California. 2001. 46 p.

#### Резюме

*Н. В. Силачева*

(Сейсмология институты, Алматы қ.)

#### АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТАРЫНЫҢ ӨРШҮІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ ТУРАЛЫ

Алматы қаласы аймағындағы әртүрлі инженерлі-геологиялық жағдайлардағы топырақ қозғалыстарының ықтималды өзгеру себептері және олардың таралулары сипатталған. Жекелеген орындағы мысалда топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының өршуін өте қарапайым және әлемдік тәжірибеде жиі қолданылатын әдістердің көмегімен бағалау жүргізілді. Пайдаланылған әдістерді қаланы микроаудандау мақсатындағы кешенді әдістемеге енгізуге сәйкес келетіндігі бағаланды.

**Тірек сөздер:** топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының өзгерулері, спектралды байланыстар, әдістемелік тәсіл.

### Summary

*N. V. Silacheva*

(Institute of Seismology, Almaty)

#### ON THE EVALUATION METHODS OF SEISMIC GROUND MOTION AMPLIFICATION IN THE CONDITIONS OF ALMATY CITY

The pattern and probable causes of ground motion variations in different engineering-geological conditions of Almaty city are characterized. A case study of evaluation of seismic ground motion amplification by some simple techniques frequently used in the world practice is considered. An expediency of the used techniques application within the methodical complex for Almaty city microzonation is evaluated.

**Keywords:** seismic ground motion variations, spectral ratio, methodical approach.

*Поступила 10.09.2014 г.*

УДК 550.837.82

*В. Ю. ПАНИЧКИН, О. Л. МИРОШНИЧЕНКО, Ж. ЕРИКУЛЫ*

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

### ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

**Аннотация.** Рассматривается подход к автоматизации процесса построения карт специальных гидрогеологических параметров с использованием новейших информационных технологий.

**Ключевые слова:** подземные воды, гидрогеологическое картографирование, геоинформационная система.

**Тірек сөздер:** жерасты сулары, гидрогеологиялық карталандыру, геоақпараттық жүйе.

**Keywords:** groundwaters, hydrogeological map preparation, geoinformational systems.

В Институте гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина в течение ряда лет развиваются концепции и методика применения новейших информационных технологий в гидрогеологических исследованиях, в частности, в гидрогеологическом картографировании.

Карты являются основной формой представления результатов гидрогеологических исследований, процесс их построения требует больших затрат времени и труда. Автоматизировать рутинные процедуры при разработке различных типов специальных гидрогеологических карт и обеспечить качественный анализ первичных гидрогеологических материалов возможно только на основе применения новейших информационных технологий – геоинформационных систем, систем управления базами данных, методов дистанционного зондирования Земли, систем глобального позиционирования и т.д.

В статье рассматриваются подходы к автоматизации процесса построения карт специальных гидрогеологических параметров, изменение которых в пространстве подчиняется определенной закономерности. Характерной чертой таких карт является возможность их построения в изолиниях. В качестве примера можно привести карты гидроизогипс, глубин залегания грунтовых вод, эффективной мощности водоносных горизонтов, абсолютных отметок кровли и подошвы горизонтов и т.п.

Исходными данными для построения карт являются результаты буровых, горнопроходческих, опытно-фильтрационных работ, лабораторных исследований и т.д. Они представляют собой набор значений отображаемого на карте параметра в точках с известными географическими координатами. Требуется найти значения параметра во всех точках исследуемой области по заданному дискретному набору, иными словами, выполнить процедуру интерполяции. В ряде случаев

возникает необходимость проведения экстраполяции – нахождения значений параметра в точках, расположенных за пределами узлов интерполяции. Такая задача возникает, в частности, при создании математических моделей гидрогеологических объектов. В этом случае значения большинства параметров модели, например, абсолютных отметок выделенных в пространстве слоев, фильтрационных параметров, должны задаваться в каждый блок моделируемой области.

Для построения карты в изолиниях используют различные методы интерполяции – линейную интерполяцию, сплайны и др. [1]. Следует отметить, что процедура выбора метода интерполяции не поддается формализации. Рекомендации самого общего плана приводятся в [1, 2]. В монографии [3] для решения задач интерполяции физических полей предлагается использовать вариационный подход, согласно которому распределение, например, абсолютных отметок уровней подземных вод в водоносном горизонте описывается дифференциальным уравнением в частных производных. Решая его численным методом с помощью специальных программных средств определяют положение уровневой поверхности в узлах заданной сети. При ручном построении карт традиционно используется линейная интерполяция. С увеличением количества узлов интерполяции возрастает точность построенных карт. Поэтому зачастую использование только исходных экспериментальных данных, связанных с незначительным количеством точек, дает неудовлетворительный результат, что может привести к необоснованному разочарованию в возможностях используемых программных средств.

При построении карт гидрогеологических параметров вручную обычно привлекается большой объем дополнительной информации об изучаемом объекте, учитываются особенности гидрогеологических условий, а также тип картографируемого параметра. При неполноте исходных данных, которая является характерной чертой гидрогеологических исследований, определяющую роль играет субъективная трактовка имеющихся косвенных сведений и интуиция специалиста. От его квалификации в значительной степени зависят качество, точность и достоверность построенной карты.

К сожалению, в настоящее время, несмотря на развитие вычислительной техники и программных средств, нельзя говорить даже о возможности полной автоматизации процесса построения карт специальных гидрогеологических параметров. При определяющей роли субъективного фактора в интерпретации данных наиболее эффективным представляется комплексное использование ГИС-технологий и метода экспертных оценок.

Сущность предлагаемой методики построения карт специальных гидрогеологических параметров заключается в следующем. В первую очередь выбирается геоинформационная система со встроенными инструментами интерполяции или допускающая возможность использования средств интерполяции сторонних разработчиков. В настоящее время наиболее универсальной системой, обладающей широким набором средств интерполяции и построения карт в изолиниях по результатам интерполяции, является ArcGIS [2]. Возможно также использование MapInfo [4] или любой другой доступной аналогичной по функциональным возможностям программы. Реализовать вариационный подход к задачам интерполяции в гидрогеологических исследованиях можно с применением современных систем математического моделирования гидрогеологических процессов – GMS [5], ModTech [6], Eclipse [7] и др.

Подготовка исходных данных для построения карты гидрогеологического параметра выполняется с учетом требований имеющейся программы. Выбор метода интерполяции зависит от требований, предъявляемых к конечному распределению значений параметра в рамках всей области исследования. Например, значения уровней грунтовых вод должны точно совпадать со значениями в узлах интерполяции, в то время как допускается отклонение значений абсолютных отметок выделенных слоев модели при использовании сплайнов, поскольку целостное представление о литологическом строении объекта позволяет игнорировать некоторые частные проявления значений данного параметра. В некоторой степени регулировать процесс интерполяции можно с помощью выбора управляющих характеристик.

Результатом интерполяции точечных данных на регулярную сеть является набор сведений, содержащий значения параметра для каждого узла сети. Следует отметить, что область интерполяции может иметь любую форму. В дальнейшем при использовании результатов для моделирования создается матрица параметра, в которой область отсутствия сведений отмечается как неактивная. Представление результатов в виде карты изолиний дает возможность визуально оценить

качество интерполяции, поэтому требуется грамотно выбирать шаг и пределы изменения веса отображаемых изолиний, коэффициент сглаживания и т.п.

Экспертная оценка и анализ полученных результатов выполняются средствами ГИС с привлечением всей необходимой, в том числе косвенной информации о гидрогеологическом объекте. Этот этап практически не формализуем, поэтому определяющая роль в принятии решения принадлежит эксперту. По результатам анализа принимается решение об изменении метода интерполяции и шага регулярной сети, привлечении дополнительных сведений об объекте и обработке результатов интерполяции и т.п. После получения удовлетворительных результатов интерполяции построенная карта оформляется в соответствии с требуемым стандартом.

Алгоритм автоматизированного построения карт гидрогеологических параметров в изолиниях с использованием ГИС-технологий и метода экспертных оценок показан на рисунке 1.

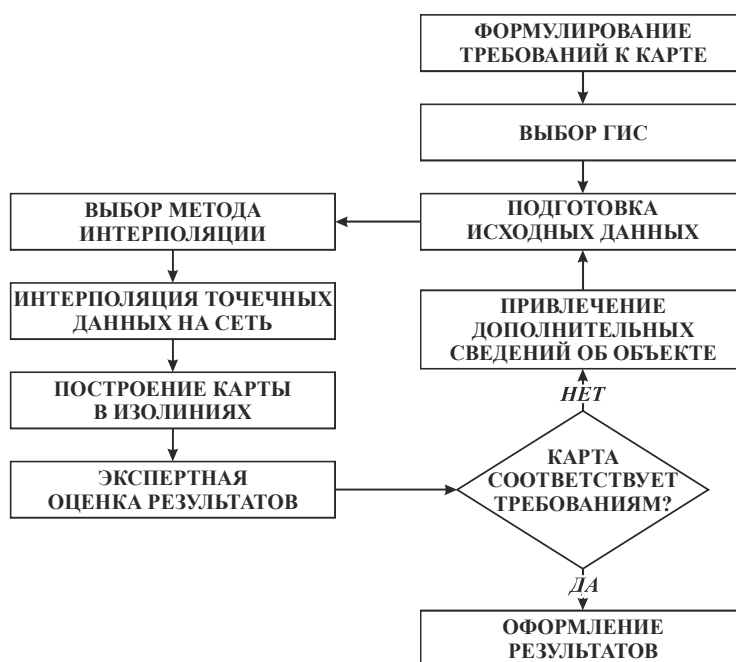
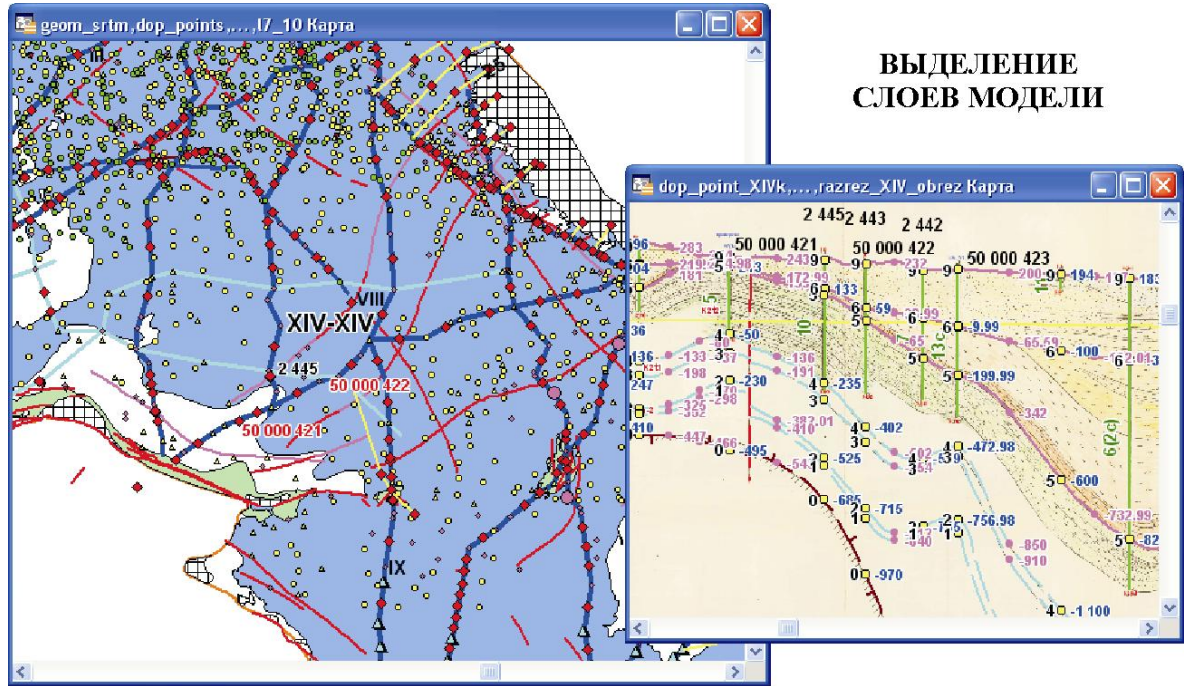


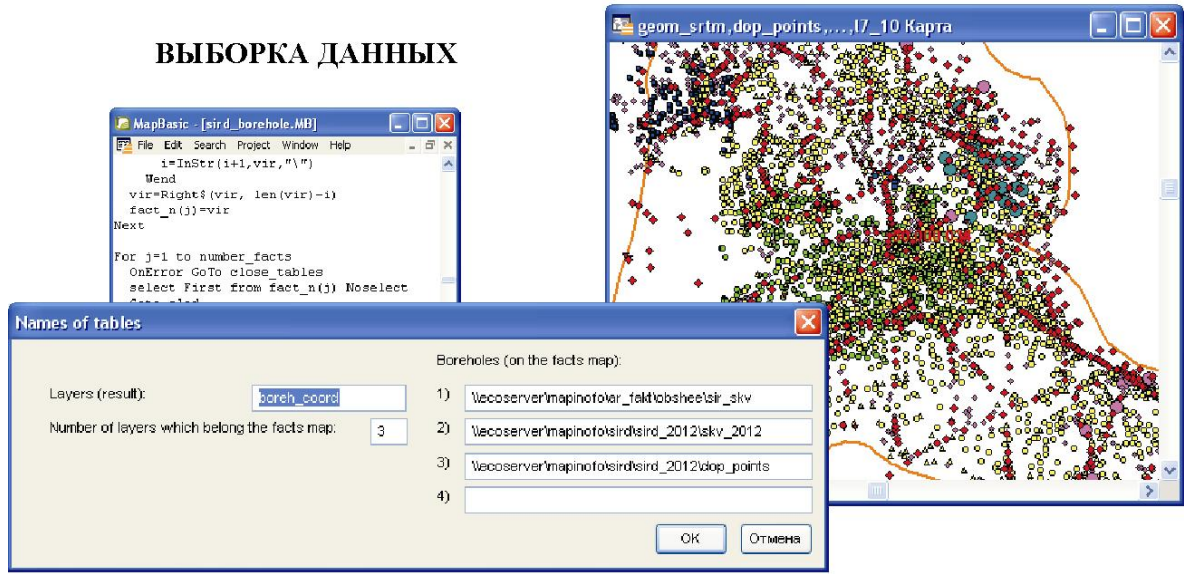
Рисунок 1 – Алгоритм автоматизированного построения карт гидрогеологических параметров в изолиниях

Автоматизированная технология построения карт гидрогеологических параметров разрабатывалась и совершенствовалась в процессе создания геоинформационно-математической модели гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна [8]. Исследования выполнялись по бюджетной программе «Грантовое финансирование научных исследований» в рамках проекта «Решение задач рационального использования ресурсов подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна методами математического и геоинформационного моделирования». Основной целью выполняемых исследований является решение задач рационального использования ресурсов подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна методами математического и геоинформационного моделирования. Разработанная технология использовалась в процессе формирования карт абсолютных отметок подошв 22 слоев модели, выделенных при схематизации гидрогеологических условий в разрезе. Исходные данные представляли собой результаты разведочного бурения. В качестве дополнительных данных использовались структурно-тектоническая, гидрогеологическая карты, результаты SRTM (Shuttle radar topographic mission) разрешением 3 угловые секунды (примерно 90 м) [9], а также серия гидрогеологических разрезов. Вся информация содержится в базе графических данных.

Массив исходных данных для создания математической модели гидрогеологических условий Сырдарьинского бассейна формировался средствами ГИС путем выборки нужных сведений из базы данных [8]. С помощью специально разработанных программ с карт выбираются координаты точек в плане, с гидрогеологических разрезов – соответствующие этим точкам значения абсолютных отметок подошв слоев. Результаты выборки записываются в виде текстового файла определенной структуры (рисунок 2).



**ВЫБОРКА ДАННЫХ**



**ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫБОРКИ**

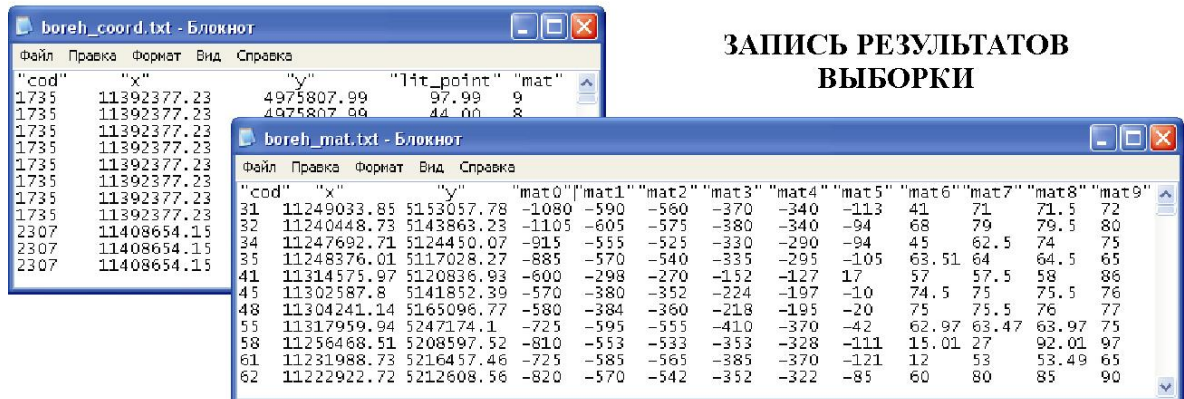


Рисунок 2 – Формирование массива исходных данных для интерполяции

Моделируемая область охватывает территорию Сырдарьинского и южную часть Тургайского артезианских бассейнов. Разрывные дислокации в палеозойском комплексе фундамента на исследуемой области обладают значительной протяженностью, имеют большие смещения, широко распространены и в значительной мере контролируют его внутреннее строение и особенности морфометрии. Это прежде всего Куландинско-Амударинская зона разломов на западной границе территории и важнейший структурный элемент Каратау – Главный Каратауский разлом, разделяющий структуры Большого и Малого Каратау, разрывные дислокации в долине р. Сырдарьи, Северо-Приаральском структурном блоке, в районе Нижне-Сырдарьинского свода и т.д. [10, 11]. Поэтому при построении карт абсолютных отметок подошв слоев математической модели гидрогеологических условий необходимо принимать во внимание особенности тектоники исследуемой области. Наиболее подходящим инструментом интерполяции в этих условиях является *Spline with Barriers*, входящий в набор средств *Spatial Analyst*, используемой геоинформационной системы ArcGIS 10 [2].

Алгоритм интерполяции обеспечивает эффект разрыва поверхности по линиям барьеров (*barriers*), соответствующим основным тектоническим нарушениям. Точки с заданными значениями параметра по одну сторону барьера не оказывают влияния на результаты интерполяции по другую сторону. Результатом интерполяции являются значения параметра во всех узлах регулярной сети. Для построения изолиний использован инструмент *Contour with Barriers*, входящий в набор средств *Spatial Analyst* геоинформационной системы ArcGIS 10. С его помощью строятся изолинии с разрывами по линиям барьеров. Карта абсолютных отметок подошвы второго регионального водоупора Сырдарьинского артезианского бассейна, построенная с использованием разработанной методики, приведена на рисунке 3.

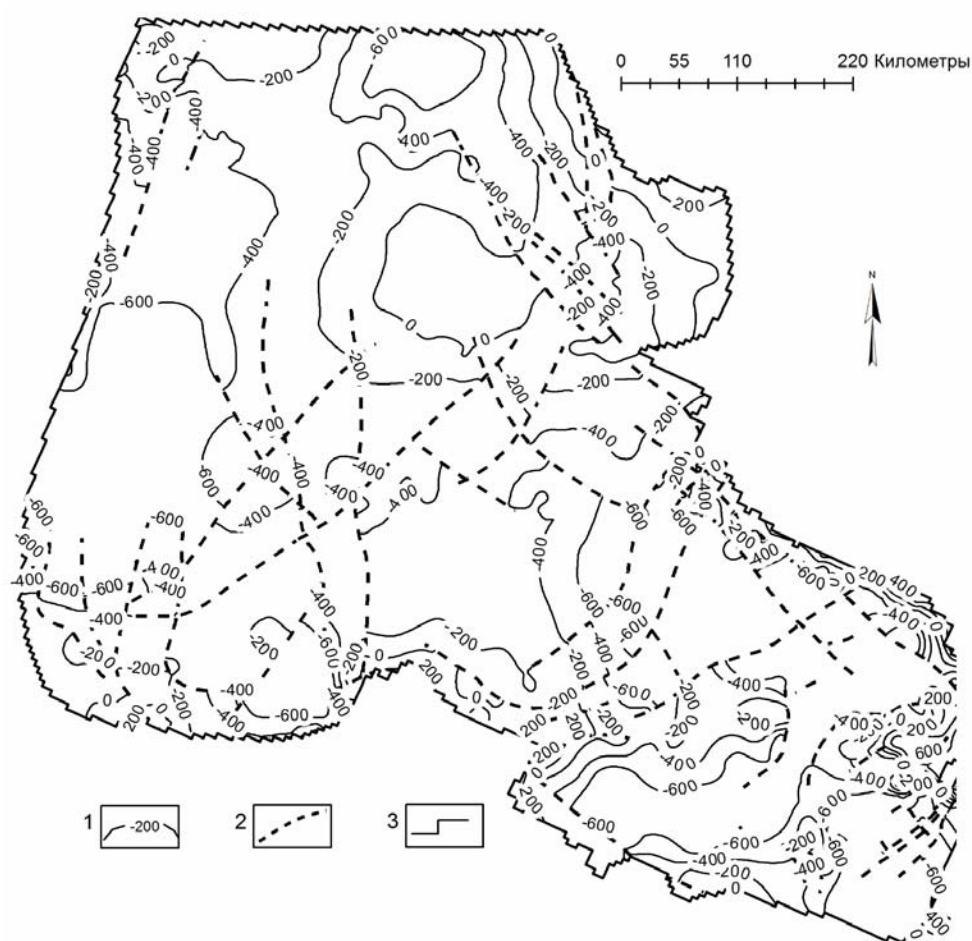


Рисунок 3 – Карта абсолютных отметок подошвы второго регионального водоупора:  
 1 – изолинии абсолютных отметок подошвы второго регионального водоупора; 2 – линии тектонических нарушений;  
 3 – границы моделируемой области для верхнетурон-сенонского водоносного комплекса



Разработанная технология автоматизированного построения специальных гидрогеологических карт была успешно применена в процессе создания геоинформационно-математической модели гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна, и можно сделать вывод о перспективности исследований в этом направлении. Планируется дальнейшее совершенствование технологии и программных средств в плане расширения их функциональных возможностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Таранчук В.Б. Математическое и программное обеспечение аппроксимации цифровых полей // «Теория вероятностей, случайные процессы, математическая статистика и приложения» мат-лы междунар. науч. конф. – Минск: БГУ, 2008. – С. 326-334.
- 2 ArcGIS Resources, <http://www.resources.arcgis.com>
- 3 Веселов В.В., Гонтов Д.П., Пустыльников Л.М. Вариационный подход к задачам интерполяции физических полей. – М.: Наука, 1983. – 120 с.
- 4 MapInfo Professional, Version 10.0. User Guide. – 2009.
- 5 GMS 9.1 Tutorials. – 2013.
- 6 Геолинк консалтинг, <http://www.geolink-consulting.ru>
- 7 Schlumberger, <http://www.slb.com>
- 8 Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л. Концепции геоинформационно-математического моделирования гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна для оптимизации использования ресурсов подземных // Изв. НАН РК. Серия геологии и технических наук. – Алматы, 2012. – № 6. – С. 82-87.
- 9 The shuttle radar topography mission / Farr Tom G., Hensley Scott, Rodriguez Ernesto, Martin Jan, Kobrick Mike // CEOS SAR Workshop. Toulouse 26–29 Oct. 1999. – Noordwijk, 2000. P. 361-363.
- 10 Сырдарьинский артезианский бассейн: математическое моделирование ресурсов подземных вод в условиях техногенеза. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – 200 с.
- 11 Веселов В.В., Паничкин В.Ю. Геоинформационно-математическое моделирование гидрогеологических условий Восточного Приаралья. – Алматы: ТОО «Комплекс», 2004. – 428 с.

#### REFERENCES

- 1 Taranchuk V.B. Matematicheskoe i programmnoe obespechenie approksimacii cifrovyyh polej. «Teorija verojatnostej, sluchajnye processy, matematicheskaja statistika i prilozhenija» mater. mezhdunar. nauch. konf. Minsk: BGU, 2008. S. 326-334.
- 2 ArcGISResources, <http://www.resources.arcgis.com>
- 3 Veselov V.V., Gontov D.P., Pustyl'nikov L.M. Variacionnyj podhod k zadacham interpoljicii fizicheskikh polej. M.: Nauka, 1983. 120 s.
- 4 MapInfo Professional, Version 10.0. User Guide. 2009.
- 5 GMS 9.1 Tutorials. 2013.
- 6 Geolink konsalting, <http://www.geolink-consulting.ru>
- 7 Schlumberger, <http://www.slb.com>
- 8 Panichkin V.Ju., Miroshnichenko O.L. Konceptii geoinformacionno-matematicheskogo modelirovanija gidrogeologicheskikh uslovij Syrdar'inskogo artezianskogo bassejna dlja optimizacii ispol'zovanija resursov podzemnyh. Izv. NAN RK. Serija geologii i tehniceskikh nauk. Almaty, 2012. № 6. S. 82-87.
- 9 The shuttle radar topography mission (Farr Tom G., Hensley Scott, Rodriguez Ernesto, Martin Jan, Kobrick Mike). CEOS SAR Workshop. Toulouse 26–29 Oct. 1999. Noordwijk, 2000. P. 361-363.
- 10 Syrdar'inskij artezianskij bassejn: matematicheskoe modelirovanie resursov podzemnyh vod v uslovijah tehnogeneza. Alma-Ata: Gylym, 1992. 200 s.
- 11 Veselov V.V., Panichkin V.Ju. Geoinformacionno-matematicheskoe modelirovanie gidrogeologicheskikh uslovij Vostochnogo Priaral'ja. Almaty: TOO «Kompleks», 2004. 428 s.

#### Резюме

*В. Ю. Паничкин, О. Л. Мирошниченко, Ж. Еріқұлы*

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

#### ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ КАРТАЛАНДЫРУДАҒЫ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Жаңа ақпараттық технологияны қолдана отырып, арнайы гидрогеологиялық параметрлі карталарды автоматты түрде тұрғызу тәсілдері қарастырылған.

**Тірек сөздер:** жерасты сулары, гидрогеологиялық карталандыру, геоақпараттық жүйе.

### Summary

*V. Yu. Panichkin, O. L. Miroshnichenko, Zh. Erikuly*

(Institute of Hydrogeology and geocology named after U. M. Akhmedsafin, Almaty)

#### GEOINFORMATIONAL TECHNOLOGIES AT HYDROGEOLOGICAL MAP PREPARATION

Approaches as for special hydrogeological parameters in map preparation processes automatization with utilization of newest informational technologies are discussed in this article.

**Keywords:** groundwaters, hydrogeological map preparation, geoinformational systems.

*Поступила 10.09.2014 г.*

УДК 626.81.06(574)

*Е. М. ПУЗИКОВ, М. В. ДОЛБЕШКИН, Р. Д. ПОВЕТКИН, К. К. КАРЖАУБАЕВ.*

(Институт географии МОН РК, г. Алматы)

### ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ СЦЕНАРИЕВ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

**Аннотация.** С возрастанием объема данных для обработки гидрологической информации, являющейся основой для математического моделирования, а также усложнением характера связи между ними, возникает необходимость применения принципиально нового подхода к организации данных, обусловленной быстрым развитием технологий и увеличением объема данных. Для оценки гидрологического риска речных систем Казахстана создана программная реализация математической модели с системой хранения данных (базы данных), представляющая собой проблемно ориентированную информационно-справочную систему коллективного пользования.

**Ключевые слова:** база данных, водные ресурсы, гидрологический риск, математическая модель, речные системы.

**Тірек сөздер:** деректер базасы, су ресурстары, гидрологиялық тәуекел, математикалық үлгі, өзен жүйелері.

**Keywords:** database, water resources, hydrological risk, mathematical model, river systems,

Предложенный программный комплекс (ПК) является функционально законченным фрагментом (модулем) имитационной модели долгосрочного развития Национального водохозяйственного комплекса Республики Казахстан (НВХК). ПК предназначен для оценки комплекса прогнозных сценариев водообеспечения Республики Казахстан по системе критериев водной безопасности, включающей применение в мировой практике индикаторов водообеспеченности населения и территории, показатели антропогенной нагрузки на водно-ресурсные системы, а также разработанные в Институте географии критерии «гидрологического риска» учитывающие фактор неопределенности в оценках, ожидаемых в перспективе водных ресурсов [1, 2].

Критерии водной безопасности являются необходимыми, но недостаточными для принятия решений по выбору сценариев развития НВХК. Модельная архитектура имитационной модели дает возможность обновления (замены) оценочного модуля без изменения модели в целом.

Методика оценки сценариев водообеспеченности природно-хозяйственных систем (ПХС) по критериям гидрологического риска основана на сопоставлении располагаемых водных ресурсов (возобновляемых ресурсов речного стока) и спроса на воду (населения, природы и хозяйства) с выявлением дефицитов и избытков речного стока в разрезе речных бассейнов на расчетные уровни развития экономики [3, 4]. Ресурсы речного стока слагаются из местного стока, формирующегося

на территории Казахстана и трансграничного стока, поступающего из сопредельных стран. Фактор неопределенности в методике учитывается заданием располагаемых суммарных ресурсов речного стока в виде кривых обеспеченности годового стока, полученных на основе теоретических функций распределения вероятностей, либо путем обработки фактических гидрологических рядов.

Спрос на воду природно-хозяйственных систем на расчетные уровни развития складывается из экологического и хозяйственного спроса на воду в виде планируемых годовых объемов водопотребления.

На рисунке 1 показана принципиальная схема к определению гидрологического риска в природно-хозяйственной системе ( $R$ ) с выделением водохозяйственной ( $R_x$ ) и гидрологической ( $R_э$ ) составляющих.

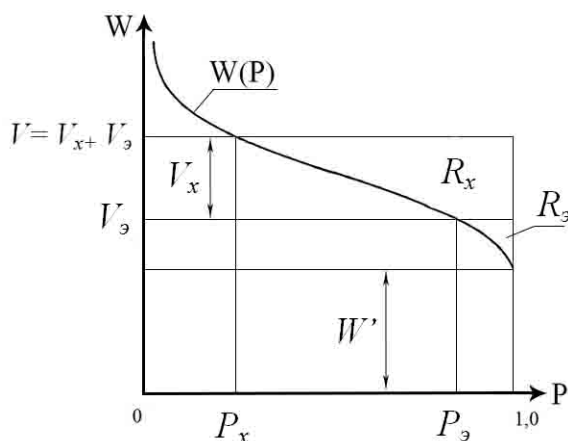


Рисунок 1 – Схема определения критериев гидрологического риска

$$R_x = \frac{1}{v_x} \int_{P_x}^{P_э} (V - W(p)) dp; \quad (1)$$

$$R_э = \frac{1}{v_э} \int_{P_э}^{1.0} (V_э - W(p)) dp, \quad (2)$$

где  $W(p)$  – кривая обеспеченности располагаемых объемов годового стока;  $V$  – суммарный спрос на воду природно-хозяйственных систем;  $V_x$  и  $V_э$  – соответственно водохозяйственный и экологический спрос на воду;  $P_x$  и  $P_э$  – надежность водообеспечения соответственно хозяйственного и экологического компонентов (вероятность по относительному числу бесперебойных лет).

Значение критериев водохозяйственного и гидроэкологического рисков определяются как математические ожидания относительных дефицитов воды соответственно хозяйственного и экологического компонента природно-хозяйственной системы.

Полученные значения «рисков» являются водоресурсной основой последующего определения хозяйственных и экологических «потерь» в природно-хозяйственной системе и при дефиците водных ресурсов, необходимых для обоснования превентивных мероприятий.

Разработанное программно-математическое обеспечение реализовано на языке программирования C#. В качестве системы построения графического интерфейса использовалась унифицированная модель программирования для визуального представления данных WPF [5], которая позволяет создавать прикладные приложения с интуитивно-понятным интерфейсом с широким кругом возможностей, в том числе взаимодействие с различными базами данных.

Хранение данных осуществляется посредством СУБД (система управления базами данных) SQL Server Compact, Microsoft SQL Server 2012, MySQL, Oracle, MariaDB. Для оптимизации ввода данных реализована система ввода посредством загрузки информации из файла, позволяющая импортировать в систему большие объемы информации (сценарии, информация о речных системах и т.д.). Поддерживаются распространенные форматы файлов с расширяемым языком разметки: xml, xls,xlsx. С данными типами расширения работают практически все стандартные офисные пакеты.

Таким образом, для ввода данных файл должен иметь определенную фиксированную структуру. Также программа содержит необходимый набор инструментов по работе с базой данных, расположенной на локальном компьютере. Используя элементы управления программы можно осуществлять ввод и редактирование данных. Предусмотрен экспорт полученных таблиц, графиков и рисунков в изображения и файлы распространенных форматов.

Визуализация карты на основании полученных данных производилась с помощью разработанного модуля, который позволяет отображать выбранный shape-файл с учетом полученных программой расчетов на основе исходных данных и параметров. Двумерные графики визуализируются с использованием библиотеки Microsoft Data Visualization Toolkit.

Интуитивно понятный интерфейс оформлен тремя языковыми пакетами: государственный, английский и русский. Это обеспечивает удобство работы с текстовыми и табличными данными. Пример интерфейса представлен на рисунках 1 и 2. Данные отображаются в виде редактируемых таблиц, после изменения которых, производится перерасчет полученных данных, а также их визуализация (рисунок 2, 3).

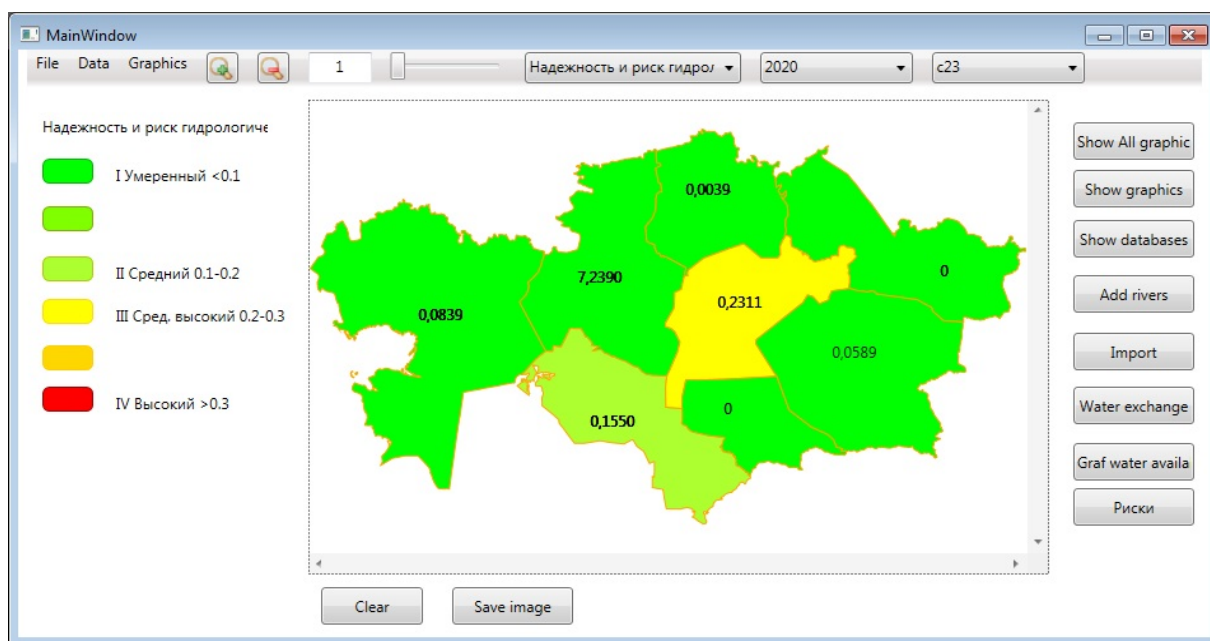


Рисунок 2 – Основное окно программы, пример отображения результатов на карте РК

Название ПХС	Норма	q5	q50	q95	Qз	Qсум	Qз < q95		q95 <= Qз <= q50		q50 <= Qз <= q5		Qз > q5		Year	Senario			
							Pз	Rз	Pз	Rз	Pз	Rз	Pз=0.05	Rз=1					
Арал-Сырдар	13.40	18.15	13.21	9.31	9.20	15.03	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2020	1		
Арал-Сырдар	10.60	14.36	10.45	7.36	9.20	14.45	0	0.00	-1.00	1	0.68	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	2030	1
Арал-Сырдар	15.10	20.45	14.89	10.49	9.20	15.03	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	2020	2
Арал-Сырдар	14.50	19.64	14.30	10.07	9.20	14.45	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	2030	2
Арал-Сырдар	13.40	18.15	13.21	9.31	9.20	15.93	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	2020	3
Арал-Сырдар	10.60	14.36	10.45	7.36	9.20	17.10	0	0.00	-1.00	1	0.68	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	2030	3
Балкаш-Алакол	27.80	37.65	27.41	19.31	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	1	0.78	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	2009	1
Балкаш-Алакол	27.80	37.65	27.41	19.31	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	1	0.78	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	2009	2
Балкаш-Алакол	27.80	37.65	27.41	19.31	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	1	0.78	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	2009	3
Балкаш-Алакол	22.60	30.61	22.29	15.70	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	0	0.00	0.00	1	0.50	0.07	0	0.00	2020	1

Рисунок 3 – Окно редактирования и отображения данных в табличном виде

Производимые расчеты позволяют отображать графики следующих критериев водной безопасности: удельная, реальная удельная водообеспеченность, степень водообеспеченности, гидрологическая надежность и риски гидрологические, гидроэкологические и водохозяйственные, с учетом разработанных сценариев на расчетные периоды, такие как современный этап, ближайшая и отдаленная перспектива (рисунок 3).

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Критерии экологической безопасности бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана // Terra. – Алматы, 2006. – № 1. – С. 106-112.
- 2 Пузиков Е.М., Долбешкин М.В., Каржаубаев К.К. Программный комплекс по оценке гидрологического риска речных систем РК // Вестник Академии наук Казахстана. – 2013. – № 3.
- 3 Мальковский И.М. Географические основы водообеспечения природно-хозяйственных систем Казахстана. – Алматы, 2008. – 204 с.
- 4 Толеубаева Л.С. Водообеспеченность Республики Казахстан: состояние и перспективы / Водные ресурсы Казахстана: Оценка, прогноз, управление (30-ти томная монография). – Алматы, 2012. – 238 с.
- 5 [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130(v=vs.110).aspx)

#### REFERENCES

- 1 Malkovskij I.M., Toleubaeva L.S. Kriterii ekologicheskoy bezopasnosti bassejnovyx prirodno-xozyajstvennyx sistem Kazaxstana. Terra. Almaty, 2006. N 1. S. 106-112.
- 2 Puzikov E.M., Dolbeshkin M.V., Karzhaubaev K.K. Programmyj kompleks po ocenke gidrologicheskogo riska rechnyx sistem RK. Vestnik Akademii nauk Kazaxstana. 2013. N 3.
- 3 Malkovskij I.M. Geograficheskie osnovy vodoobespecheniya prirodno-xozyajstvennyx sistem Kazaxstana. Almaty, 2008. – 204 s.
- 4 Toleubaeva L.S. Vvodoobespechennost Respubliki Kazaxstan: Sostoyanie i perspektivy. Vodnye resursy Kazaxstana: Ocenka, prognoz, upravlenie (30-ti tomnaya monografiya). Almaty, 2012. 238 s.
- 5 [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130(v=vs.110).aspx)

#### Резюме

*Е. М. Пузиков, М. В. Долбешкин, Р. Д. Поветкин, К. К. Каржаубаев*

(ҚР БҒМ География институты, Алматы қ.)

#### ҚАЗАҚСТАНДЫ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ – ТАБИҒИ-ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮЙЕСІН БОЛЖАУДЫ БАҒАЛАУ ҮШІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕН

Математикалық үлгілеуге негіз болып келетін, гидрологиялық ақпаратты мағлұматтардың өсуіне байланысты өңделініп, сонымен қатар мәліметтерді (ұйымдастыру) жинақтау үшін, бір-бірінің арасындағы байланыс қатынасының күрделену тәсілі қолданылды. Қазақстан өзендер жүйелерінің гидрологиялық тәуекелін бағалау үшін, мағлұматтарды сақтау жүйесі (мәліметтер жинағы) бар бағдарламалық тұрғыда жүзеге асырылатын математикалық үлгі құрылды. Бұл күрделі ақпараттық-анықтамалық бағдарлау мәселесінің ұжымдық қолдану жүйесін көрсетеді.

**Тірек сөздер:** деректер базасы, су ресурстары, гидрологиялық тәуекел, математикалық үлгі, өзен жүйелері.

#### Summary

*E. M. Puzikov, M. V. Dolbeshkin, R. D. Povetkin, K. K. Karzhaubaev*

(Institute of Geography, Almaty)

#### SOFTWARE FOR ASSESSING OF HYDROLOGICAL RISK OF WATER SYSTEMS OF KAZAKHSTAN WITH SUPPORT FOR ADVANCED TYPES OF DATABASES

With the increasing amount of data for hydrological processing, which is the basis for mathematical modeling and complexity nature of the relationship between them, a new approach for organizing data is emerged. To assess the risk of hydrological river systems of Kazakhstan a software implementation of a mathematical model with the storage system (database). Which is a problem oriented information system of collective use, is created.

**Keywords:** database, water resources, hydrological risk, mathematical model, river systems.

*Поступила 10.09.2014 г.*

## Памяти ученого

---

**АКАДЕМИК НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
АРЫКТАЙ КАЮПОВИЧ КАЮПОВ**  
(К 100-летию со дня рождения)



Каждый человек оставляет после себя какой-то след. У одних он еле заметен и похож на след лодки, плывущей по воде – лодка прошла, а след исчез. Следы других сохраняются дольше, но и они не выходят за пределы памяти ограниченного круга лиц. Однако есть люди, которые оставляют след надолго. Они и после смерти вызывают чувство восхищения и стремление самому сделать что-то достойное их памяти.

К числу таких людей относился наш Арыктай Каюпович Каюпов – выдающийся ученый – геолог и исследователь недр Казахстана. Имя его неразрывно связано с развитием минерально-сырьевой базы и геологической науки Республики Казахстан.

Размышляя над судьбами выдающихся людей, мы начинаем лучше понимать эпоху, в которой они жили. Незаурядный человек, истинный ученый – как талантливая картина, как умная книга. Разные люди открывают в нем все новые неизвестные пласты мыслей, идей, чувств.

Арыктай Каюпович Каюпов родился 10 октября 1914 года в Ульяновском районе (совхоз им. Бабаева) Карагандинской области в крестьянской семье казаха-кочевника.

Начальное образование он получил в аульной школе, где проявилась его необычайная память и незаурядные способности к изучаемым предметам.

Большая тяга к знаниям привела Арыктая Каюповича в 1929 г. в г. Павлодар. Продолав путь почти в 200 км практически пешком, он поступил и за один учебный год закончил все три подготовительных курса при Павлодарском педагогическом техникуме. Дальше он учился в Томском техникуме, где за один 1930–1931 учебный год окончил два курса. В следующем 1931–1932 гг. А.К. Каюпов поступил на III курс Семипалатинского геолого-разведочного рабфака, после успешного окончания которого его без вступительных экзаменов приняли на I курс Семипалатинского геолого-разведочного техникума. С осени 1936 года началась студенческая жизнь в Казахском горно-металлургическом институте, ныне политехническом университете.

Во время производственной практики в Центрально-Казахстанской геологической экспедиции АН СССР, руководимой академиком Н. С. Шатским, А. К. Каюпов открыл редкометалльное месторождение Акмая, где в годы войны добывался вольфрамовый концентрат, а позднее район стал одной из крупнейших редкометалльных провинций Мира. Это один из вкладов А. К. Каюпова в нашу общую победу над фашизмом.

Начиная с 1936 г. в Алматы появилась довольно большая группа профессоров и доцентов из центральных ВУЗов. В те годы ряды преподавателей геолфака пополнились такими талантливыми геологами с производства, как В. П. Гуцевич, И. И. Бок, Е. Д. Шлыгин, И. П. Новохатский и др. Это позволило студентам получить глубокие знания и приобрести прочные практические навыки.

1939 г. А. К. Каюпов с отличием окончил геолого-разведочный факультет Казахского горно-металлургического института, был оставлен в аспирантуре. Его исследования (1943 г.) в долине р. Большая Алмаатинка были положены в основу проектирования ныне действующих малых гидроэлектростанций (№№ 6, 7, 8), которые, как память о самоотверженном труде алмаатинских гидростроителей, продолжают работать и в настоящее время. Трудно переоценить этот маленький сюжет в его геологической биографии, если учесть, какой дефицит энергии испытывала столица Казахстана в годы войны.

С 1943 г. и до последних дней деятельность ученого связана с Институтом геологических наук (ИГН) им. К. И. Сатпаева АН КазССР. Здесь он в 1946 г. защитил кандидатскую диссертацию. Детальные исследования Турланского рудного поля в Каратау (1944–1946 гг.) составили основу его кандидатской диссертации и способствовали продлению жизни Ачисайского рудника на многие годы, а в 1964 г. Арыктай Каюпович защитил докторскую диссертацию. В 1966 г. ему присвоено звание профессора, а в 1971 г. – заслуженного деятеля науки Казахской ССР. В 1970 г. он был избран членом-корреспондентом, в 1972 г. – действительным членом – академиком АН КазССР.

В 50-х и 60-х годах под руководством А.К. Каюпова проводились разномасштабные геолого-металлогенические исследования и в других рудоносных районах Казахстана (хр. Чингиз, Южная Джунгария и др.), в итоге были получены научно-практические результаты.

Дальнейшая научно-исследовательская деятельность А. К. Каюпова на долгие годы была связана с Рудным Алтаем. В период 1948–1954 гг. под его руководством и ведущем участии были выполнены детальные исследования геологии и металлогении Зырянского рудного поля, впервые разработана палеонтологически обоснованная стратиграфия рудовмещающих осадочно-вулканогенных толщ палеозоя, которая остается незыблемой и на сегодня, детально изучены рудоконтролирующие структуры, процессы рудообразования и окolorудных изменений пород, разработаны прогнозно-поисковые критерии, которые остаются в силе и в настоящее время. Структурно-стратиграфическая взаимоувязка известных тогда месторождений в рамках всего рудного региона позволила эффективно направлять там геолого-разведочные работы.

В связи с высокими темпами отработки известных запасов руд в конце 60-х годов создалось критическое положение с рудной базой Зырянского комбината (оставалось запасов руд на 7–8 лет его работы). ИГН им. К. И. Сатпаева организовал большую исследовательскую группу из сотрудников своего Алтайского отдела под научно-исследовательским руководством А. К. Каюпова. Эта группа, работая в тесном контакте с коллективом геологов Зырянской ГРЭ, способствовала созданию к середине 70-х годов такой рудной базы, которая обеспечивала работу комбината с прежней производительностью на 25–30 лет.

В 80-х подтвердились прогнозы А. К. Каюпова и его коллег открытием крупнейшего на Рудном Алтае Малеевского полиметаллического месторождения, запасы его руд позволяют продлить жизнь Зырянского комбината еще на ряд десятилетий. Министерством геологии СССР А. К. Каюпов признан одним из первооткрывателей данного месторождения.

В течение последней четверти века под руководством и при ведущем участии А. К. Каюпова выполнены фундаментальные исследования в области региональной металлогении Казахстана.

Одновременно с этими работами под руководством Арыктая Каюповича началось крупное монографическое обобщение огромного фактического материала по металлогении Казахстана, направленное на выяснение закономерностей размещения оруденения и эволюции его качественного и количественного состава, обоснование закономерностей геохимической и металлогенической специализации складчатых систем и структурно-формационных зон. Впервые в геологической практике закончена и издана одиннадцатитомная монография «Металлогения Казахстана»

(главный редактор А. К. Каюпов), составлена карта металлогенических комплексов палеозойд Казахстана. Ее авторы удостоены Госпремии СССР (1985 г.). Она и составленная впервые «Карта металлогенических комплексов палеозойд Казахстана» могут служить научно-методической основой для перспективного планирования и направления поисков металлических полезных ископаемых в рамках всей республики.

Научные разработки А. К. Каюпова о причинах региональной рудно-магматической макрозоональности – важный вклад в теоретическую металлогению. И не случаен огромный интерес к этому капитальному труду ученых и практиков различных регионов Союза. «Карта металлогенических комплексов составлена на совершенно новом принципе, и эта работа служит хорошей основой для практических прогнозов», – отмечали академики РАН А. Л. Яншин, А. Д. Щеглов, академики АН Украины Я. Н. Белевцев, Б. А. Кулиш и другие ученые.

На материале новых карт разработаны конкретные рекомендации, реализация которых привела к существенному расширению сырьевой базы крупных предприятий цветной металлургии – Зырянского и Лениногорского горно-металлургических комбинатов, сделан тем самым «серьезный вклад в расширение важнейшей народно-хозяйственной задачи» (Вестник АН КазССР, 1981, № 7, с. 7). Наконец, эта важнейшая фундаментальная работа получила высокую оценку на I Всесоюзном металлогеническом совещании в сентябре 1983 г. (г. Алма-Ата) и в 1985 г. удостоена Государственной премии СССР.

Примечательная особенность творческой деятельности А.К. Каюпова – повседневная связь теории с практикой, проведение научно-исследовательских работ в теснейшем контакте с геологами производственных организаций, что отвечает духу времени и обеспечивает их высокую результативность. С другой стороны, – это умение от частных фактов переходить к крупным теоретическим обобщениям и выводам, представляющим собой основу для решения прикладных задач.

Каждый перечисленный этап научной деятельности А. К. Каюпова завершался высокими личными достижениями. Так, наряду с присуждением ему научных степеней и званий, он удостоен других Государственных наград – орден Дружбы народов, медали, почетные грамоты Верховного Совета Республики Казахстан. А. К. Каюпов активно участвовал в подготовке инженерных кадров: в 1946–1962 гг. он читал лекции в Казахском горнометаллургическом институте (ныне техническом университете), под его руководством или при его консультациях подготовлено и защищено 3 докторских диссертации, 40 кандидатских, среди которых много представителей производственных организаций.

А. К. Каюпов принимал активное участие в общественно-научной жизни: дважды избирался депутатом Алма-Атинского городского совета народных депутатов (1965–1969 гг.), являлся заместителем председателя Ученого совета по защите докторских диссертаций, членом двух Ученых советов по защите кандидатских диссертаций, научным руководителем Совета молодых ученых ИГН АН КазССР, входил в состав редколлегий ряда прогнозно-металлогенических карт, а также второго полутома 41-го тома «Геология СССР» и был редактором многих изданных монографий и сборников.

В наиболее актуальных и принципиальных вопросах генезиса рудообразования и металлогении А. К. Каюпов до последних дней своей плодотворной жизни оставался наиболее последовательным учеником и продолжателем идей академика К. И. Сатпаева, который большое значение придавал связи эндогенной минерализации преимущественно с интрузивным магматизмом. С этих позиций он рассматривал зональность оруденения, интрузивного магматизма и парагенезис рудных месторождений, при этом, важное значение придавал соотношению вертикальных амплитуд смещения отдельных блоков и эрозионного среза, вскрывающего на разных глубинах различные по составу и рудоносности интрузивные комплексы. В результате по латерали каждый блок сохраняет однотипную рудную минерализацию, а сближенная система блоков с разной рудоносностью образует зональность. Такая зональность была разработана на примере Зайсанской складчатой системы, где с юго-запада на северо-восток выделено шесть рудных зон с качественно различным оруденением.

А. К. Каюпов оставил нам огромное научное наследие – свыше трехсот научных работ по различным отраслям геологии: экономической геологии, минералогии, металлогении, структуре рудных полей, а также учению о полезных ископаемых. Часть его работ посвящена общенаучным, историко-философским и социально-экономическим проблемам.



Сегодня экономика Республики находится в переходном периоде. В преодолении трудностей и подъеме экономики, несомненно, важная роль принадлежит минерально-сырьевым ресурсам Казахстана. В этой связи возрастает и роль геологической науки, и геологической службы, а идеи и научные разработки А. К. Каюпова будут долгое время служить их развитию. Научное наследие А. К. Каюпова и казахстанской школы геологов способно нацелить геологов на решение новых задач в познании эндогенной металлогении Казахстана. Арыктай Каюпович Каюпов – один из ярких ученых-геологов и металлогенистов послесатпаевского периода. Имя его, бесспорно, принадлежит не только истории, его труды современны и злободневны.

Так в неустанном труде в решении все новых и новых проблем развития минерально-сырьевой базы Республики, науки, практики, прошел по жизни этот замечательный человек, много сделавший для геологической науки родной республики.

Арыктай Каюпович ушел из жизни. Память о нем сохраняется среди тех, кто знал его лично и кто является последователем и продолжателем его дела.

*От имени его учеников,  
Х. А. Беспяев*

## **ИГОРЬ ФЕДОРОВИЧ НИКИТИН**

*(К 90-летию со дня рождения)*



В 2014 г. исполнилось 90 лет со дня рождения Игоря Федоровича Никитина (23.05.1924 – 16.01.2007). Печально сознавать, что уже более семи лет нет с нами этого замечательного человека и ученого, доктора геолого-минералогических наук, профессора, лауреата Государственной премии КазССР и старейшего сотрудника Института геологических наук им. К. И. Сатпаева.

Игорь Федорович Никитин родился в г. Москва в семье военных и предпринимателей. Поскольку его мать была немкой, в начале 1942 г. он, будучи студентом биологического факультета Азербайджанского Госуниверситета, был депортирован по законам военного времени вместе с семьей в Северный Казахстан. Оттуда его мобилизовали в трудовую армию в Кузбассшахтстрой, где он работал подземным откатчиком, затем рабочим маркшейдерского бюро. За проявленные способности был рекомендован для обучения специальности маркшейдера, и в 1943 г., после почти двух лет трудармии, поступил на маркшейдерский факультет Донецкого индустриального института, находящегося в эвакуации в Кузбассе. Этим и определилось его стремление посвятить себя геологии. В 1949 г. после окончания с отличием Ленинградского Горного института Игорь Федорович был направлен в Казахстан, в Институт геологических наук АН КазССР, где и проработал более 60 лет до конца своих дней, пройдя путь от лаборанта до заведующего лабораторией. Он был одним из наиболее успешных учеников и последователей академиков Д. В. Наливкина, Н. Л. Бубличенко и особенно Р. А. Борукаева, в группе которого начал работать, будучи студентом, еще в 1946 г. и окончательно сложился как геолог и ученый.

Основные научные достижения И. Ф. Никитина – одного из крупнейших специалистов по ордовикской системе – связаны с исследованиями в области теории и практики стратиграфии, палеонтологии, региональной геологии нижнего палеозоя Казахстана и бывшего СССР, с разработкой стратиграфических схем ордовика Казахстана и Северного Тянь-Шаня, участием в создании и совершенствовании Общей стратиграфической шкалы СССР и Международной хроностратиграфической шкалы. В 1955 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию (под руководством Д. В. Наливкина), а в 1971 г. – докторскую, на тему «Ордовик Казахстана (стратиграфия, палеогеография, палеотектоника)». Она была издана в виде 2-х томной монографии и до сих пор пользуется неизменным спросом у геологов – научных работников и практиков. С 1967 по 1977 г. руководил лабораторией палеонтологии, а с 1984 по 1991 г. – лабораторией стратиграфии ИГН. В 1976–1984 гг. работал в отделе стратиграфии ВСЕГЕИ в г. Ленинград, где в то время проживал и где была выпущена «Практическая стратиграфия» (ВСЕГЕИ, 1984), редактором и основным составителем которой являлся И. Ф. Никитин. Его авторству принадлежат более 100 научных работ (в том числе 5 монографий), многие из которых опубликованы в престижных изданиях России и дальнего зарубежья. Он также был составителем и редактором многочисленных научных сборников и коллективных монографий, геологических карт, в том числе листов государственных геологических карт

среднего масштаба. Им была впервые разработана единая схема структурно-фациального районирования ордовика Центрального Казахстана и Северного Тянь-Шаня и доказана общность развития палеозойских структур этих территорий. Он также является автором разделов целого ряда общесоюзных сводок, таких как «Геология СССР», «Стратиграфический словарь», «Атлас литолого-палеогеографических карт СССР» и др. К другим важнейшим публикациям И. Ф. Никитина относятся: «Брахиоподы кембрия и нижнего ордовика Северо-Востока Центрального Казахстана» (1956), «Ордовикские кремнистые и кремнисто-базальтовые комплексы Казахстана» (2002), а также обширные сводки с монографическими описаниями брахиопод ордовика, опубликованные в ведущих европейских англоязычных изданиях (1999–2006).

Успешная и разносторонняя научная деятельность И. Ф. Никитина принесла ему международную известность. Долгое время он состоял действительным (голосующим) членом подкомиссии по ордовикской системе Международной комиссии по стратиграфии Международного союза геологических наук, избирался ее вице-президентом, был заместителем председателя комиссии по ордовика и силуру Межведомственного стратиграфического комитета СССР, председателем ордовикской секции КазРМСК. Многие годы он являлся членом Ученых советов, специализированных советов по защите диссертаций ИГН им. К. И. Сатпаева и Ленинградского государственного университета, диссертационного совета по защите докторских диссертаций ИГН НАН РК.

К числу неопенимых заслуг Игоря Федоровича относится подготовка достойной молодой смены – целой плеяды учеников и последователей, многие из которых также достигли больших успехов, защитили под его руководством кандидатские диссертации, стали докторами наук, известными учеными. В результате наиболее высокая степень палеонтолого-стратиграфической и в целом геологической изученности многих подразделений палеозоя, особенно ордовика и его границ признается всеми ведущими специалистами в Казахстане, а также в ближнем и дальнем зарубежье. К сожалению, немало друзей, учеников и соратников Игоря Федоровича уже ушли из жизни или завершили свою трудовую деятельность, но оставшиеся успешно продолжают его дело, сохраняя признательность, добрую и светлую память о нем, как в Казахстане, так и далеко за его пределами.

*Редколлегия*

**ИВАН БОРИСОВИЧ ДАЛЬЯН**  
(К 90-летию со дня рождения)



25 июня 2014 года исполнилось бы 90 лет со дня рождения крупного геолога-нефтяника, доктора геолого-минералогических наук, профессора, действительного члена Уральской академии геологических наук, академического советника Национальной инженерной академии наук Республики Казахстан.

И. Б. Дальян родился в п. Кашлагач Большеновоселковского района Донецкой области УССР. В 1953 году окончил Пермский государственный университет им. А. М. Горького. После окончания университета получил назначение в Казахстан в Трест «Актюбнефтеразведка» и был назначен геологом Петропавловской нефтеразведки треста. В 1955 году стал ст. геологом геологического отдела треста по разведке подземных вод на территории Актюбинской области КазССР по обеспечению целинных совхозов и машинно-терригенных станций (МТС) питьевой водой. В 1958 году его вновь назначают ст. геологом Подгорненской разведки структурнопоискового бурения и одновременно геологического отдела треста «Актюбразведка». С 1964 года был бессменным начальником геологического отдела треста Актюбинской нефтеразведочной экспедиции (НРЭ). Позже, возглавлял кафедру «нефтегазовое дело» университета «Дуние», ведя подготовку высококвалифицированных, всесторонне образованных инженерных кадров!

Вся его жизнь – яркий пример самоотверженного служения труду и беззаветной преданности геологической службе.

До самых последних дней своей жизни И. Б. Дальян отдавал свои силы и знания на обеспечение энергетической независимости нашей республики, занимаясь разведкой «черного золота» на территории всей восточной части огромной Прикаспийской впадины. Глубокие знания фундаментальной геологии месторождений нефти и газа и успешно защищенные им, сначала кандидатской по специальности «Гидрогеология» (1963 г.), а затем и докторской диссертации в области разведки месторождений нефти и газа (1979 г.) став первым доктором наук в Казахстане по геологии нефти и газа. При его участии открыто двадцать одно месторождений нефти в восточной прибортовой части Прикаспийской впадины и Базайское, Аккулковское и Кызылойское газовое месторождения на плато Устюрт. А также им вложен вклад в разведку более 10 крупных месторождений подсольевых горизонтов Прикаспийской впадины (Кенкияк, Жанажол, Урихтау, Синельниковское, Жанатан, Лактыбай, Восточный Акжар – Курсай, Кокбулак, Южный Каратюбе и др.).

За вклад в развитие энергетической базы страны и добросовестный труд И. Б. Дальян был награжден орденом «Курмет», медалями «За освоение целинных и залежных земель», «50-ти летия целины», «100-летия нефтяной и газовой промышленности СССР», «За доблестный труд», «Ветеран труда», Знаком «Казахстан мунаина 100 жыл», Почетными Грамотами Мингео РК,

МЭМР РК, Актюбинского облисполкома. Его имя занесено в энциклопедию КазССР и города Актобе. Он является почетным гражданином г. Актобе.

И. Б. Дальян был весьма предрасположен к научной работе, хотя по роду своей деятельности был представителем, так называемой в советское время технической интеллигенции, которая трудилась на самых передовых рубежах прогресса. Обладая широкими знаниями в области геологического строения Западного Казахстана, в частности, глубочайшей древней Прикаспийской впадиной, он был знаком с новейшими данными по геологии и нефтегазоносности Казахстана, общался и был знаком с выдающимися геологами Союза, представителями московской и ленинградской научных школ. Но самой крупной величиной в ту пору в геологической науке в СССР и Мире был академик, АН СССР, Вице-Президент АН СССР, Герой Социалистического Труда Александр Леонидович Яншин. Он до сих пор является ученым планетарного масштаба и был при жизни признан самым выдающимся геологом Мира, дружбой с которым он всегда очень гордился и дорожил.

Все ученые страны, работавшие в многочисленных НИИ в Москве, Ленинграде, Саратове, Куйбышеве, Оренбурге, Уфе, Казани, Баку, Алма-Ате и других городов Союза стремились проводить свои исследования в нашем Западном Казахстане, который стал в советское время мировой нефтегазоносной территорией. Благодаря усилиям и высокому профессионализму ученых геологов и представителей геологической практики удалось открыть крупные нефтегазовые месторождения в Казахстане, ставшие в настоящее время основой нашей экономики, успешно конкурируемой на мировом уровне. Только благодаря таких людей, к которым можно отнести по праву и нашего незабвенного Ивана Борисовича Дальяна, и всех тех, кто рука об руку трудился в деле поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений, наша страна находится в лидерах «десятки» мировой добычи «черного золота».

Нас, его ровесников и более молодых коллег всегда радовала его доброта и порядочность, стремление помочь молодым ученым, которые ежегодно в полевой сезон приезжали в Актюбинск и изучали материалы результатов геологоразведочных работ по той или иной геологической структуре. Он всегда знал, когда и где были вскрыты нефтеносные, так называемые «продуктивные горизонты», сколько и какого качества оказалась там нефть и т.д.

И. Б. Дальян является автором и соавтором многочисленных научных работ, в том числе крупных монографий и карт, которые были изданы в СССР и в дальнем зарубежье. И. Б. Дальяном в свое время было опубликовано ряд книг и статей по подземным водам нефтяных месторождений и по геологии нефти и газа Прикаспийской впадины в Докладах АН КазССР, а многие его труды в соавторстве с ведущими учеными Москвы печатались в ведущих журналах АН СССР.

По прошествии многих лет мы, его коллеги, по разным причинам вынужденные общаться с ним редко в силу условий нашей работы. Мы все чаще ощущали недостаток общения. Несмотря на трудности последних лет своей жизни, он всегда по праздникам слал нам свои поздравления и пожелания успехов и здоровья, оставаясь для нас прежним Иваном Дальяном, которого мы все уважали и любили.

Светлый образ его навеки сохранится в сердцах современников и последователей.

*Коллеги И. Б. Дальяна: академик НАН РК Журмбек Сыдыков,  
академик НАН РК Надир Надиров,  
академик НАН РК Султан Оздоев,  
член-корреспондент НАН РК Мурат Мухамеджанов.*

## МАЗМҰНЫ

### Аймақтық геология

<i>Гридина Н.М., Филатова Г.В., Климахина З.А., Иверская А.П.</i> Жезқазған ойпатының солтүстігіндегі есілдік, яговкиндік, дальнендік және белеуіттік свиталардың таскөмір жүйесінің жасы туралы.....	3
<i>Степанец В.Г., Антонюк Р.М., Кряжева Т.В.</i> Майқайың кен ауданының төменгі кембрий және ордовик геологиясы.....	11

### Минерагения, болжамдар, болашақтары

<i>Жуков Н.М., Антоненко А.А., Гойколова Т.В.</i> Шеткі вулканплутондық белдемдердің өнімдері және олармен байланысқан пайдалы қазбалардың Қазақстандағы құрылымдарының болашағы.....	28
<i>Зайцев С.И.</i> Терең орналасқан интрузив-интрузивүсті зоналар – жаңа кенорындарын іздеудің нысандары.....	35

### Минералогия

<i>Құдайбергенова Н.Қ., Стецюра М.М., Юсупова У.Ю., Фазылова О.С., Шәріпова Н.А., Семашко В.А.</i> Қазақстан кенорындарындағы ильменит минералы.....	40
--	----

### Гидрогеология

<i>Порядин В.И.</i> Қазақстанның жерасты суларының экожүйелік ресурстары: бағалау әдіснамасы.....	47
<i>Жәкелов А.К., Базарбаева Г.О.</i> Жерасты суларынан төмен жатқан су кешендерінің қалыптасу жағдайлары.....	58

### Әдістеме

<i>Силачева Н.В.</i> Алматы қаласы жағдайындағы топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының өршуін бағалау әдістері туралы .....	67
<i>Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л., Еріқұлы Ж.</i> Гидрогеологиялық карталандырудағы геоақпараттық технологиялар.....	76
<i>Пузиков Е.М., Долбешкин М.В., Поветкин Р.Д., Қаржаубаев К.Қ.</i> Қазақстанды сумен қамтамасыз ету – табиғи-шаруашылық жүйесін бағалау үшін бағдарламалық кешен.....	82

### Ғалымды еске алу

Қазақстан Республикасы Ұлттық академиясының академигі Арықтай Қайыпұлы Қайыпов (туғанына 100 жыл толуына орай).....	86
Игорь Федорович Никитин (туғанына 90 жыл толуына орай).....	90
Иван Борисович Дальян (туғанына 90 жыл толуына орай).....	92

## СОДЕРЖАНИЕ

**Региональная геология**

<i>Гридина Н.М., Филатова Г.В., Климахина З.А., Иверская А.П.</i> О возрасте ишимской, яговкинской, дальненской и белеутинской свит каменноугольной системы на севере Жезказганской впадины.....	3
<i>Степанец В.Г., Антонюк Р.М., Кряжева Т.В.</i> Геология нижнего кембрия и ордовика Майкаинского рудного района.....	11

**Минералогия, прогнозы, перспективы**

<i>Жуков Н.М., Антоненко А.А., Гойколова Т.В.</i> Перспективы краевых вулканоплутонических поясов и сопряженных с ними структур Казахстана на приоритетные полезные ископаемые.....	28
<i>Зайцев С.И.</i> Глубокозалегающие интрузив-надинтрузивные зоны – объекты поиска новых месторождений.....	35

**Минералогия**

<i>Кудайбергенова Н.К., Стецора М.М., Юсупова У.Ю., Фазылова О.С., Шарипова Н.А., Семашко В.А.</i> Минерал ильменит в месторождениях Казахстана.....	40
--	----

**Гидрогеология**

<i>Порядин В.И.</i> Экосистемные ресурсы подземных вод Казахстана: методология оценки.....	47
<i>Джакелов А.К., Базарбаева Г.О.</i> Условия формирования водоносных комплексов залегающих ниже грунтовых вод.....	58

**Методика**

<i>Силачева Н.В.</i> О методах оценки усиления сейсмических колебаний грунта в условиях г. Алматы.....	67
<i>Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л., Ерекулы Ж.</i> Геоинформационные технологии в гидрогеологическом картографировании.....	76
<i>Пузиков Е.М., Долбешкин М.В., Поветкин Р.Д., Каржаубаев К.К.</i> Программный комплекс для оценки прогнозных сценариев в водообеспеченности природо-хозяйственных систем Казахстана.....	82

**Памяти ученого**

Академик Национальной академии наук Республики Казахстан Арыктай Каюпович Каюпов (к 100-летию со дня рождения).....	86
Игорь Федорович Никитин (к 90-летию со дня рождения).....	90
Иван Борисович Дальян (к 90-летию со дня рождения).....	92

CONTENTS

**Regional geology**

- Gridina N.M., Filatova G.V., Klimahina Z.A., Iverskaya A.P.* On the age of the ishim, yagovkin, dal'nen and beleutin suites of the carboniferous system in Northern Zhezkazgan depression..... 3  
*Stepanets V.G., Antoniuc R.M., Kryazheva T.V.* Geology of the Lower Cambrian and Ordovician Maykain ore district..... 11

**Minerageny, forecasts, prospects**

- Zhukov N.M., Antonenko A.A., Goykolova T.V.* Prospects of boundary value volcanic plutonic belts and associated structures of Kazakhstan on the priority minerals..... 28  
*Zaitsev S.I.* Deep-seated intrusive-over intrusive zones – objects to search for new deposits..... 35

**Mineralogy**

- Kudaibergenova N.K., Stetsora M.M., Yusupova U.Y., Fazylova O.S., Sharipova N.A., Semashko V.A.* Ilmenite mineral in deposits of Kazakhstan..... 40

**Hydrogeology**

- Poryadin V.I.* Ecosystemic resources of underground waters in Kazakhstan - an assessment methodology..... 47  
*Dzhakelov A.K., Bazarbayeva G.O.* Conditions of formation of water-bearing complexes laying below the groundwater... 58

**Methodology**

- Panichkin V.Y., Miroshnichenko O.L., Erekyly J.* Geoinformation technologies in hydrogeological mapping..... 67  
*Silacheva N.V.* On the methods of assessment to enhance of seismic ground motion in conditions of Almaty..... 76  
*Puzikov E.M., Dolbeshkin M.V., Povetkin R.D., Karzhaubayev K.K.* Program complex for evaluation of forecast scenarios of water availability in nature and economic systems of Kazakhstan..... 82

**In Memory of the scientist**

- Academician of the National academy of the Republic of Kazakhstan *Aryktay Kayupovich Kayupov* (the 100th anniversary of his birth)..... 86  
*Igor Fedorovich Nikitin* (the 90th birthday)..... 90  
*Ivan Borisovich Dal'yan* (the 90th birthday)..... 92

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

Редактор на казахском языке *Ж. М. Нургожина*  
Верстка *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 15.10.2014.  
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
6,0 п.л. Тираж 300. Заказ 5.