

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

**ХАБАРЛАРЫ**

---

**ИЗВЕСТИЯ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СЕРИЯ  
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

**2 (436)**

МАРТ— АПРЕЛЬ 2012 г.

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 г.

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

АЛМАТЫ  
НАН РК

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН. ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ.

Бас редактор

**Ж.М. Әділов**

Бас редактордың орынбасары

**М.Ш. Өмірсеріков**

Редакция алқасы:

Т.Д. Абаканов, Б.Ж. Әубекеров, Х.А. Беспәев, Н.С. Бүктіков, **Э.С. Воцалевский**, Ф.Х. Ергалиев, Г.Ж. Жолтаев, Н.М. Жуков, Л.А. Крупник, А.К. Курскеев, А.Р. Медеу, С.М. Оздоев, Б.М. Рақышев, Б.Р. Рақышев, Ф.А. Сәтбаев, И.В. Северский, Н.С. Сейітов, Э.Ю. Сейітмұратова, Д.К. Сүлеев, З.В. Толубаева (жауапты хатшы)

## МАЗМҰНЫ

### Аймақтық геология

*Ермолов П.В., Антонюк Р.М., Гранкин М.С.* Кейінгі протерозойдағы Оңтүстік Ұлытаудың геодинамикасы.....5  
*Жамалов Д.Б., Туляганова Н.Ш.* Төрттік кезеңдегі Шатқалды-Курамин микротактасының геодинамикалық дамуының кинематикасы.....16

### Минерагения, болжамдар, келешегі

*Байбатша А.Б., Дүйсембаева К.Ш.* Алтын кенорнын микроминералогиялық зерттеу.....22  
*Скринник Л.И., Гадеев Р.Р.* Оңтүстік Шығыс Қазақстанның жанартаулық белдеуін металлогенді мамандандыру.....32

### Әдістеме және технология

*Рақышев Б.М., Филинский Л.М.* Таулы рудалы аудандардағы минералды-шикізат базасының толтырылу мәселелері.....41  
*Қарабалин У.С., Сармурзина Р.Г., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.* Мұнай өндіру мониторингы барысындағы ландшафттың құрылымын құрайтын формаға және көлеміне байланысты кернеудің разрядталу мен жинақталу үрдістері.....48

### Гидрогеология және геоэкология

*Сыдықов Ж.С., Сәтпаев А.Г., Ерменбай А.* Жерасты шаруашылық-ауыз сулары–Қазақстанды сумен камтамасыз етудің бірден бір негізгі көзі.....54  
*Паничкин В.Ю.* Тұрақты қызмет атқарып тұратын Қазақстанның гидрогеологиялық модельді жүйесін құру және қолданысқа енгізу үшін геоапараттық технологияны және қашықтықтан зерделеуді кешенді түрде қолдану әдістерінің теориялық негізін өңдеу.....67  
*Порядин В.И., Бураков М.М., Павличенко Л.М.* Техногенді гидрогеологиялық үрдістерімен болжауды және басқаруды зерттеудің жаңа әдістерін дамыту.....73  
*Мұхамеджанов М.А., Ливинский Ю.Н.* Оңтүстік Қазақстанның жайылым аумағындағы жер асты сулары, ресурстарды бағалау, экологиялық жағдайы және тиімді пайдаланылуы.....81

### Қысқаша хабарлама

*Ердемқұл Г.* Геологиялық зерттеулерде әуеғарыштық әдістерді қолдану.....91

### Мерейтойлар

Жакелов Әбдіқаппар Кенжебайұлы (*Туганына 80 жыл толуына орай*).....94

### Ғалымды еске алу

Воцалевский Эдгард Славомирович.....96

«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

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2011

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 г. ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

Главный редактор  
**Ж.М. Адилов**

Заместитель главного редактора  
**М.Ш. Омирсериков**

Редакционная коллегия:

Т.Д. Абаканов, Б.Ж. Аубекеров, Х.А. Беспаяев, Н.С. Буктуков, **Э.С. Воцалевский**, Г.Х. Ергалиев, Г.Ж. Жолтаев, Н.М. Жуков, Л.А. Крупник, А.К. Курскеев, А.Р. Медеу, С.М. Оздоев, Б.М. Ракишев, Б.Р. Ракишев, Г.А. Сатпаев, И.В. Северский, Н.С. Сеитов, Э.Ю. Сейтмуратова, Д.К. Сулеев, З.В. Толубаева (ответственный секретарь)

## СОДЕРЖАНИЕ

### Региональная геология

*Ермолов П.В., Антонюк Р.М., Гранкин М.С.* Геодинамика Южного Улытау в позднем протерозое.....5  
*Джамалов Д.Б., Туляганова Н.Ш.* Кинематика геодинамического развития Чаткало-Кураминской микроплиты в четвертичном периоде.....16

### Минералогия, прогнозы, перспективы

*Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш.* Микроминералогические исследования золоторудных месторождений .....22  
*Скринник Л.И., Гадеев Р.Р.* Металлогеническая специализация вулканических поясов Юго-Восточного Казахстана.....32

### Методика и технология

*Ракишев Б.М., Филинский Л.М.* К проблеме восполнения минерально-сырьевой базы горнорудных районов.....41  
*Карабалин У.С., Сармурзина Р.Г., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.* Процессы накопления и разрядки напряжений в зависимости от размеров и формы структурных составляющих ландшафта в процессах мониторинга при нефтедобыче.....48

### Гидрогеология и геоэкология

*Сыдыков Ж.С., Сатпаев А.Г., Ерменбай А.* Подземные хозяйственно-питьевые воды—один из основных источников водоснабжения Казахстана.....54

*Паничкин В.Ю.* Разработка теоретических основ комплексного применения методов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий для создания и эксплуатации систем постоянно действующих гидрогеологических моделей в Казахстане.....67

*Порядин В.И., Бураков М.М., Павличенко Л.М.* Развитие новых методов изучения, прогноза и управления техногенными гидрогеологическими процессами.....73

*Мухамеджанов М.А., Ливинский Ю.Н.* Подземные воды пастбищных территорий Южного Казахстана, оценка ресурсов, экологическое состояние и рациональное использование.....81

### Краткие сообщения

*Ердемкул Г.* Применение аэрокосмических методов в геологических исследованиях.....91

### Юбилейные даты

Джакелов Абдикаппар Кенжебаевич (к 80-летию со дня рождения).....94

### Памяти учёного

Воцалевский Эдгар Славомирович.....96

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940. IT IS PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

Editor-in-chief

**Zh.M. Adilov**

Deputy editor-in-chief

**M.Sh. Omirserikov**

Editorial staff:

T.D. Abakanov, B.Zh. Aubekero, Kh.A. Bespayev, N.S. Buktukov, E.S. Votsalevsky, G.Kh. Ergaliev, G.Zh. Zholtaev, N.M. Gukov, L.A. Krupnik, A.K. Kurskeyev, A.R. Medeu, S.M. Ozdoev, B.M. Rakishev, B.R. Rakishev, G.A. Satpaev, I.V. Seversky, N.S. Seitov, E.U. Seitmuratova, D.K. Suleyev, Z.V. Tolubayeva (secretary)

## CONTENTS

### Regional geology

<i>Yermolov P.V., Antonjuk R. M., Grankin M. S.</i> Geodynamics of Southern Ulytau in Upper Proterozoic.....	5
<i>Dzhamalov D.B., Tufjaganova N.Sh.</i> Kinematics of geodynamic evolution of the Chatkalo-Kuraminsky microplate in Quaternary.....	16

### Minerageny. Prognoses and prospects

<i>Bajbatsha A.B., Dusembaeva K.Sh.</i> Micromineralogical research of Kazakhstan gold deposit.....	22
<i>Skrinnik L.I., Gadeev R.R.</i> Metallogenic specialisation of Southeast Kazakhstan volcanic belts.....	32

### Technique and technology

<i>Rakishev B.M., Filinsky L.M.</i> To a completion problem of a mineral-raw-material base of mining areas.....	41
<i>Karabalin U.S., Sarmurzina R. G., Metaksa G. P., Moldabaeva G. Zh.</i> Processes of accumulation and a discharge of pressure depending on the sizes and the form of landscape structural components in monitoring processes during oil extracting.....	48

### Hydrogeology and geocology

<i>Sydykov Zh.S., Satpaev A.G., Ermenbai A.</i> Underground economic-drinking waters is one from the main sources of Kazakhstan water delivery.....	54
<i>Panichkin V. JU.</i> Development of theoretical bases of complex application of remote distantial sounding and geoinformation technologies methods for creation and operation of constantly operating hydro-geological model systems of Kazakhstan.....	67
<i>Porjadin V.I., Burakov M.M., Pavlichenko L.M.</i> Development of new methods of studying, the prediction and management by technogenic hydro-geological processes.....	73
<i>Muhamedzhanov M.A., Livinsky JU.N.</i> Underground waters of Southern Kazakhstan pasturable territories, an estimation of resources, an ecological condition and rational use.....	81

### Short messages

<i>Erdemkul G.</i> Application of aerospace methods in geological researches.....	91
---	----

### Anniversaries

<i>Dzhakelov Abdikappar Kenzhebaevich (to the 80 anniversary from the date of a birth).....</i>	94
---	----

### Memories of the scientist

<i>Votsalevsky Edgard Slavomirovich.....</i>	96
--	----

УДК 551.72(574.3)

П.В.ЕРМОЛОВ<sup>1</sup>, Р.М.АНТОНЮК<sup>2</sup>, М.С.ГРАНКИН<sup>3</sup>

## ГЕОДИНАМИКА ЮЖНОГО УЛЫТАУ В ПОЗДНЕМ ПРОТЕРОЗОЕ

Заманауи U-Pb әдіс арқылы Оңтүстік Ұлытауда бес магматикалық кешен белгіленді: актасы гранитосиент-лейкогранитті 640±6 Ма, карсақпайлы сиенитті 673±2, порфиroidты дацит-риолитті 666±11 Ма, гнейсогранитті жауынқарлы 841±11 Ма және гнейсті 748±8 Ма. Актасы гранитосиент-гранитті және дацит-риолитті кешендері жастары шамалас және бірдей петрогенді элементтер құрамынан тұрады. Оларға «жанартаулы-плутонды жүйе» терминін қолдану мүмкін. Алғашқы төрт кешен қышқыл және ультрақышқылды маңызды калийлік жыныстарға қосылады. Бұл өз кезегінде кратон типті қыртыспен салыстыра отырып неопротерозойда Оңтүстік Ұлытау қыртысының жасы үлкен екенін көрсетеді. Сонымен қатар аумақта офиолитті қалыптасудың метабазитті кешенінің қатысуымен (карсақпайлы серия) және неопротерозой жасының ізбетасты-сілтілі құрамды бимодальды ортогнейстердің қарама қайшылығы аралдық доғаны немесе белсенді континентальды шеттер мен субдукционды режимді беретін кратонды қоса отырып неопротерозойда күрделі геодинамикалық жағдайлар бар екенін көрсетеді.

Современным U-Pb методом датировано пять магматических комплекса в Южном Улытау: актаский граносиенит-лейкогранитный 640±6 Ма, карсақпайский сиенитовый 673±2, порфиroidный дацит-риолитовый 666±11 Ма, гнейсогранитный жаунарский 841±11 Ма и гнейсовый 748±8 Ма. Актаский граносиенит-гранитный и дацит-риолитовый комплексы имеют близкие возраста и одинаковый состав петрогенных элементов. Для них возможно применение термина «вулcano-плутоническая система». Первые четыре комплекса сложены кислыми и ультракислыми существенно калиевыми породами. Это свидетельствует о высокой зрелости коры в Южном Улытау в неопротерозое, сопоставимой с корой кратонного типа. Вместе с тем, присутствие в регионе метабазитового комплекса офиолитового происхождения (карсақпайская серия) и контрастных бимодальных ортогнейсов известково-щелочного состава неопротерозойского возраста указывает на существование в неопротерозое сложной геодинамической обстановки, включая кратон, передовую островную дугу или активную континентальную окраину и субдукционный режим.

Five magmatic complexes have been dating in South Ulytau using U-Pb method (technology SRIMP): aktas granosyenite-leucogranite 640±6 Ма, karsakpay syenite 673±2, porphyroid dacite-rhyolite 666±11 Ма, ghuankarsky gneiss-granite 841±11 Ма and ortho- and paragneiss 748±8 Ма. Aktas granosyenite-leucogranite and dacite-rhyolite complexes are similar in composition and age. They may be named as volcanic-plutonic system. Four intrusive complexes of the five of them are composed by acid and ultra acid potash-granitoids. Such composition of magmas show craton conditions in the neoproterozoic. At the same time, presence in the region of metabasaltic karsakpay complex of the ophiolitic type and contrast bimodal orthogneiss of the arc type testify about complicated environment, including craton, fore-arc or active continental margin and subduction tectonic regime.

В хр. Улытау метаморфические комплексы докембрия обнажаются разобщенно в приподнятых блоках в окружении палеозойских складчатых структур (рис. 1). Возрастные датировки этих толщ были получены в восьмидесятых годах прошлого столетия U-Pb классическим методом по цирконовым навескам геологами МГУ [1]. Верхний возрастной предел гранитоидов Актасского интрузивного массива оценивался в интервале 610-650±20-30 Ма. Возраст гранито-гнейсов определялся тем же методом, а интерпретация результатов осуществлялась с использованием

двухстадийных дискордий, верхнее пересечение которых приводило к цифре 1800 Ма, а промежуточное пересечение находилось в точке дискордии с возрастом 640 Ма.

Нами в Южном Улытау были отобраны пять проб: №87 из биотит-гастингитовых гранитов массива Актас, №88 из порфиroidов жаунарской свиты майтубинской серии, №90 из биотитовых гранито-гнейсов Яконмолинского массива и № 92, 93 из бектурганской серии условного раннепротерозойского возраста Эскулинского купола, расположенного восточнее хребтовой

<sup>1</sup>Казахстан, 100019, Караганда, ул. Ипподромная, 5. Институт проблем комплексного освоения недр»,

<sup>2-3</sup>Казахстан, 100019, Караганда, пер. Свободный, 9. ТОО «Центргеоаналит»

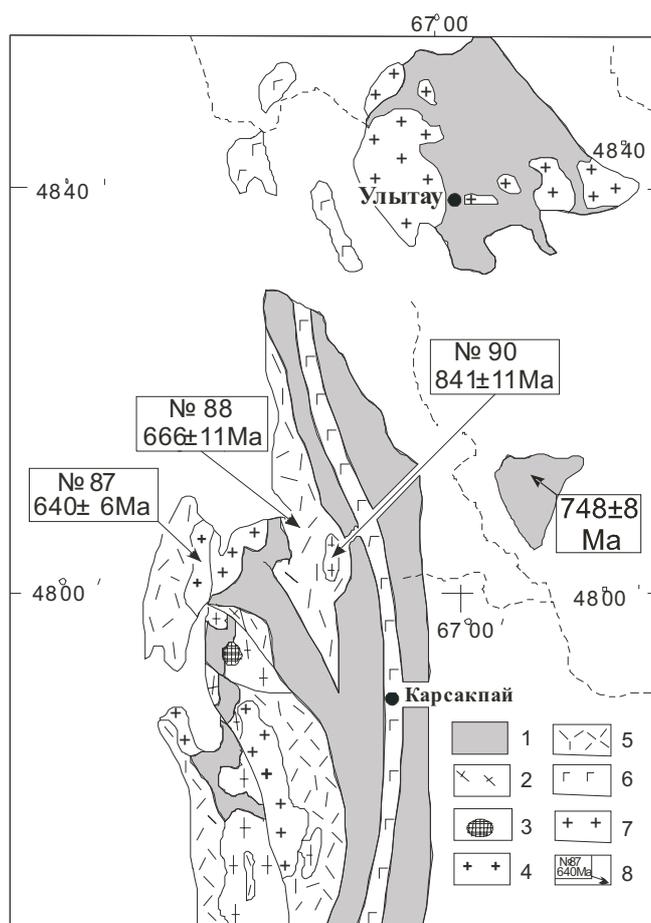


Рис. 1. Выходы докембрийских комплексов в Южном Улытау. 1 – кристаллические сланцы, парагнейсы, кварциты, филлитовые сланцы неопротерозоя, система Cryogenian; 2 – биотитовые и лейкократовые гранито-гнейсы неопротерозоя, система Cryogenian; 3 – сиениты Карсакпайского массива неопротерозоя; 4 – актасский граносиенит-гранитный комплекс неопротерозоя, система Cryogenian; 5 – порфиroidы и кислые метавулканиды неопротерозоя, система Cryogenian; 6 – metabазальты карсакпайской серии проблематичного возраста; 7 – палеозойские гранитоиды; 8 – номер пробы, место отбора и уран-свинцовый конкордантный возраст

части Улытау (рис. 1). При этом, пробы №№ 87, 90 отобраны из тех же мест, где в восьмидесятых годах прошлого века отбирались и анализировались пробы геологами МГУ [1]. Извлечение циркона из указанных выше проб произведено в ТОО «ИПКОН», изотопный анализ и полная обработка первичных данных осуществлены в Изотопном центре ВСЕГЕИ (Россия) по технологии SRIMP-II на средства ТОО «ИПКОН». Одновременно, коллективом геологов ГИН РАН (Москва) из тех же комплексов выделены пробы циркона, которые тестированы U/Pb классическим методом. Полученные цифры, имея небольшие расхождения с нашими датировками, позволяют однозначно толковать геодинамику Южного Улытау в позднем протерозое. Дополнительные сведения по геологии района изложены в [2].

**Отбор проб и изотопные исследования**

**Проба №87** отобрана на вершине горы Актас из биотит-гастингситовых гранитов, координаты: сш. 48°02'51"; вд. 66°19'47" (рис.1). Массив имеет линейно-вытянутую форму и относится к трещинному типу. Он прослеживается в меридиональном направлении на расстояние около 20 км при ширине 4 км. Восточный контакт массива с вмещающими породами тектонический, на западе он граничит с метаморфизованными кислыми вулканидами позднего протерозоя. Контактные изменения в кислых вулканидах проявлены очень слабо и выразились в перекристаллизации их до мелкозернистого гранулированного агрегата кварца и полевых шпатов с размером зерна до 0.1 мм. Эндоконтактные фации представлены микрогранофиром.

Таблица 1. Средние содержания петрогенных элементов в породах актасского комплекса

№, п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1(7)	74.29	0.20	12.46	1.45	1.16	0.04	0.45	0.51	3.21	5.17
2(2)	70.47	0.20	15.43	0.82	1.61	0.05	0.32	0.80	3.80	5.70
3(2)	66.81	0.24	15.17	2.96	3.28	0.16	1.68	1.65	3.81	4.21

Примечание. 1 – лейкогранит, 2 – гранит, 3 – кварцевый сиенит. В скобках – количество анализов

Эндоконтактовая фация массива представлена кварцевыми сиенитами. Они имеют постепенные переходы в граниты и отличаются от них меньшей зернистостью (до 2-3 мм), меньшим содержанием кварца (до 10%) и присутствием в некоторых разностях гастингсита.

Главная фация колеблется по составу от гранита до лейкогранита. Они слагают основную часть массива, обычно катаклазированы, достаточно однородны по минеральному составу с небольшим колебанием по зернистости. Содержание кварца колеблется в пределах 25-30%. Характерной особенностью гранитов Актасского массива является отсутствие в них первичного магматического плагиоклаза. Калиевый полевой шпат по данным [3] представлен максимальным микроклином с высокой рентгеновской триклинностью. Количество постмагматического альбита не превышает 9%, редко достигая 20% в альбитизированных разновидностях гранита. Первичные цветные минералы не сохранились. Вторичный биотит развивается по сланцеватости. В составе аксессуаров отмечены ортит, циркон, апатит, флюорит.

Химический состав главных разновидностей пород массива Актас приведен в таблице 1.

Все разновидности пород актасского комплекса относятся к калиевой серии. Максимально это свойство проявлено в гранитах главной фации, где содержание K<sub>2</sub>O в среднем на 2% выше содержания Na<sub>2</sub>O. Такой состав характеризует очень зрелое состояние коры, из которой выплавились граниты.

Основные результаты изотопного анализа циркона, извлеченного из гранитов, и обоснование возраста приведены на рис. 2 и в таблице 2. Все зерна циркона в катодо-люминесцентном изображении демонстрируют ритмичную магматическую структуру.

Включения облачного циркона, характеризующего обычно реститовый метаморфический циркон, не выявлены, что указывает на глубокое проплавление субстрата при формировании маг-

матического расплава. Конкордантный возраст гранитов 640±6Ма. Вероятность такого возраст составляет 93%.

Геологами ГИН РАН [4] изучена проба, отобранная из гранитов главной фазы массива Актас в 4.5 км западнее пос. Актас: сш 66° 18' 48,6"; вд. 48°02'59,5". Возраст 791±7 млн. лет. Порода в данной точке по составу отвечает щелочным гранитам. Не исключена вероятность сложного строения массива и присутствие в его составе нескольких возрастных и петрохимических разновидностей. Этим же коллективом геологов [4] изучены щелочные сиениты карсакапайского комплекса в одноименном массиве. Полученный возраст 673±2 млн. лет практически одинаков с возрастом гранитов Актасского массива в изученной нами точке. Здесь зона эндоконтакта массива представлена сиенитами, которые вглубь массива сменяются лейкократовыми биотит-гастингситовыми гранитами, из которых получен вышеуказанный возраст 640±6 млн. лет. Поэтому мы рассматриваем рубеж 640-670 млн. лет как время формирования актасского сиенит-лейкогранитного комплекса. Щелочные граниты, изученные [4], возможно, принадлежат более древнему комплексу.

**Проба 88** отобрана из гомогенных порфиридов в пределах хребтовой части Южного Улытау. Координаты точки отбора следующие: 48°05'00"сш ; 66°34'53" вд. Порфириды образуют серию крупных выходов в пределах хребтовой части Улытау (рис. 1). Проба на изотопный возраст взята из порфиридов с хорошо сохранившейся флюидальностью, четкими ограниченными фенокристами кварца и обильного магнетита. Отмечены признаки фельдшпатизации с развитием порфиробласт размером 1.5-2.5 мм. Иногда фельдшпатизация имеет струйный характер. В таких случаях формируется агрегат полевого шпата с кварцем. В порфироидах в целом по химическому составу выделяются две группы пород: дациты и риолиты. Обе группы пересыщены кремнеземом. Дацинты относительно риоли-

Таблица 2. Изотопный состав и возраст пробы № 87, граниты массива Актас, хр. Улытау

№ точек	$^{206}\text{Pb}_c$ , %	U, г/т	Th, г/т	$^{206}\text{Pb}^*$ , г/т	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	(1) $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ Возраст	(1) $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ Возраст	% дискордантности
1,1	0,97	156	50	11,6	0,33	537 ±7	581 ±98	+8
4,1	1,00	484	187	40,1	0,40	594±10	692 ±55	+15
2,1	0,17	705	257	61,1	0,38	619±13	671 ±29	+8
9,1	-	125	63	11,1	0,52	632±10	702 ±62	+10
5,1	0,09	273	38	24,3	0,15	636 ±7	633 ±53	-0
10,1	-	159	90	14,1	0,59	636 ±8	667 ±88	+5
7,1	-	516	216	46,1	0,43	637 ±7	629 ±20	-1
8,1	-	127	50	11,5	0,40	645 ±8	714 ±70	+10
3,1	0,00	250	106	22,8	0,44	650±13	638 ±30	-2
6,1	0,23	113	58	10,3	0,53	651 ±9	602 ±66	-9

Примечание. Ошибка 1 сигма; Pbс и Pb\* указаны как общий и радиогенный, соответственно; ошибка в термальном стандарте калибровки 0.32%; (1)- общий свинец скорректирован с использованием  $^{204}\text{Pb}$ .

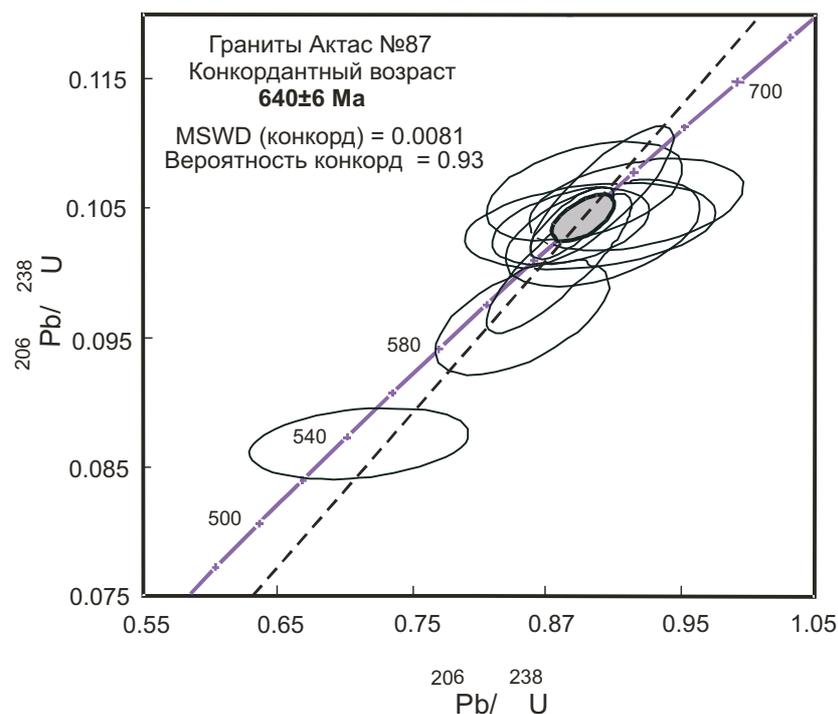


Рис. 2. Изотопный возраст гранитов массива Актас

тов имеют повышенный глинозем ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  в среднем 14.93%) и известковистость (в среднем 1-1,5%, насыщенность плагиоклазом). Риолиты относительно дацитов резко обогащены калием ( $\text{K}_2\text{O} = 4.86\%$  при  $\text{Na}_2\text{O} = 2.56\%$ ), бедны глиноземом и, как результат, резко обогащены свободным кварцем (48-52%). Средний состав вулканической фации порфиroidов приведен в табл. 3.

По составу они подобны лейкократовым гранитам Актас.

Сочетание близких химических свойств и возрастов позволяет их объединять в единый вулкано-плутонический комплекс кальдерного типа. Доказательством принадлежности порфиroidов к вулканической фации служит залегающая выше туфо-туфогенная пачка: среднее содержание

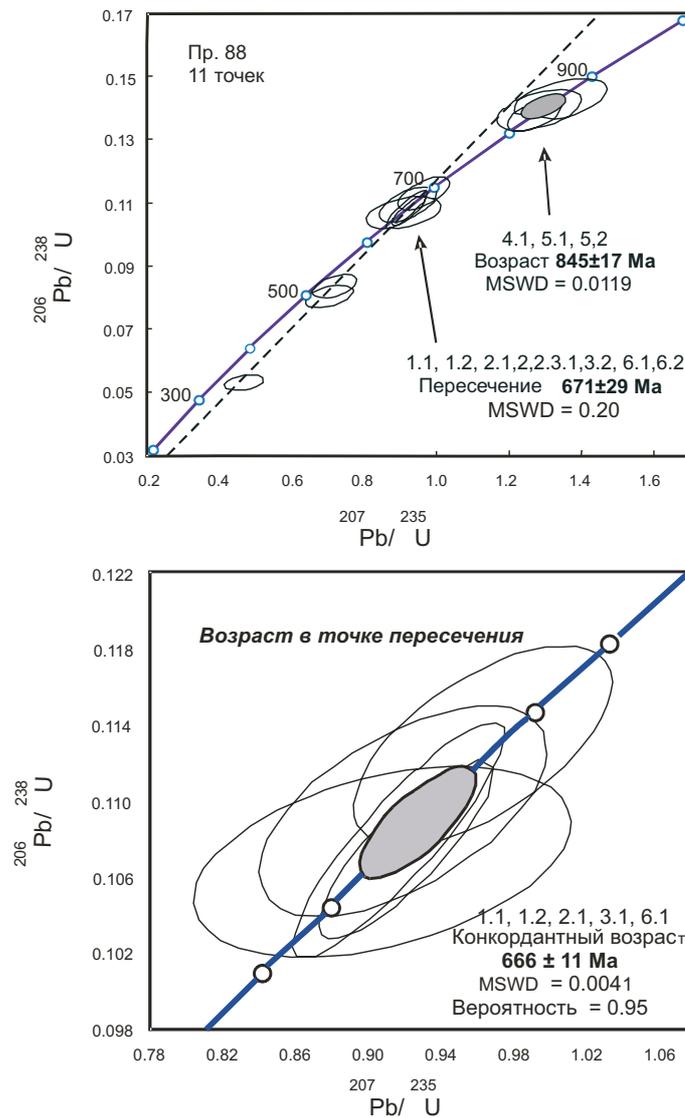


Рис. 3. Изотопный возраст пробы № 88, порфириды хребтовой части Улытау

Таблица 3. Средний состав петрогенных элементов порфиридной толщи

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1(3)	69.46	0.35	14.93	3.70	1.73	0.06	0.89	0.98	3.74	4.05
2(14)	75.10	0.22	12.30	1.95	1.35	0.07	0.45	0.51	2.56	4.86

Примечание. 1-дациты, 2-риолиты. В скобках- количество анализов при расчете среднего

кремнезема в разных породах колеблется от 66,8 до 73,3% при диапазоне частных значений от 64 до 87%; среднее содержание K<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O примерно равны и составляют 2,6-2,7% при колебании K<sub>2</sub>O от 0,3 до 5,9%, Na<sub>2</sub>O от 0.2 до 6.4%.

Возраст порфиридов определен по 11 зернам циркона (рис. 3, табл. 4). Из них в трех зер-

нах анализирована темная кайма по краю зерна, по-видимому, метамиктная, связанная с выветриванием и выносом урана. Все точки образовали дискордию, пересечение которой с конкордией происходит в точке с возрастом  $666 \pm 11$ . Данная цифра принимается за магматический возраст порфиридов. Кроме того, на конкордии

Таблица 4. Изотопный состав и возраст порфиroidов. Проба № 88

Точки измерения	$^{206}\text{Pb}_c$ , %	U, г/г	Th, г/г	$^{206}\text{Pb}^*$ , г/г	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	(1) $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ Возраст	(1) $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ Возраст	% дискордантности
1,1	0,00	95	16	8,89	0,17	670 ±13	635 ±61	5
1,2	-	218	39	20	0,19	654 ±12	661 ±91	1
2,1	0,16	1522	305	141	0,21	658 ±11	679 ±24	3
2,2	1,94	1311	325	92,5	0,26	499 ±8,6	718 ±72	44
3,1	0,10	242	108	23,5	0,46	690 ±12	670 ±50	-3
3,2	4,29	2444	459	117	0,19	336 ±5,9	723 ±91	115
4,1	0,26	160	84	19,6	0,55	860 ±15	876 ±71	2
5,1	0,18	243	73	29	0,31	837 ±14	836 ±43	0
5,2	0,26	171	40	20,5	0,24	841 ±15	829 ±67	-1
6,1	0,07	647	126	60	0,20	661 ±15	660 ±25	0
6,2	3,28	2127	618	158	0,30	519 ±9	683 ±64	32

Примечание. См. таблицу 2

Таблица 5. Изотопный состав и возраст гранито-гнейсов Яконмолинского массива Южного Улытау. Проба № 90

№ точек	$^{206}\text{Pb}_c$ , %	U, г/г	Th, г/г	$^{206}\text{Pb}^*$ , г/г	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	(1) $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ Возраст	(1) $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ Возраст	% дискордантности
1,1	3,23	273	108	31,3	0,41	784 ±14	800 ±140	2
1,2	21,63	943	163	105	0,18	626 ±12	891 ±260	42
2,1	6,70	1178	486	151	0,43	839 ±18	809 ±350	-4
2,2	35,91	1267	375	152	0,31	552 ±11	1103±380	100
3,1	0,96	626	106	73,5	0,18	819 ±14	863 ±59	5
3,2	6,98	917	240	111	0,27	796 ±14	872 ±100	10
4,1	0,24	107	23	12,8	0,22	838 ±17	795 ±77	-5
4,2	66,01	5920	838	454	0,15	192,7 ±9,8	1211±930	528
5,1	5,50	990	275	123	0,29	824 ±15	882 ±250	7
5,2	6,19	684	138	79,5	0,21	771 ±13	857 ±120	11
6,1	23,91	1353	247	144	0,19	582 ±11	910 ±320	56
7,1	0,14	800	329	100	0,43	877 ±15	883 ±32	1
8,1	0,00	613	89	73,1	0,15	838 ±14	841 ±22	0
9,1	-	345	124	41,7	0,37	848 ±15	866 ±44	2
9,2	12,29	1073	151	133	0,15	769 ±13	930 ±120	21
10,1	47,93	2922	466	215	0,16	281,4 ±6,3	1131±540	302

Примечание: см. табл. 2

образовался кластер эллипсов с возрастом  $845 \pm 17$  Ма. Каких-либо существенных отличий в цирконе данной группы и магматических цирконом порфиroidов мы не отметили.

По-видимому, эти цирконы являются ксеногенным материалом от гнейсо-гранитов, с которыми они находятся в непосредственном контакте. Как будет показано ниже, эта группа цирконов почти точно совпадает с цирконами основного кластера в гнейсогранитах. Как полагают [2], граниты Актас, порфиroidы и гнейсограниты увязываются в одну систему, и в ней гнейсогра-

ниты играют роль субстрата, из которого вылаивались и граниты и порфиroidы. Однако, этому противоречит магматическое первичное происхождение гнейсогранитов и отсутствие в них каких-либо признаков глубокого метаморфического преобразования. Верхняя диаграмма – позиция точек на общей конкордии. Нижняя диаграмма – детализация точки пересечения конкордии дискордией.

**Проба 90** отобрана из Яконмолинского массива, координаты  $48^{\circ}03'00''$  сш.,  $66^{\circ}37'35''$  вд. (рис. 1). Он находится в междуречье Бетпакара и

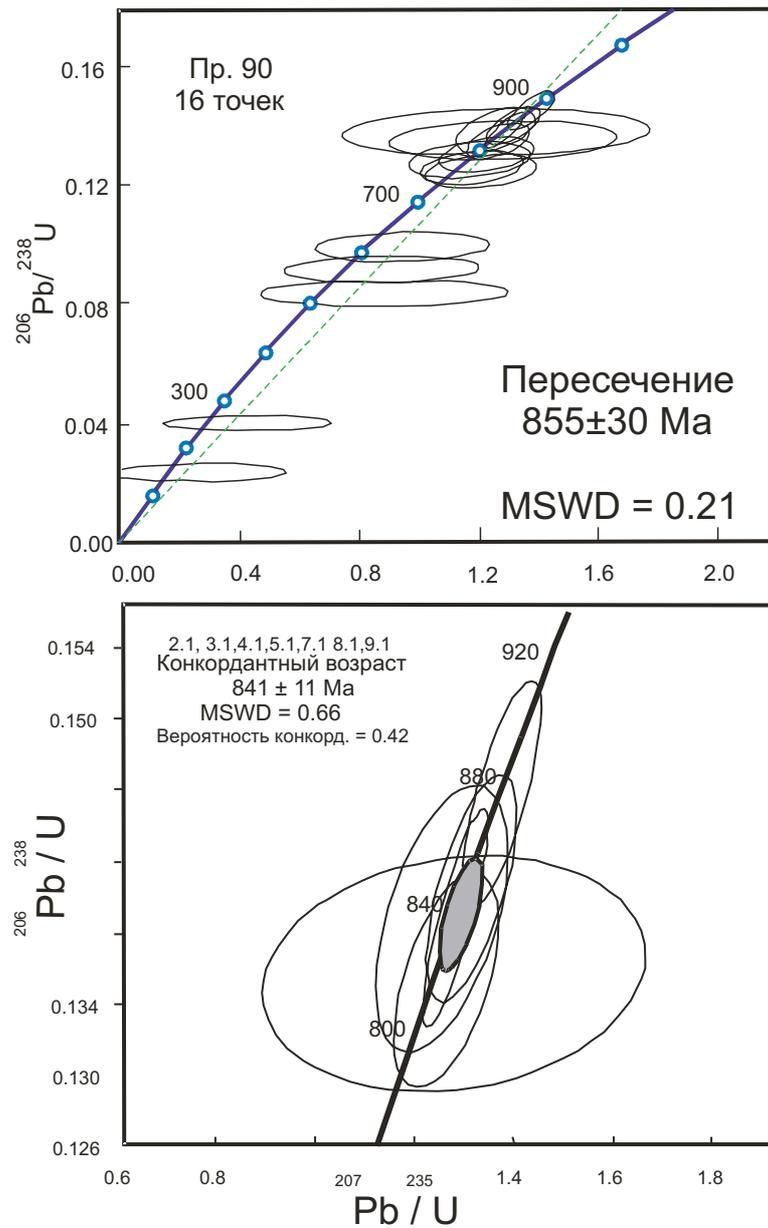


Рис. 4. Изотопный возраст гнейсо-гранитов Яконмолинского массива, проба 90

Таблица 6. Средний состав петрогенных элементов гнейсо-гранитоидов Яконмолинского массива

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1(2)	73.80	0.15	13.10	2.15	1.40	0.04	0.70	0.50	3.59	4.70
2(2)	64.36	0.16	18.97	0.79	1.58	0.08	0.47	1.45	5.32	6.28

Примечание. 1-гнейсо-гранит; 2-гнейсо-сиенит. В скобках- количество анализов.

Кашкансу, имеет субмеридиональное простирание. Длина массива около 8 км, ширина 2 км. В строении его принимают участие среднезернистые и крупнозернистые порфиробластовые и очковые микроклин-альбитовые гранито-гнейсы.

Реже встречаются их мелкозернистые и среднезернистые порфиroidные разности, слагающие тела мощностью от 2-3 до 20 метров. Очень часто встречаются жилы гнейсовидных аплитов мощностью до 1 метра.

Контакты Яконмолинского массива с вмещающими породами почти повсеместно перекрыты рыхлыми породами. В восточной части гнейсо-граниты соприкасаются с бластопсаммитовыми углеродистыми сланцами венд-кембрийского (?) возраста. На западе они граничат с порфириоидами, описанными выше. Восточная граница имеет характер крутых надвигов, падение сместителей  $65-70^\circ$  на восток. Западная граница с порфириоидами интенсивно кливажирована и рассланцована. Падение сместителей крутое  $60-80^\circ$  на запад. Возраст гнейсо-гранитов  $841 \pm 11$  Ма (табл. 5, рис. 4). Верхняя диаграмма – точка пересечения конкордии дискордией. Нижняя диаграмма – деталь точки сечения и возраст.

Форма массива, по-видимому, пластообразная, субсогласная с простиранием вмещающих его тектонических пластин других пород, которые имеют общее запрокидывание на восток. По косвенным признакам гнейсо-граниты Яконмолинского массива подстилают сланцево-порфиroidную толщу, описанную выше (проба 88).

Минеральный состав гнейсо-гранитов, по данным Л.И.Филатовой, колеблется в следующих пределах: плагиоклаз 17-21%, калиевый полевой шпат 37-42%, кварц 30-42%, биотит 2-5%, мусковит 2.8-3.8, акцессорные минералы 0.5%.

По химическому составу в Яконмолинском массиве прослеживаются две фации: сиенитовая и гранитная (табл. 6). Существенные различия между ними предполагают формирование из разных источников и позволяют говорить о двухфазном строении массива. Характерной особенностью химического состава является четко выраженная калиевая щелочность. Она не так резко выражена, как в гранитах Актасского массива и в порфириоидах проб 87 и 88, но вписывается в то же заключение, что и два предыдущих комплекса, а именно, гнейсо-гранитоиды Яконмолинского массива являются производными очень зрелой коры кратонного типа. Коллективом геологов ГИН РАН (Москва) гранито-гнейсы жаункарского комплекса изучены практически в том же месте, что и описанная выше наша проба №90: сш.  $47^\circ 56' 26,1''$ , вд.  $66^\circ 26' 55,1''$ . Возраст  $803 \pm 27$  млн. лет. Применяв нижний по возрасту допуск, получаем 830 млн. лет. Различие между нашей цифрой и цифрой наших коллег из Москвы сводится к 0.7 %.

Рассмотренные выше гранитные комплексы и комагматичные с ними порфирииды относятся к калиевой серии и указывают на существова-

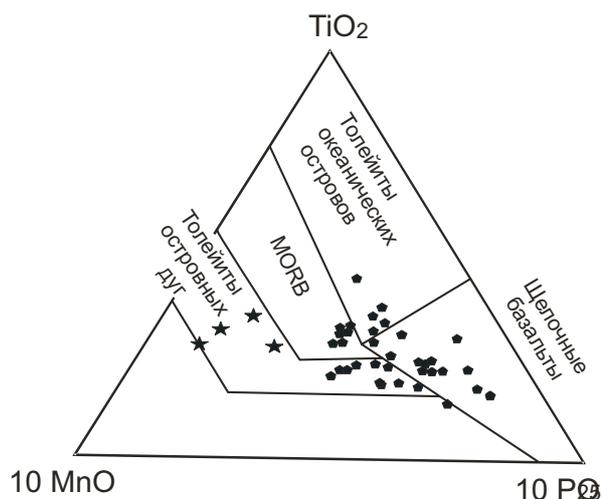


Рис. 5. Позиция metabазальтов карсакапайской серии (многугольники) и metabазальтов гнейсовой свиты бектурганской серии (звезда) на дискриминационной геодинамической диаграмме [6]

ние континентальной коры кратонного типа. Это – один из элементов геодинамической обстановки в регионе в позднем протерозое. Присутствие в современной структуре Южного Улытау в пространственной связи с гранитоидами офиолитовой ассоциации в виде серпентинитов и metabазальтов карсакапайской серии является вторым фрагментом геодинамической обстановки того времени. Синхронность этих двух событий пока не доказана. Докембрийский возраст серии пока аргументируется тем, что она метаморфизована в условиях амфиболитовой фации и высокотемпературной ступени зеленосланцевой фации, а по составу имеет все петрохимические признаки, свойственные офиолитовым базальтам (рис. 5): сочетание толейитов разного типа с щелочными базальтами. Такие вариации базальтов свойственны большинству офиолитовых комплексов, изученных в Казахстане [5]. Офиолитовое происхождение карсакапайской серии дополняется присутствием в ее составе яшмовидных железистых кварцитов и мраморов, весьма характерных, например, для Чарского меланжа.

Третьим индикаторным элементом геодинамической обстановки в позднем протерозое является бектурганская серия. Характерный состав ортоамфиболитов свиты приведен на рис. 5. Они располагаются в поле островодужных толейитов. Основное отличие их от базальтов карсакапайской свиты – очень низкий фосфор, что характерно для щелочноземельных серий. Кремнекислая составляющая свиты имеет средний состав натрового риолита:  $\text{SiO}_2=72,81\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O}=4,17\%$ ;

Таблица 7. Средний химический состав главных компонентов лейкократовых ортогнейсов по 10 образцам, вес. %%

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
72.53	12.80	0.95	0.76	4.82	1.31

Таблица 8. Изотопный состав и возраст гнейсов байконырской серии

Точки	<sup>206</sup> Pb <sub>c</sub>	U, г/г	Th, г/г	<sup>206</sup> Pb*, г/г	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U, возраст	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb, возраст	% дискор- дантности	
Образец 93									
3.2	0,08	314	15	20	0,05	461 ±4	464 ±43	+1	
5.2	0,00	410	17	26,1	0,04	461 ±8	467 ±25	+1	
4.2	0,00	605	4	38,7	0,01	463 ±4	472 ±21	+2	
6.2	0,00	603	3	38,6	0,01	464 ±4	458 ±20	-1	
7.2	—	436	7	28	0,02	464 ±4	514 ±26	+10	
2.2	0,00	280	17	17,9	0,06	464 ±4	511 ±30	+9	
1.2	0,00	421	3	27,1	0,01	466 ±4	493 ±23	+6	
6.1	0,00	44	44	4,35	1,05	707 ±11	683 ±108	-4	
2.1	0,18	137	115	14,2	0,87	738 ±7	795 ±47	+8	
4.1	0,00	26	16	2,67	0,65	740 ±12	781 ±70	+6	
3.1	—	101	89	10,6	0,91	744 ±13	784 ±46	+5	
7.1	0,00	30	38	3,18	1,31	746 ±11	725 ±64	-3	
5.1	—	64	51	6,75	0,82	747 ±15	768 ±60	+3	
1.1	0,15	192	131	20,6	0,71	761 ±7	748 ±34	-2	
Образец 92									
3.1	0,45	112	4	7,19	0,04	462 ±5	455 ±83	-2	
4.1	0,00	191	8	13,3	0,04	502 ±8	539 ±39	+7	
7.1	0,07	442	8	27,8	0,02	455 ±4	405 ±30	-13	
8.1	—	201	3	12,4	0,02	445 ±4	524 ±51	+16	
1.1	—	227	12	13,8	0,05	442 ±4	488 ±37	+10	
10.1	0,09	195	9	12,1	0,05	452 ±4	503 ±45	+11	
9.1	0,63	161	5	10,1	0,03	456 ±6	417 ±116	-10	
6.1	0,21	161	7	14,2	0,03	461 ±4	424 ±52	-9	
2.1	0,21	161	6	10,3	0,04	461 ±5	458 ±56	-1	
5.1	0,21	161	7	4,85	0,10	461 ±5	389 ±96	-19	

K<sub>2</sub>O=1,39% ( по данным 39 полноценных силикатных анализов). Отдельные породы представляют собой микрогнейсы, в которых четко видна первичная реликтовая флюидальная структура. Средний состав 10 образцов, наиболее уверенно диагностируемых как ортогнейсы, приведен в табл. 7. Он, как и вся кремнекислая составляющая свиты, диагностируется как известково-щелочные натровые кремнекислые породы.

Первичный неопротерозойский возраст свиты удалось определить по образцу грант-кварц-биотит-полевошпатового микрогнейса, в котором сохранились следы первичной магматической флюидальности. Из него, также, как и из плагио-оклаз-амфиболового парагнейса, выделен циркон, который определен по методу ШРИМП в Изотопном центре ВСЕГЕИ (Россия).

Гнейсы пробы №92 имеют конкордантный возраст 454±4 Ма (рис. 6, конкордия в нижнем правом углу). В цирконе присутствует несколько возрастных поколений с эродированными граничными зонами (рис.7). Указанный выше возраст определен по внешней каемке, для которой свойственны все черты метасоматического происхождения: отсутствие ритмичной зональности и высокое значение уран-ториевого отношения (среднее по 10 точкам 32). Ядерные зоны циркона, имеющие четкую ритмичную зональность, свойственную магматическим породам, не изучались. Однако, в них видны следы неоднократной абразии, на что указывают внутренние границы, не согласованные с ритмичной зональностью. Вариации возраста ядер могут оказаться значительными. Микрогнейсы с реликтовой

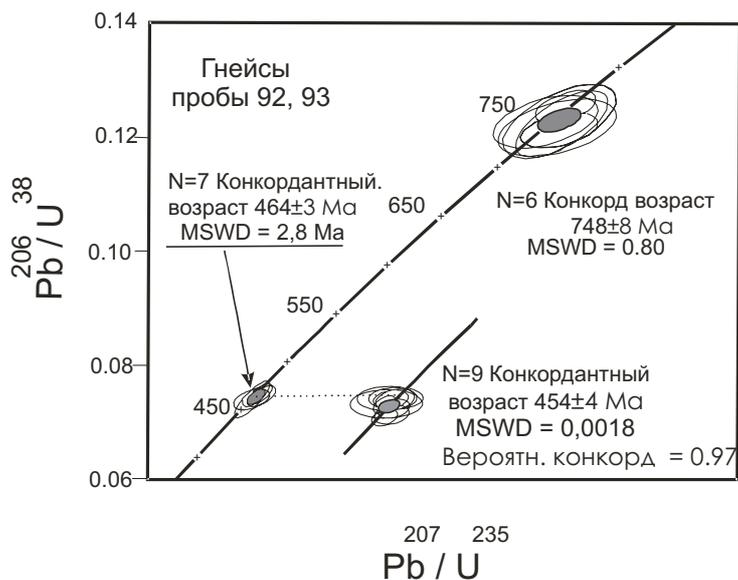


Рис. 6. Конкордантный возраст пород гнейсовой свиты. Пояснения в тексте

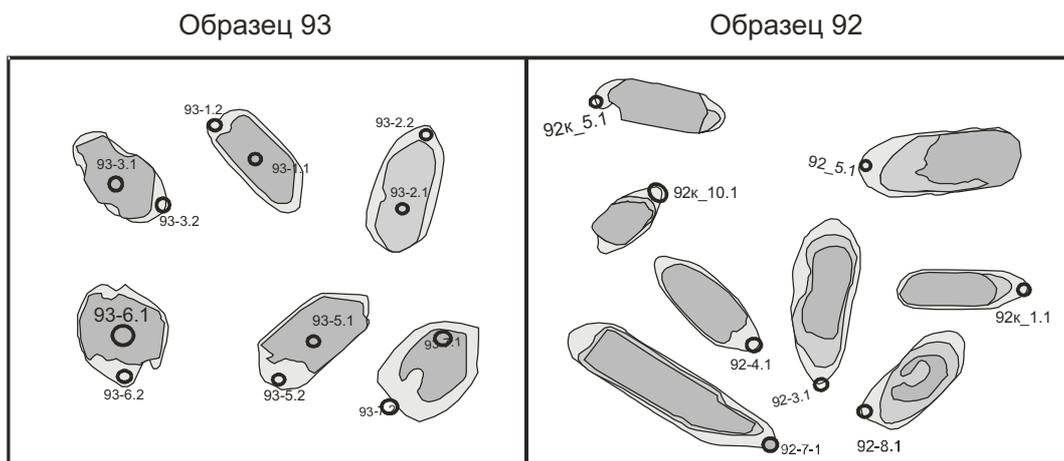


Рис. 7. Морфология циркона и позиция анализированных точек в пробах 92, 93

флюидальной структурой пробы №93 удалены от пробы №92 на 1,5 км. В них видим два события (рис. 6, 7, табл. 8): первичный магматический циркон неопротерозойского возраста  $748 \pm 8$  Ma и метаморфические каемки вокруг него с возрастом  $464 \pm 2,8$  Ma (граница среднего и позднего Ордовика). Ядра неопротерозойского возраста имеют все признаки магматической кристаллизации: напряженная ритмичная зональность и низкие уран-ториевые отношения (от 0.8 до 1,6). Внешние каемки, напротив, несут признаки метасоматического происхождения: «облачная» структура и высокие отношения уран/торий. Возрастные различия ядер и каемок в этой пробе достигают 250–280 Ma. По приведенным цифрам можно заключить, что данная порода была зак-

ристаллизована в неопротерозое, а коллизионный метаморфизм она претерпела на границе среднего и позднего ордовика, что отвечает ордовикской аккреции, которая зафиксирована на значительной части территории Казахстана.

**Выводы.**

1. Методом SHRIMP-II датировано четыре магматических комплекса в Южном Улытау: актасский граносиенит-лейкогранитный  $640 \pm 6$  Ma, порфиroidный дацит-риолитовый  $666 \pm 11$  Ma, гнейсогранитный  $841 \pm 11$  Ma и гнейсовый  $748 \pm 8$  Ma. В процессе выполнения исследований установлено, что внешние каемки цирконовых зерен в некоторых комплексах имеют нарушенные U-Pb равновесия, связанные с воздействием на них молодых низкотемпературных процессов. Обилие

таких каемок приводило наших предшественников, которые использовали классические методы анализа по навескам, к занижению возрастов и интерпретации «истинных» датировок по недостаточным достоверным дискордантным моделям.

2. Актаский граносиенит-гранитный и дацит-риолитовый комплексы имеют близкие возраста и одинаковый состав петрогенных элементов. Для них возможно применение термина «вулканоплутоническая система». Гнейсо-гранитный комплекс, судя по циркону (призматические ритмично-зональные зерна и отсутствие в ядерных зонах «облачных» структур) имеет магматическое происхождение и не может быть интерпретирован как возможный субстрат вышеупомянутой вулканоплутонической магматической системы.

3. Все изученные гранитные комплексы и порфиroidы хребтовой части Южного Улытау сложены кислыми и ультракислыми существенно калиевыми породами. Это свидетельствует о высокой зрелости коры в Южном Улытау в позднем протерозое, сопоставимой с корой кратонного типа.

4. Вместе с тем, присутствие в регионе таких протерозойских комплексов, как карсакпайская свита метабазитового состава офиолитового происхождения и гнейсовая свита кристаллических сланцев и ортогнейсов бимодального известково-щелочного состава, предполагают существование в позднем протерозое геодинамической обстановки в составе кратона (фрагмента кратона), субдукционной зоны и островной дуги (или активной континентальной окраины). Причем, калиевые гранитоиды, с одной стороны, и натровый бимодальный известково-щелочной комплекс, с другой стороны, находящиеся сей-

час в пространственной близости, в первичном залегании находились на значительном удалении друг от друга. С петрологической точки зрения нахождение высококалиевых и высоконатровых магм в одно и то же время и в одном и том же месте не допускает иной версии, кроме принадлежности их к разным глобальным структурам с разной степенью зрелости коры. Сопряжение их в настоящее время в единой структуре обусловлено ордовикской аккрецией и дрейфом одной из них в направлении к другой.

Более конкретную модель возможно будет построить после получения нами серии изотопных датировок по образцам циркона, находящихся в данное время в Изотопном центре ВСЕГЕИ (Россия).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Филатова Л.И., Зыков С.И., Ступникова Н.И., Краснобаев А.А., Филлипович И.З. Проблемы геохронологии метаморфического комплекса докембрия Центрального Казахстана // М.: Наука, 1977. С. 46-66
2. Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Исмаилов Х.К., Маслова И.Г. Проблемы стратиграфии и метаморфизма докембрия и нижнего Палеозоя Улытау // Известия НАН РК. Серия геол. 2009, №3. С.4-18.
3. Филатова Л.И. Докембрий Улытау // М.: МГУ. 1962. С. 323.
4. Третьяков А.А., Дегтярев К.Е., Сальникова Е.Б. и др. Позднедокембрийский магматизм Южного Улытау (Центральный Казахстан) // Доклады РАН, 2011.
5. Ермолов П.В. Новый взгляд на происхождение офиолитовых поясов Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологическая. 2008, № 1. С. 76 – 85.
6. Mullen, E.D. MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and implication for petrogenesis // Earth Planet. Sci. Lett. 1983. V.62. P. 53-62.

УДК 551.13.4:551.79 (575.123+575.22)

Д.Б. ДЖАМАЛОВ<sup>1</sup>, Н.Ш. ТУЛЯГАНОВА<sup>2</sup>

## КИНЕМАТИКА ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОЙ МИКРОПЛИТЫ В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ

Тангенциалды қысу есебінде тектоникалық құрылым белсенділігі, ішкітақталық және ішкі қабыршақты құрылымның сандық бағалануы беріледі және субендіктік, субмеридиандық жарылым бұзылуларының ролі келтірілген.

Рассматривается поэтапное формирование Чаткало-Кураминской микроплиты в четвертичном периоде, их морфоструктурные перестройки, формирование рельефа, а также миграция палеоречной системы.

Приводится активизация тектонических структур за счет тангенциальных сжатий, дается количественная их оценка, как внутриплитных, так и внутрочешуйчатых структур и роль при этом субширотных, субмеридиональных разрывных нарушений.

In the article stage-by-stage formation of the Chatkal – Kuraman microplate in quaternary period is considered, them morphotectonic reorganizations, relief forming, and also migration paleofluvial system.

Activization of tectonic structures through tangential compressions is resulted, quantitative their estimation is given, how intraplate, so and intra-slabby structures and significance in addition sub- latitudinal, sub-meridional discontinuous violations.

Горообразовательный этап тектонических движений положил начало преобразованию современного развития рельефа Чаткало-Кураминской микроплиты. В исследуемом регионе в основание фундамента рельефа (поднятие, прогибы, хребты, депрессии) заложены крупные элементы морфотектонических структур герцинского времени, которые в процессе формирования новейших геодинамических систем вовлечены в тектонические формы земной коры.

В развитии этих новообразованных структур большую роль сыграли «зачатки» линейно вытянутых субширотных структур, останцы мобильных глыб, краевые межплитные разрывные нарушения, которые вследствие воздействия на них более поздних геодинамических, активных движений формировали поэтапную блочную перестройку района. Эта перестройка структур в Чаткало-Кураминской микроплите и прилегающей к ней территории, привела к формированию в рельефе куэстообразных форм положительных хребтов: Чаткальский, Кураминский, Каржантаский, Пскемский, Угамский, Сандалашский и др. В этих куэстообразных хребтах северное крыло пологое, а южное обрывисто-крутое.

### Неоген-раннечетвертичное время ( $N_2+Q_1$ )

Формирование геоструктур района в позднеолигоценном времени коренным образом отли-

чается от предыдущих геологических структур. В это время доминирующий коллизионный-горизонтальный тектонический процесс постепенно уступает более активным, прогрессирующим вертикальным движениям. Это привело к неравномерной, колебательной перестройке новообразованных тектонических структур. Анализ структурно-тектонического строения показывает, что в начале эпохи после освобождения от седиментационных бассейнов (Ферганская, Приташкентская, Арысская) платформенного режима постепенно возрождаются горные сооружения, испытывающие интенсивное эрозионно-денудационное, эрозионно-аккумулятивное преобразование.

Площадь миграции границ между областями денудации, эрозии и седиментации в микроплите имеет направление с северо-востока на юго-запад. Эта миграция связана с вовлечением горных сооружений в тектонически активные районы.

В региональном плане активность района без вмешательства внешних межплитных тектонических движений на микроплиту трудно представить. Поэтому механизм движений гигантских плит (Евразийская, Срединно-Тяньшаньская) отражается на формировании строения чешуй, геопластин, геоструктурных линий в Чаткало-Кураминской, Ферганской, Сырдарьинской мик-

<sup>1</sup>Узбекистан. Институт геологии и геофизики АНРУ.

<sup>2</sup>Узбекистан. Ташкентский Государственный технический университет.

роплитах. В частности, для Чаткало-Кураминской микроплиты начало геодинамической нагрузки внешних сил отмечается в геоячейках Чаткальской, Майдантальской глыбах. Эти структуры интенсивно вовлекаются в поднятия в течение всего четвертичного периода и являются центром преобразований структур района. Причина механизма возникновения движений по вертикали объясняется: во-первых, прессингом с северо-запада Евразийской и с юго-востока Аравийско-Индийской литосферных плит; во-вторых, переходом от коллизионных к постколлизионным движениям; в-третьих, наложением двух противоположных нагрузок, которые создают в зоне трансформных нарушений сдвиговые движения. Эти комплексные тектонические напряжения и их активность создают в региональном плане микроплиты, вращательную противочасовую систему структур, которая хорошо согласуется с палеомагнитными данными.

Создание горного ландшафта на раннем этапе четвертичного периода осуществлялось динамично с северо-востока на запад, юго-запад. По данным В.Н. Крестникова (1979), высота этих поднятий достигала 1000 м. Причем ось этих гор имела северо-восточное простирание и погружалась на юго-запад.

#### **Раннечетвертичное (сохское) время ( $Q_1$ )**

В начале раннеплейстоценового времени ( $Q_1$ ) Чаткало-Кураминская микроплита претерпела ощутимую деградацию рельефа и превратилась в предороганный пенепленизированный район, предгорную равнину. Такая тектоническая активность региона наглядно отражается в строении рельефа в виде фрагментов поверхности выравнивания «яйляу», плато и небольших остатков денудационной площадки.

В Кураминском хребте к этим геоморфологическим структурным формам относится Ангренское плато и реликтовые вершины горных сооружений Чаткальской, Майлисайской глыб. Ангренское плато имеет абсолютную современную гипсометрическую отметку 3200–3500 м и выражено в рельефе слабо холмистым строением, которое срезано боковыми, неглубокими временными безисточниковыми саями субмеридионального простирания. Поверхность плато перекрыта мелко обломочными, щебнистыми (подгорноверными) материалами, состоящими из палеозойских пород. Плато в северо-западной части интенсивно размывается глубокими эрозионными процессами долины р. Ангрэн и имеет в по-

перечном сечении V-образную форму. На крутых склонах долины р. Ангрэн обнажаются плотные породы палеозоя, на которых с угловым несогласием залегают конгломераты бактрийской свиты неогена. Гипсометрическая отметка поверхности Ангренского плато постепенно увеличивается в северо-восточном направлении. На участках верховья рр. Касанся, Падшаата за счет эрозионного вреза боковых саев и сечении субмеридиональных трещин и разломов цельность поверхности плато разрушается и оно превращается в рельефе в небольшие локальные денудационные площадки. Гипсометрические уровни этих поверхностей выравнивания, продолжавшихся на восток, хорошо сопоставляются с реликтивными отметками вершинных высот в Чаткальском горном сооружении. Особенно это наглядно при построении модели изопохит вершинных высот для Чаткальской глыбы, где площадки, отображающиеся на схеме, высота поверхности денудационного среза совпадают с гипсометрическими линиями вершинных высот. Совпадение этой морфологической информации дает нам представление о том, что фрагменты денудационных поверхностей являются остаточными плоскостями эпиплатформенных сооружений, которые независимо от степени вовлечения в орогенные движения сохранили свой первичный облик в горообразовательном процессе.

Такая интерпретация дает возможность построить схему формирования рельефа района, его гидросети и восстановить систему строения палеорек Чаткальского, Пскемского и Ангренского бассейнов. В раннем этапе четвертичного периода в верховьях водораздельной системы рек по всей вероятности были долины «сквозными» и по своему течению пересекали поперек небольшие «перемычки» Ферганского хребта. Палеорекки снабжались водами Нарынской впадины, как ныне современная река Нарын.

Большое количество аллювиальных обломочных пород выносилось палеореками и они откладывались в Ферганской и прилегающих к хребту впадинах в виде предгорных отложений. Для объяснения этих природных явлений нами изучены аллювиальные отложения раннечетвертичного времени Чаткальского бассейна. В разрезе этих отложений в обломочных породах встречаются хорошо окатанные гальки гранодиоритов каледонского возраста и темно-серые, черные окварцованные доломиты нижнего палеозоя. Выходы этих обломочных отложений на совре-

менной поверхности рельефа долины р. Чаткал (юго-западный склон Ферганского хребта), которые являются областью питания, отсутствуют и обнажаются лишь за пределами северо-восточной части хребта. Такое расположение выноса обломочных аллювиальных пород палеореками дает нам возможность рассматривать областями выноса Северный Тянь-Шань, аккумуляции — Западный Тянь-Шань.

Рельеф Чаткало-Кураминской микроплиты для раннего этапа неоплейстоцена после освобождения его от платформенного режима был несложным. Предгорные части его имели холмистое строение с высотой от 500 до 700 м (г. Бозбутау, Каржантау), а горные возвышенности в виде небольших хребтов разделены просвечивающимися долинами, межгорными впадинами и сквозными ущельями.

В раннечетвертичное время сохранилась тенденция к нарастанию и «наступлению» орогенных движений на равнину со смещениями области аккумуляции на юго-восток и северо-запад. В депрессионных частях региона происходит накопление веерообразных и вееролинейных отложений. Пра-Чирчик, Пра-Келес, Пра-Ангрен осуществляли выносы грубообломочных, разногалечных, а также лессовидных суглинков, алевитистых глин. По данным К.Н. Корсаковой, в западной части Приташкентской геочешуи в связи с проявлением новой фазы усиления тектонических движений Пра-Сырдарья мигрировала вправо, ближе к Чуилинскому поднятию. Пра-Чирчик, выносивший раньше свои обломочные материалы в Голодную степь, стал впадать в Пра-Сырдарью и сократил свою протяженность до 50-70 км. Пра-Чаткал является одной из основных водных артерий. Отделяясь от Пра-Сандалаша по Сандалашскому поднятию, река расширялась до 10 км и на участке восточной части хр. Джау-Джуран она разветвляется на два самостоятельных рукава. Первая северная ветвь прослеживается на северо-запад между Пскемским и Куручугурганским поднятиями и на отрезке притоков р. Акбулок-Шаваз не сворачивает как современное русло направо, а продолжает течь по южному склону горы Аукашка, Нуракатинской синклинали, урочища Паркентсай. Впадает Пра-Чаткал в Пра-Чирчик в районе поселка Янгибазар. Второй рукав р. Пра-Чаткал непродолжителен. Он существовал как приток только в раннечетвертичное время. Сбрасывая свои воды через долины Пра-Терс (по всей вероятности в этот

период угол наклона реки падал на юго-запад), он был соединен в низовьях с Пра-Ангреном и составил с ним единую систему. О существовании этой «мертвой» долины Пра-Ангрена было написано Ш.Х. Абдуллаевым (1985). По его описанию, эта «мертвая» долина была вложена в морские палеогеновые и вулканогенные палеозойские породы и имела юго-западное простирание. Склоны покинутой палеодолины Ангрена эродированы, пологие и сложены двумя небольшими денудационными террасами. Ширина палеореки не превышает 19 км, а глубина врезания 450-500 м. Река Пра-Ангрен является притоком Пра-Чирчика, сливается с ним в субмеридиональной долине урочища Узунсай вблизи Тойтепе.

Климат района для раннеоплейстоценового периода был континентальным, сухим и жарким. В водораздельных частях поднятия, особенно в северо-восточной части вблизи Чаткальской глыбы скапливались снежные фирны и кары.

На водных артериях района в эрозионно-тектонических участках рельефа преобладали частично линейные, а в эрозионно-аккумулятивных линейные и боковые эрозии. Питание водной сети в основном осуществлялось за счет магистральных «сквозных» вод, водами разрывных нарушений и реке ледников снежного покрова в жаркие дни года. Палеоуклон Пра-Сырдарья является основной линией базиса эрозии региона.

В целом в раннеоплейстоценовое время активность тектонических движений по региону постепенно увеличивается в глыбах Майдантал — 1800 м, Чаткальской — 1400 м, в геочешуях: Арысской — до 200 м, Приташкентской — 400 м, Карамазар-Каржантауской — до 1000 м. В связи с этими активизациями начали формироваться положительные плитотектонические структуры, такие как Карамазар-Каржантауская геочешуя и северо-восточная часть Арысской геочешуи. В юго-западной и западной перифериях Чаткало — Кураминской микроплиты в этот период доминировали отрицательные формы структур и представляли собой области аккумуляции.

### **Среднеплейстоценовое (ташкентское) время ( $Q_2$ )**

Среднечетвертичное время характеризуется активизацией тектонических движений. В это время были сформированы основные орографические элементы Чаткало-Кураминской микроплиты. Области аккумуляции значительно сократились и перешли в эрозионные участки, что связано с вовлечением исследуемого района в общее

региональное орогенетическое поднятие. Геочешуйчатое и геопластовое строение в начале среднечетвертичного времени претерпели дифференцированные тектонические движения по межчешуйчатым и межпластовым разломам (Чаткало-Атойнакскому, Северо-Каржантаускому, Майдантальскому). Чаткальская, Майдантальская глыбы, Чиназская, Ангрэн-Карамазарская в центральной, северо-восточной части, Нуреката-Пскемская геопластины в это время начали возвышаться, расширяться и преобразовываться. В это время Арысская, Келесская, Ахангаранская синклинали в связи с неравномерными поднятиями распались на мелкие структурные единицы: Угамскую, Пскемскую. Одновременно происходило инверсионное поднятие синклинальных структур, где образовались конседиментационные структуры, такие как Сюреньятинская, Кызылнуринская. В ташкентское время масштаб вовлечения тектонических структур по площади микроплиты расширился относительно предыдущего времени в среднем до 75 км в длину и 23–30 км в ширину. Горные сооружения с отдельными снежными вершинами прослеживаются в центральной и северо-западной частях микроплиты. Хребты имеют северо-восточное простирание. Абсолютная отметка водораздельных вершин этих сооружений составляет для Сандалашского 2700 м, Пскемского до 2000 м, Угамского 1800 м, Кураминского 300–500 м и глыб Чаткальской 1800 м, Майдантальской 1600 м.

В это время бывшие широкие, плоскодонные долины в связи с интенсивным врезанием речного потока постепенно превратилась в хорошо выработанные водные артерии, которые транспортировали и откладывали обломочные породы в предгорные равнины района.

Артериальная речная сеть в ранне-среднечетвертичное время несколько реконструировалась. Особенно в юго-восточной части Кураминского хребта такая перестройка наглядно отмечается в палеореках Пра-Карасу, Пра-Падшаата, Пра-Кассансай, Пра-Сумсар, где в верховьях имели субширотные, а в средней части долины субмеридиональные направления.

Аллювиально-пролювиальная равнина (по данным О.К. Чедия), занимавшая большую часть Приташкентской и Арысской низменности, в среднечетвертичное время значительно сокращается за счет вовлечения в поднятие предгорных равнин.

Общая тенденция регионального тектонического поднятия в среднечетвертичное время отразилась и в перестройке рек Чаткало-Кураминской микроплиты. Здесь за счет дифференцированных движений реки успевают выработать глубокие эрозионные долины, заполняют их аллювиально-делювиально-пролювиальными отложениями и создают за счет «перехвата» рек новые русла и долины. Если в раннечетвертичном периоде гидросеть района имела унаследованный характер от предыдущих древних систем, то в среднечетвертичное время она приобретает более современный облик. В частности, за счет шарнирного перемещения Кумбельской, Саргардонской антиклинали вдоль Сарыбулак-Кушартского, Арнасайского субмеридиональных нарушений, долина Пра-Чаткал расчленяется. В верховьях Пра-Ангрэн долина приобретает коленчатую форму (приток Акбулак). Новое русло Пра-Чаткала, до слияния Пра-Пскем, Пра-Коксу, тесно связано с Бурчмуллинским надвигом. Долина прослеживается вдоль зоны нарушения, создает каньонообразную форму сечения и составляет единую систему бассейна Чирчика.

В ташкентское время ощутимо поднялась Ализарская гряда, вследствие чего русло реки Пра-Чирчик, располагавшееся в водораздельной части поднятия, переместилось на несколько километров к северу, образуя ущельеобразную долину. Большая территория Приташкентских Чулей до этого времени составляла предгорную равнину Кураминских гор. Река Пра-Келес, являющаяся источником воды в этом обширном районе, блуждала, меандрировала и при этом не имела четкого русла. Обломочные образования, выносимые рекой, откладывались веерообразно вблизи гор и представлены пролювиальными, реже пролювиально-аллювиальными породами. Аналогичную картину мы видим и для бассейна р. Арысь, Пра-Машат, Пра-Аксу и Пра-Сайрам. Они не имели единую гидросистему и были обособлены друг от друга. Пра-Арысь с многочисленными притоками не существовала, а питалась эта река водами долин Таласского-Алатау и Майдантальского хребтов.

### **Позднечетвертичное (голодностепское) время (Q<sub>3</sub>)**

В позднечетвертичное время темп тектонической активности формирования структур относительно предыдущих четвертичных эпох несколько спал. Если средняя амплитуда для раннечет-

вертикального времени была 2,17 мм/год, для среднечетвертичного — 3,16 мм/год, то для голоднотепского она доходила до 2,10 мм/год. Однако, наряду с общим уменьшением режима движения для этого периода на территории Чаткало-Курамы отмечаются отдельные участки, где подвижки тектонических движений значительно отражены в формировании структур. К таким площадям относятся юго-западные переклинали Чиназ-Каржантау-Кунгуртобинского, Кызылнуринско-Пскемского и Кармазар-Кугалинского поднятий.

Общая площадь влияния голоднотепских тектонических движений относительно среднечетвертичных несколько расширилась. В этом периоде в пределах Чаткало-Кураминской микроплиты существовали горные хребты северо-восточного простирания. К ним относятся хр. Угамский, Пскемский, Чаткальский, Кураминский и др. В большинстве эти горные сооружения в региональном плане имеют асимметричное строение — северное крыло пологое, а южное крутое и сложено палеозойскими образованиями. Абсолютные высоты водоразделов составляли для Чаткальского хребта 4200 м, Сандалашского 3800 м, Угамского 3500 м, Пскемского 3250 м, Кураминского 3000 м. В предгорных адырах передовые горные возвышенности имели абсолютные высоты несколько ниже, чем вершинные, и варьировали для Каржантау в пределах 2000 м.

В горных хребтах и их крутых склонах за счет интенсивного экзогенного процесса формировались гравитационные образования, которые во время тектонических подвижек (землетрясений) образовывали разномасштабные оползне-обвальные проявления. К таким оползне — обвальным участкам можно отнести завалы в районе оз. Сарычелек, Кугала, Коль на юго-восточном склоне Чаткальского хребта, оз. Сусенган в верховьях р. Угам.

Гидросеть района начинает перестраиваться. В палеорусле Сырдарья, Ангрена, Аксагаты, Чирчика, Пскема, Угама, Чаткала, Сандалаша, Арыси, Машата, Аксу, Сайрама и Бугунь начали преобладать линейные эрозии и они энергично врезались в свое ложе, образуя в горной части ущелья и каньоны. Все эти реки были полноводными и выносили огромную массу аллювиального материала, размывая разновозрастные отложения и образуя новые конуса-выноса.

Пра — Сырдарья имела широкую долину и к ней, как к линии местного базиса эрозии стремилось большинство горных рек, таких как Пра-Ангрен, Пра-Чирчик, Пра-Келес, Пра-Арысь имела почти современный облик. В нее сливались притоки Пра-Машат, Пра-Аксу (Белые воды) и Пра-Сайрам. Она имела субширотное простирание и разгружалась в северо-западной части Приташкентской чешуи. Пра-Келес после длительного «слепого» блуждания создала обособленную долину. Река размывает северо-западные склоны Кураминского хребта, в верховьях имела субширотное простирание, а в районе Шакаптар разделялась на два рукава Пра-Келес и Пра-Крук-Келес, имеющих юго-западное направление.

Климат региона становится более континентально-аридным. Увеличивается растительный мир, особенно кустарники. Площадь ледников сокращается, и они постепенно спускаются ниже снежной границы.

#### Голоценовое (сырдарьинское) время (Q<sub>4</sub>)

Современный этап развития района характеризуется повсеместной активизацией тектонических движений. Это привело к вовлечению большей части аккумулятивных равнин позднечетвертичного времени в поднятия и одновременно, к их эрозионному расчленению. В это время окончательно сформировались основные структуры. Большинство рек интенсивно врезаются в аллювиальные отложения и образуют в равнинных частях одну или две надпойменные террасы, а в предгорных и горных до 5-7 молодых террас. Активизировались гравитационные явления — обвалы, оползни в районах с резко-расчлененным эрозионным рельефом. В структурах северо-восточного простирания, в связи с восходящими перемещениями, при пересечении их основными водными артериями наблюдается запруживание гидросети. Эти явления хорошо фиксируются по рекам Пра-Пскем, Пра-Чаткал, где наряду с межгорными прогибами возникают небольшие озера. Гранулометрическая грубость пойменных русловых отложений увеличивается от устья реки к верховьям и сочленяется с голоценовыми флюгляциальными — моренными образованиями. Общая площадь ледников сокращается и концентрируется в основном в тех регионах, где они были и позднечетвертичное время.

Устье Пра-Арысь продвинулось на северо-запад и слилось с долиной р.Сырдарья, а русло

Пра-Баралдай составило ее правый приток. Пра-Курук-Келес в связи с перехватом в верховьях водного ресурса Пра-Келеса становится безводным и превращается в сухой сай. Современное русло р. Сырдарья в основном имеет дугообразную форму с выпуклостью к юго-западу. На участке Ферганской котловины русло имеет субширотное простирание и тяготеет к северному борту долины. Река полноводная и при течении она местами меандрирует в районе Чиназа и Гулистана. При сечении ее трансформными разрывными нарушениями субмеридионального (Кумбельский) или северо-западного (Каракитайский, Эффузивный, Оккурдаванский, Муллабулакский и Дигмайский) простирания создает коленчатообразные изгибы и водопады. Сырдарья на отрезке до Чордарьи течет вкрест простирания Чаткало-Кураминской микроплиты, имеет северо-западное простирание. Здесь на левом борту в районах Дальверзина, Гулистана на поверхности поймы наблюдается ряд следов озер-стариц в количестве от 3 до 5 штук (оз. Соленое, Слепое, Калгансыр и Курук-куль). Более поздние старицы располагаются ближе к руслу, чем древние.

#### **ВЫВОДЫ:**

1. Выявлено поэтапное усиление тектонических движений с некоторым ослаблением в  $Q_3$  и преобладание вертикальной составляющей.
2. Установлено преобладание северо-восточного простирания хребтов.
3. Реконструкция речной сети шла в сторону закрытия «сквозных» палеорусел с питанием с Таласского Алатау.
4. Изменение климата происходило в сторону усиления аридизации и сокращения площади ледников.

#### **ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Джамалов Д.Б. Геодинамическое районирование Чаткало-Кураминской микроплиты в четвертичном периоде // Геол. и минер. Ресурсы. — 2009. № 3. С.3-9.
2. Далимов Т.Н., Ганиев И.Н., Шпотова Л.В., Кадырова М.Х. Геодинамика Тянь-Шаня. Т.1. Ташкент: Университет 1993. — С.126-137.
3. Лордкипанидзе Л.Н. История и современное состояние изучения разломов Чаткало-Кураминской микроплиты // Геология и минер.ресурсы. 2009. №6. С.11-16.

УДК 553.441.3/9:669.213.1

Ә.Б. БАЙБАТША<sup>1</sup>, К.Ш. ДУЙСЕМБАЕВА<sup>2</sup>

## АЛТЫН КЕНОРНЫҢ МИКРОМИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Әртүрлі генетикалық типті руда кенорындарын зерделеумен байланысты руда микроскопиясы әдісімен алынған минералогиялық жұмыс нәтижелері келтірілген. Микроскоптық әдісті пайдалану руданы технологиялық өңдеу үшін айрықша үлкен мәнге ие. Технолог руданың сапалық және сандық минералдық құрамын, түйірлер өлшемін және олардың кірігу сипатын білуі тиіс. Бұл деректер ұсақтаудың қажет ірілігін анықтауды және байытудың ұтымды сұлбасын тандауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар микроскопиялық зерттеу әдісі техногендік өнімдерді зерделеген кезде руданы байыту үрдісінің барысын және алтынды айырып алуды бақылау үшін қажет.

Приведены результаты минералогической работы, связанной с изучением руд месторождений различных генетических типов методом рудной микроскопии. Исключительно большое значение имеет использование микроскопического метода при технологической переработке руд. Технолог должен знать качественный и количественный минеральный состав руд, размеры зерен и характер их сростания. Эти данные позволяют устанавливать требуемую крупность измельчения и выбор рациональной схемы обогащения. Кроме того, микроскопический метод исследования необходим при изучении техногенных продуктов для контроля хода процесса обогащения руд и извлечения золота.

The results of the mineralogical work is related to the study of ore deposits of different genetic types by ore microscopy. The use of microscopic method is important in the study of technological properties of ores. Technologist needs to know the qualitative and quantitative mineral composition of ores, grain size and nature of their accretion. These data allow us to set the required fineness of grinding and the choice of a rational scheme of enrichment. In addition, the microscopic method needs to study man-made products for the control of the process of ore enrichment and extract gold.

Қазақстанда алтын өндіру дербес алтынрудалы және мыс пен полиметалдардың кешенді алтынұстамды кенорындарын пайдалану есебінен қамтамасыз етіледі. Мембалансқа алтынның 237 нысан бойынша бекітілген қоры алынған. Өндірістегі ең ірі дербес алтын кенорындары – Алтынтау (Васильковка), Бақыршық, Ақбақай. Алтын бойынша ресурстық әлеуетті айтарлықтай арттыруға кешенді кенорындарды барлаған кезде, ең алдымен алтын-мысты порфир кенорындарын, сондай-ақ өндіру үшін тиімді дербес алтынрудалы кенорындар шеңберін кеңейтуді бейсалттық технологияларды пайдалану арқылы қол жеткізуге болады [9].

Балансқа алынған рудалар пайдалы компонент мөлшері бойынша біршама жоғары сапасымен айрықшаланады. Құрамындағы алтынның орташа мөлшері 6 г/т шамасынан асатын руданың қоры бойынша Қазақстан әлемде жетекші орындардың бірін иемденеді. Дегенмен мұнда алтынұстамды рудалардың жартысынан астамы қиын байытылатындар санатына жатады.

Табиғи нысандардағы бағалы металл мөлшері өте төмен болуына қарамай, барша әлемде жаңа кенорындарды барлауға, әртүрлі кен өндіру жұмыстарына, байытуға, өнім алу металлургиясына және технологияға орасан қаржы жұмсалады. Бұл шығындар бағалы металдардың жоғары құнымен ғана емес, сондай-ақ техника мен технологиялардың бірқатар басым салаларында пайдалануымен де өтеледі. Жалпы алғанда өндірістің байыту және металлургия бөліктері айрықша орын алады. Біріншіден, өңдеуге бағалы металдар мөлшері бойынша жұтандау рудалар және құрамы бойынша күрделі концентраттар түседі. Екіншіден, металл алу технологиясының ақырғы металлургиялық өнімге қоятын талаптары біртіндеп арта түсуде.

Қазақстан өнеркәсіптік алтын кенорындарының негізгі генетикалық типтеріне мыналар жатады: 1) скарндық; 2) плутоногендік гидротермалық; 3) вулканогендік гидротермалық; 4) метаморфогендік; 3) шашылымдық [2, 3].

<sup>1,2</sup>Қазақстан, 050013, Алматы қ., Сәтбаев көш., 22, К.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті

Алтынрудалы кенорындарды жүйелеу, көптеген жіктелімдер жасалғанына қарамай қазіргі кезге дейін ұдайы жетілдірілуде.

**Кейбір кенорындардағы алтын рудасын микроскоптық зерттеу**

Рудалардағы алтынды микроскоптық зерделеу деректері әртүрлі типті Абыз, Ақбақай, Алтынтау (Васильковка), Риддер-Сокольное, Саяқ IV және басқа кенорындарды зерттеу кезінде алынған. Төменде қарастырылатын кенорындардың әрқайсысы бойынша негізінен рудалардағы алтынды микроскоптық зерделеу нәтижелері келтірілген. Мұнда кенді аудан мен кенорынның геологиялық құрылысы, кен денелерінің толық сипаты берілмейді, өйткені мақаланың мақсаты микроскоптық зерттеулер нәтижелерін ғана көрсету болып табылады.

**Абыз кенорының рудалары** алтын-колчедан-мыс-мырышты, мыстың мырышка және қорғасынға қатынасы 4,4:11:1. Кенорында минералдық құрамы бойынша рудалардың алты типі бөлінеді: күкірт-колчеданды; мыс-колчеданды; колчедан-мырышты немесе елеулі мырышты; колчедан-мыс-мырышты; колчедан-полиметалды; қорғасын-мырышты. Рудалар негізінен тұтас түрлестерінен тұрады; бағынышты мәнге желішікті-сеппелі және сеппелілер ие (1-кесте).

Әдетте, кен денелері минералжаралудың ең соңғы сатысында қалыптасқан колчедан-мыс-мырышты және колчедан-полиметалды рудалардан тұрады. Олар құрамы бойынша қарапайым күкірт-колчеданды, мыс-колчеданды және кол-

чедан-мырышты рудаларға үстіленіп, жұқа линзалар түрінде денелердің аспалы немесе жатқан қапталында сақталады. Жалпы айтқанда, кенорында тереңге қарай құрамы бойынша күрделі рудалардың қарапайымдаулармен алмасуы орын алады. Батыс жағының төменгі горизонттарындағы күкірт- және мыс-колчеданды, колчедан-мыс-мырышты рудалар шығыс жағындағы жоғарғы горизонттардың колчедан-полиметалды және қорғасын-мырышты рудаларына қарағанда ертелеу сатыларда қалыптасқандықтан және тектоникалық жылжулармен ажырағандықтан, келтірілген руда типтерінің орналасуы оларды сатыланған (сатыланған зоналылық) ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

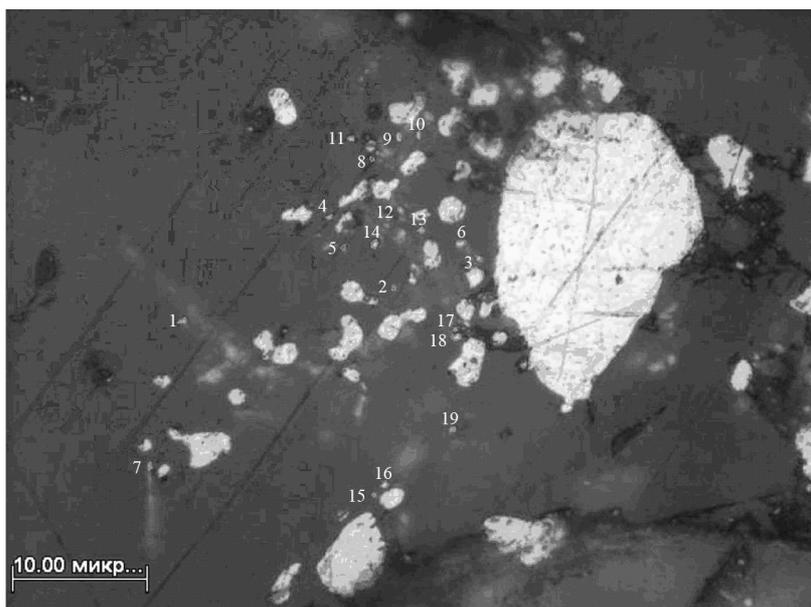
Руда типтерін зерттеу көрсеткендей, Абыз кенорны үшін рудалардың барлық типтері бір өнеркәсіптік сортқа – колчедан-полиметалдыға біріккен. Бұл жағдай рудалардың түрлі типтерінен тұратын кен денелерінің кеңістікте тығыз орналасуымен және де бір кен денесі ауқымында руданың бір типтерінің басқалармен жиі алмасуымен түсіндіріледі.

Басты рудажасаушы минералдар: пирит, сфалерит, халькопирит, галенит. Құнды компоненттерге алтын және күміс жатады. Екінші дәрежелі минералдар қатарына солғын кен кіреді. Басқа минералдар сирек немесе өте сирек кездеседі. Олардың ішінде висмут пен теллур қосылыстары басым. Бейруда минералдардан кварц, хлорит, серицит кең таралған.

Рудалардағы алтын барлық рудажаралу үрдісі ағымында бірнеше дүркін шөккен. Алтын әртүрлі

1-кесте. Абыз кенорындағы руда типтері және оларды құрайтын парагенетикалық бірлестіктер

Руда типтері	Cu:Zn:Pb қатынасы (Pb=1)	Парагенетикалық бірлестіктер (ассоциациялар)
1. Күкірт-колчеданды		Пиритті
2. Мыс-колчеданды:		Пирит-халькопиритті
– тұтас	45:3,87:1	
– сеппелі	13:1,85:1	
3. Колчедан-мырышты:		Пирит-сфалеритті
– тұтас	1,5:36:1	
– сеппелі	1,5:12:1	
4. Колчедан-мыс-мырышты:		Халькопирит-сфалеритті
– тұтас	16:24:1	
– сеппелі	7,5:7,8:1	
5. Колчедан-полиметалды:		Халькопирит-сфалеритті
– тұтас	2,7:8,6:1	галенит-сфалериттімен
– сеппелі	1,2:2,3:1	біріккен
6. Қорғасын-мырышты:		Галенит-сфалеритті
– тұтас	0,09:4,4:1	
– сеппелі	0,13:1:1	
Барлық рудалар бойынша орташасы	4,4:11:1	



N	Түрі	Ауданы	Ұзындығы	Ені	Орташа өлшемі
*		микрон*ми...	микрон	микрон	микрон
1		0.14	0.46	0.335	0.399
2		0.30	0.68	0.472	0.576
3		0.13	0.39	0.318	0.352
4		0.13	0.49	0.287	0.390
5		0.14	0.41	0.324	0.369
6		0.17	0.43	0.337	0.382
7		0.11	0.33	0.296	0.313
8		0.12	0.39	0.316	0.354
9		0.18	0.59	0.277	0.432
10		0.16	0.66	0.187	0.422
11		0.18	0.50	0.314	0.405
12		0.16	0.50	0.322	0.410
13		0.18	0.53	0.368	0.447
14		0.09	0.29	0.256	0.273
15		0.18	0.56	0.285	0.425
16		0.20	0.67	0.377	0.524
17		0.11	0.37	0.281	0.328
18		0.27	0.63	0.453	0.544
19		0.27	0.60	0.417	0.510
*					
Саны		19	19	19	19
Қосындысы		3.21	9.49	6.223	7.855
Орташасы		0.17	0.50	0.328	0.413

1-сурет. Кварцтағы микроскоптық алтын (Ақбакай кенорны)

типті рудаларды құрайтын барлық минералдық бірлестіктерде бар. Оның кірікпелері барлық сульфидтерде, кварцта және карбонатта байқалған. Құрамында алтын бар мынадай парагенетикалық минералдық бірлестіктер бөлінген: пиритті, пирит-халькопиритті, пирит-сфалеритті, галенит-сфалеритті, дербес алтын-теллуридті және алтын-күмісті. Олардың ішінде өнімділерге екі ең соң-

ғылар – галенит-сфалеритті және алтын-теллуридті бірлестіктер жатады.

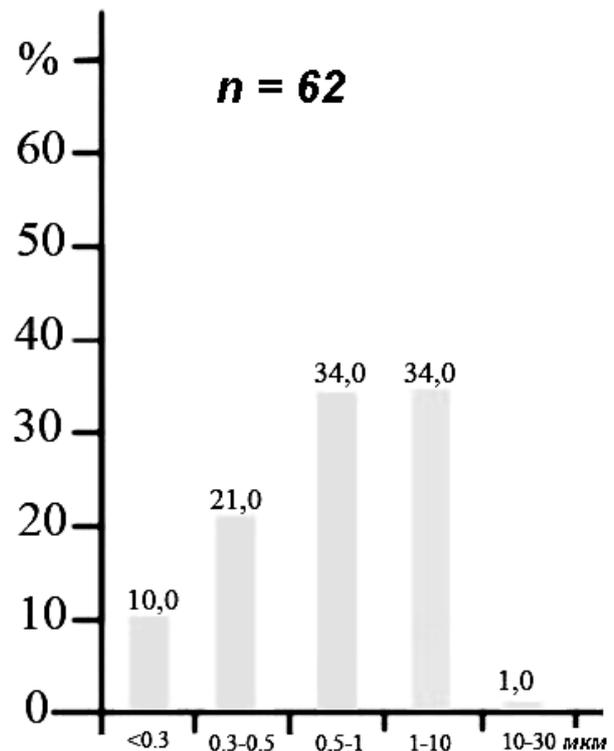
Бастапқы бірлестіктерден соңғыларына қарай алтын сынамының төмендеуі, күмістілігінің артуы, сомтума алтын бөлшектерінің іріленуі анықталған. Ең таза (сынамы 946-980) алтын тұтас және сеппелі мыс-колчедан рудадағы (пирит-халькопиритті бірлестік) пирит түйірлерінде

анықталған. Соңғылау сеппелі-желішікті елеулі мырышты және колчедан-мырышты рудаларда (пирит-сфалеритті бірлестік) бастапқы сфалеритте, пирит түйірлерінде және түйірлер арасында орналасқан алтынның сынамы 875-903 (біршама жоғары сынамды). Соңғы галенит-сфалеритті (полиметалл сатысы) және алтын-теллуридті бірлестіктерде алтын сынамы төмендейді және 610-771 аралығында ауытқиды (төмен сынамды және біршама төмен сынамды). Мұндағы алтын тиісінше галенитпен және теллуридтермен тығыз бірлестікте, кейде басқа сульфидтермен бірге кездеседі және ертелеу минералдық жаралымдарға үстіленеді. Бірлестіктің негізгі минералы электрум болып табылады, оның құрамындағы күмістің мөлшері 18-38 % аралығында ауытқиды. Соңғы алтын-күмісті бірлестік (кварц-карбонат желішіктері) рудатүзілу үрдісін аяқтайды, мұнда электрум кюстелитпен (Ag 80 %) және күмістің сульфотүздарымен бірлестікте болады.

Бастапқы пиритті бірлестіктің алтыны майда дисперсиялық, ол метаколлоид пиритпен байланысты. Алтынның барлық біршама ірі бөлінімдері кейінгі мыс-мырышты, полиметалды және соңғы кварц-карбонат желішіктеріндегі сатыларда жаралған.

Алтын жинақтаушылар (концентраторлар) басты рудажасаушы сульфидтер болады. Олардағы алтынның мөлшері пирит-халькопирит-сфалерит-галенит қатарында артады. Алтын бөлінімдерінің пішіні сан қилы – желішікті, үшкір, ілгекше, изометрлі, бірақ көбінесе бұрыс пішінді. Алтынның желішікті бөлінімдері әдетте сфалеритте, тамшы тәрізділері және сопақтары – пиритте, үшкірлері – галенитте, бұрыс және изометрлілері – халькопиритте кездеседі. Қазіргі жіктелім [6] бойынша рудада микроскоптық және макроскоптық алтын бар. Ең көп таралған алтын бөлшектері мен шоғырларының өлшемі 0,2-1,0 және 50-100 мкм аралығында, біршама сирек кездесетіндерінің өлшемі 0,1-0,8 мм. Микроскоптық алтынның статистикалық бағамы және таралу графигі аншлифтерді зерттеу деректері бойынша тиісінше 1- және 2-суреттерде көрсетілген.

Рудаларда алтын өте әркілкі таралған. Күкірт-колчедан рудалар алтынға жұтаң. Ұсақ алтын бөлінімдері пиритте, сирек соңғылау минералдарда – халькопиритте және галенитте орналасқан. Мыс-колчедан рудаларда алтын жиірек кездеседі және негізінен халькопиритпен кіріккен және халькопиритте болады, пиритте түйіраралық кеңістікті толтырады, сирек пирит



2-сурет. Аншлифтегі микроскоптық алтынның таралу графигі. Алтын бөлінімдері сфалеритте, кейде пиритпен, халькопиритпен және галенитпен кірікпеле (Абыз кенорны)

түйірлерінде, кварцта және басқа сульфидтерде кездеседі. Алтын сондай-ақ сульфид минералдардың және кварцтың шекаралары бойынша дамиды. Оның галенитпен және солғын кенмен халькопириттегі, кварцпен пириттегі кірікпелері байқалады. Пирит-сфалеритті бірлестіктен тұратын колчедан-мырышты және айтарлықтай мырышты рудаларда жекелген аншлифтерде және сынамаларда алтынның біршама жоғары мөлшері байқалады. Құрамында пирит басым болатын рудаларда алтын желішіктер түрінде және бұрыс пішінді бөлінімдерде пирит түйіршіктері аралығында және жарықшақтарында дамиды, кейбір бөлікшелерінде оны цементтейді, сондай-ақ пириттің түйіраралық кеңістігін толтыратын сфалерит пен кварцта болады. Алтынның тамшы тәрізді кірінділері пирит түйірлерінде, сирек соңғылау жаралған сульфидтермен – галенитпен, солғын кенмен кірікпелерінде байқалады. Айтарлықтай мырышты рудаларда алтынның сфалериттегі желішік тәрізді және бұрыс пішінді бөлінімдері галенитпен және пиритпен, кейде петцитпен және гесситпен кірікпелерде болады.

Колчедан-мыс-мырышты рудаларда алтынның мөлшері алдында қарастырылған руда типте-

ріндегімен салыстырғанда артады. Алтын көбінесе пирит түйірлері аралығында басқа сульфидтермен кірікпесінде дамыса, сфалеритте халькопиритпен, кейде галенитпен және кварцпен кірікпелерде болады. Бұрын сипатталған руда типтерінің барлығын қиятын *галенит-халькопирит-солғын-кальцитті* желішіктерде де алтын болады. *Колчедан-полиметалды рудалардағы* алтынның мөлшері жекелген шлифтерде алаң бойынша 1 % шамасына жетеді. Ол негізінен сфалеритте галенитпен кірікпелерде, кейде халькопиритте, солғын кенде, пиритте және кварцта болады, кейде гесситпен галенитте кірікпелер жасайды. Алтын және де пирит түйірлері аралығында сульфидтермен, кварцпен кірікпелерінде және сульфидтерде кездеседі. *Колчедан-қорғасын-мырышты рудаларда* алтынның мөлшері алдыңғы екі руда типтерімен салыстырғанда күрт азаяды. Ол негізінен сфалеритте галенитпен кірікпелерінде, сирек басқа сульфидтерде және кварцта кездеседі. Алтын кірінділері пирит метакристалдарында байқалады. *Соңғы кварц-карбонатты желішіктерде* алтын сульфидтер ұяшықтарымен бірге жекелеген бөлінімдер түрінде, бірақ жиі кюстелитпен, галенитпен, солғын кенмен және халькопиритпен кірікпелерде болады.

Алтынның сульфидтермен тығыз байланысы олардың алтын тұну үрдісіне ықпалын куәландырады. Сульфидтердің алтын тұндырушысы ретіндегі рөлі көптеген зерттеу жұмыстарында айтылады. Бастапқы пиритті бірлестіктің (күкірт-колчедан сатысы) алтыны майда дисперсиялы, ол метаколлоид пиритпен бір уақыт маңында бөлінген. Майда дисперсиялы алтынның пиритпен байланысы көптеген алтынулдалы кенорындарға тән. Олардың рудажаралудың бастапқы сатысында бөлінуі эксперименттік зерттеулермен дәлелденген. Алтынның барлық біршама ірі бөлінімдері мыс-мырышты, полиметалды және соңғы кварц-карбонат желішікті сатыларда жаралған. Сомтума алтын бөлшектерінің оның бастапқы генерацияларынан соңғыларына қарай іріленуі тән, ол кенорындардың генетикалық типіне байланысыз жүреді.

Пирит-сфалеритті бірлестік (мыс-мырышты саты) алтыны үстіленудің айқын белгілеріне ие. Ол сфалерит агрегаттары аралықтарында немесе оның ішіндегі жарықшақтар бойынша желішіктер және бұрыс пішінді бөлінімдер түрінде дамиды. Өнімді бірлестіктерде (галенит-сфалеритті және алтын-теллуридті) алтын галенитпен және теллуридтермен бір уақытта бөлінген әрі бастапқы

минералдық жаралымдарға үстіленген. Оны куәландыратындар — олардың тығыз кірікпелері, әсіресе алтынның галенитпен кірікпесі, ол сфалеритте жиі кездесе, ал басқа сульфид минералдарда сиректеу болады.

Майда дисперсиялы алтынның бастапқы пиритпен, ал ірілеу алтынның мырыш пен қорғасынның соңғы сульфидтерімен парагенезисі көптеген алтынулдалы кенорындарға тән. Бірақ Абыз кенорында майда дисперсиялы алтын тек қана бастапқы пиритке емес, ол барлық сульфидтерге тән және барлық руда типтерінде болады. Алтынның оптикалық микроскоп көрсете алатындай шегіне жақындайтын ұсақ өлшемділерінің (<1 мкм) болуы, сульфидтерде коллоидтардың дисперсиялық фазасына сәйкес келетін алтынның нанобөлшектері де болуы ықтимал екенін куәландырады. Мұнда сульфид рудалардағы алтынның түзіліп қана қоймай, қайта топтануға түскені де даусыз, осының нәтижесінде ірілеу алтын бөлшектері пайда болған.

Алынған минералогиялық деректер алтын Абыз рудаларында минералдық формада (негізінен сомтума алтын, электрум және сирек петцит — алтын мен күміс теллурид) және «көрінбейтін» түрде болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Алтынның қосымша формаларын анықтау үшін сұрыптама еріткіштерді таңдауға негізделген химиялық фазалық талдау қолданылды, ол [1] әзірлеген әдістеме бойынша жасалған. Талдау нәтижелері көрсеткендей, сомтума форма орташа алғанда (көрінетін және майда дисперсиялық қосындысы) барлық руда типтері және басты сульфидтер бойынша галенитті қоспағанда, 41-51 сал.% болса, ал галенитте 72 сал.% шамасына жетеді. Фазалық химиялық талдау алтынның сульфид формасы бар екенін анықтады (галенит пен пиритте орташа алғанда 15-18 сал.%, халькопирит пен сфалерит үшін 24-26 сал.%) және басты сульфидтерде «көрінбейтін» түрі де болады (орташа алғанда барлық сульфидтер бойынша 27 сал.% шамасында).

Жалпы алғанда фазалық химиялық тандауды ескере отырып айтуға болатыны, алтынның шамамен жартысына жуығы көрінбейтін формада болса, ал оның қалған жартысын микроскопта көре аламыз.

***Риддер-Сокольное кенорының микроскоптық зерттеу*** бай алтын-сульфид-кварц-желілі кендерден тұратын терең горизонттар жатындарында (Быструшинская, Быструшинскаяның оңтүстік

капталы, Победа, III-Оңтүстік Батыс – 14, 15, 16, 17 горизонттар) жүргізіледі. Кендену соңғы са-тыға байланысты, бұл кезең полиметалдыдан (жо-ғарғы горизонт) уақыты бойынша ажыраған.

Сульфид-кварц рудалардағы алтын оларды «аралап өтеді», яғни бірнеше дүркін түзілген. Ол барлық басты сульфидтерде, кварцта, серицитте, хлоритте және карбонатта кездеседі. Алтын бай-ланысты мынадай парагенетикалық минералдық бірлестіктер бөлінеді: алтын-пирит-кварцты; ал-тын-халькопирит-кварц-серицитті; алтын-сфале-рит-тетраэдрит-сульфотүз-халькопирит-кварцты; галенит-алтын-теллурид-кварцты және мүмкін алтын-теллурид-кварцты; алтын-кварцты (сульфидсіз); жұтаң-сульфид-кварц-карбонатты.

Микрозондтық талдау деректері бойынша, бір-бірімен кіріккен жағдайдағы галенит пен тел-луридтерде, висмут сульфотеллуридтерінде Se қоспасы болады, ал галенитте және де Вi қоспасы кездеседі. Висмут теллуридтеріндегі Se қоспасы 0,86-дан 5,96 %, галениттегі Se 1,35-тен 4,05 %; Вi 1,25-тен 3,10 %; Ag 0,28-ден 0,62 % шамасына дейін болады. Se және Ag қоспасы висмут пен қорғасын сульфиді – бурсаит үшін де тән (Ag 1,93-5,35 % және Se 1,60-3,89 %).

Алтын сынамы 665-тен 899-ға (төменсынам-дыдан біршама жоғарысынамдыға) дейін, яғни сомтума алтын және электрум болады.

Алтын бөлінімдерінің пішіні әртүрлі – желішік тәрізді, сопақ, изометрлі, иілген, бірақ көбінесе бұрыс пішінді.

Ең көп таралған алтын бөлшектерінің өлшемі 1-5 мкм-ден 0,05-0,1 мм-ге дейін, сирегірек кездесетіндері – 0,1-0,8 мм және сирек – 1-2 мм. Мұнда кенорынның алтын ұстамды жатындары үшін кейбір ерекшеліктерді атап өту керек. Кварцқа да, сульфидтерге де тән алтынның мик-роскоптық бөлшектері көбінесе кварцта таза түрде байқалады (3-сурет).

Сонымен Риддер-Сокольное кенорны рудала-рын микроденгейде зерттеу мынаны көрсетеді:

1) терең горизонттардағы жатындарды құрай-тын рудалар бір өнеркәсіптік сортқа біріктірілген алтынұстамды сульфид-кварц-желілік кендену болып табылады;

2) кварц, кварц-серицит және кварц-карбо-нат желілердегі сульфидтер негізінен сеппелік пен ұяшықтар, кейде желішіктер жасайды;

3) терең горизонттарда бай сульфид-кварц-желілік кендену қалыптастыратын алтын теллу-ридтермен тығыз бірлестікте болады;

4) алтынмен тығыз кірікпелер жасайтын вис-мут сульфотеллуридтері мен теллуридтері қатары

анықталған. Хедлейит, бурсаит және теллуружо-зеит Риддер-Сокольное кенорнында алғаш рет анықталған; ал пильзенит, теллуружозеит, алек-сит Риддер-Сокольное кенорнында да, Қазақстан-да да бірінші рет анықталған;

5) алтынның минералдық формасы сомтума алтыннан және электрумнан тұрады;

6) «көрінбейтін» алтынның үлкен шоғырла-нуы сульфидтерге қарағанда кварцпен көбірек байланысты, бұл туралы оларда алтынның микрометрлік бөлшектерін анықтау бойынша жүргізілген микроскоптық зерттеулер куәланды-рады. Микрозондта кварцтағы өлшемі 200 нм шамасындағы нанобөлшектер анықталған.

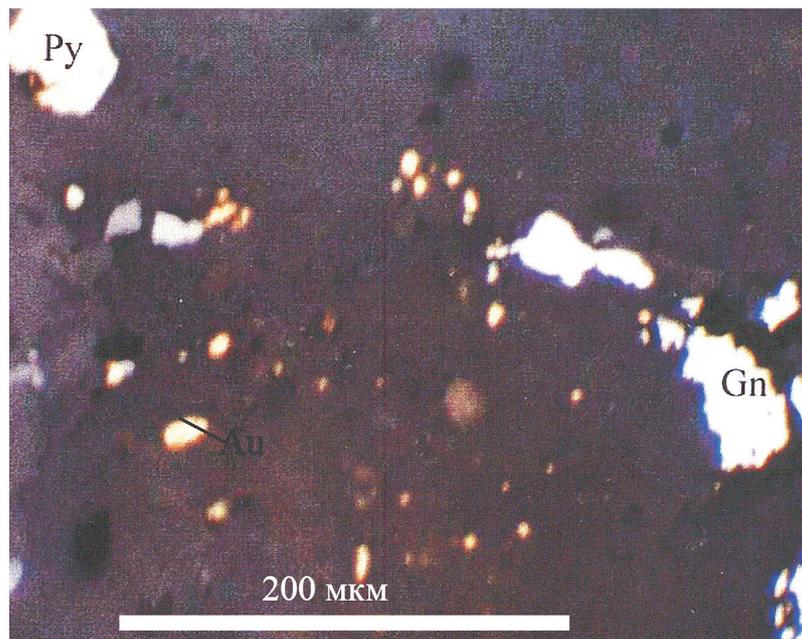
**Рудалардағы алтынның өлшемдері.** Табиғи алтын жіктелімінде [6] мынадай кластар бөлінген: пикоалтын – 288-600 нм; наноалтын – 0,6-250 нм; микроскоптық алтын – 0,25-80 мкм; макро-алтын – 0,08 мм-1 м.

Сомтума алтын өзінің бөлшектері мен шоғыр-ларының өлшемдері бойынша былай бөлінеді [9]: 1) коллоиддисперсиялы мен ультрамайдадиспер-сиялы – <0,1 мкм және майдадисперсиялы – 1-10 мкм; 2) көрінетін – >0,01 мм; 3) сомтумалар (салмағы бойынша) – >5 г.

Кәдімгі жарық микроскопы алтынұстамды рудаларды зерттеген кезде өлшемі 1 мкм-ге дейінгі алтын бөлшектерін көруге мүмкіндік береді. Жетілген заманауи жарық микроскоптары наноөлшемділерге жататын (200-250 нм) алтын бөлшектерін көруге жағдай жасайды. Қазіргі кез-де нанобөлшектер деген термин кең пайдаланы-луына карамай, бұрын жарияланған және жари-яланып келе жатқан жұмыстарда негізінен микрометрлік өлшемді алтын туралы айтылады. Наноөлшемді алтын бөлшектерін жоғары дәлдікті прецизиондық әдістермен табу аса қиын мәселе. Өйткені алтын рудаларда өте әркелкі әрі сирек таралған, ал үлкейтуі айрықша жоғары аспаптар-дың көру алаңы тіпті кішкентай, сондықтан кез-дейсоқ үстіне түсіп қалу мүмкіндігін айтпағанда іс жүзінде аншлифте мұндай алтынды табу мүмкін емес.

Төменде Риддер-Сокольное кенорны терең горизонттарының бай жатындарындағы басты рудажасаушы минералдар құрамындағы сомтума алтын бөлшектерінің өлшемін анықтау бойынша зерттеулер нәтижелері келтірілген (2-кесте).

Алтынның ең көп таралған бөлшектерінің өлшемі 1-5 мкм-ден 50-100 мкм-ге дейін, кейде 0,1-0,8 мм және сирек 1-2 мм болады. Суль-фидтердегі алтынның басым өлшемі 10-50 мкм. Айта кететіні, сульфидтермен байланысты алтын



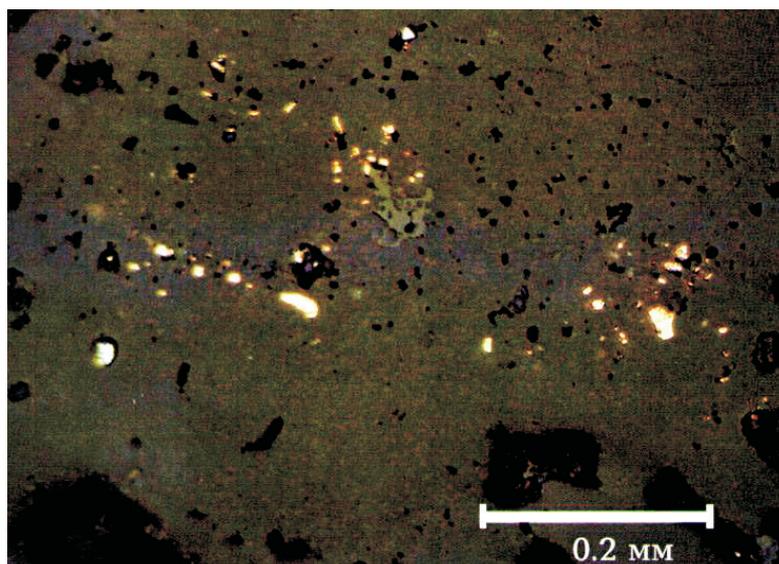
3-сурет. Кварцтағы алтын бөлшектерінің шоғырлары: Py – пирит; Gn – галенит (Риддер-Сокольное кенорны)

2-кесте. Риддер-Сокольное кенорны терең горизонттары руда жатындарының сульфидтері мен кварцындағы алтынның сипаттамасы

Минерал	Алтын түйірлерінің саны	Өлшемдері, мкм		
		мынадан	дейін	басымы
Оңтүстік каптал Быструшинская жатынының Оңтүстік капталы				
пирит	62	1	20x70	7-10
халькопирит	21	7	20	10
сфалерит	37	7	20x50	10-20
галенит	98	7	20x70	10-20
кварц	463	1	40x70	7-20
Быструшинская жатыны				
пирит	182	1	7x100	10x30
халькопирит	93	3	100x200	10x40
сфалерит	26	7	10x500	10x50
галенит	21	1	20	10-20
кварц	135	1	200x600	10-50
III-Оңтүстік-Батыс жатыны				
пирит	40	3	10x200	7-20x30
халькопирит	73	1	50x700	7-20x300
сфалерит	43	7	100x500	10-20
галенит	21	1	20x60	10-20x30
кварц	261	1	100x160	7-30
Победа жатыны				
пирит	21	3	40	10-10x40
халькопирит	48	3	200x500	10-10x30
сфалерит	12	7	100x200	10-10x70
кварц	126	7	50x100	10-20x30

басым көпшілік жағдайда кварцтағы таза алтынға карағанда ірілеу келеді. Кварцтағы таза алтын бөлшектерінің өлшемі 7-20 мкм ауқымында

ауытқиды. Әдетте кварцтағы алтын әркелкі, кейбір бөлікшелерде қалың майдадисперсиялы сеппелік жасайды (1-10 мкм), олардың арасында



4-сурет. Кварцтағы алтын бөлшектерінің шоғырлары  
(Риддер-Сокольное кенорны, жұтаң сульфидтер сеппелігі бар кварц желісі)

өлшемі 20-50 мкм, кейде одан да үлкен 2-3 түйір бөлінеді.

Быструшинская жатынының оңтүстік қапталында және III-оңтүстік-батыс жатынында алтынның көп бөлігі кварцта таза күйде майда дисперсиялы сеппелік түрінде болатыны анықталған. Жекелеген аншлифтерде 100-ге дейін және одан да асатын кварцтағы алтынның майда кірінділері анықталады. Басты сульфидтерде және кварцта өлшемі 1-10 мкм алтын бөлшектерінің болуы мұнда өлшемі 0,1 мкм-ден де кіші, яғни наноөлшемді алтын болуы мүмкін екенін куәландырады, бірақ оны кәдімгі жарық оптикалық микроскопта көру қиындайды. 4-суретте кварцтағы алтын бөлшектерінің майда сеппелігі көрсетілген. Электрондық JСХА 733 микроанализаторында жасалған суретте өлшемі 250 нм болатын алтын бөлшектері көрсетілген.

Әдетте микрозонд көрсетуі мүмкіндігі ауқымынан тыс алтын бөлшектерін «көрінбейтіндер» санатына жатқызады [3].

Майда дисперсиялы алтын бөлшектері көрінетін алтынға қарағанда кеңдеу таралған және таза алтынның дәл осындай формада болуы негізгі саналады. «Көрінбейтін» алтынға деген қызығушылық XX ғасырдың 30-шы жылдары күшейе түскені белгілі, өйткені алтынұстамды сульфид рудаларын флотациялаған кезде айырып алынуы тиіс металдың айтарлықтай ысырабы анықталған. Осыған байланысты «қиын» немесе «байланысқан» алтын және «бос» алтын терминдері пайда болған [8].

«Көрінбейтін» алтынды зерттеу жұмыстары тиісті нәтиже беруде [5]. Мәселен, Г.Бюрг Семигорье кенорнының жылтырланған рудаларын микроскопта 1200<sup>x</sup> үлкейту арқылы қарағанда, пириттегі алтынды таппаған, ал оны электрпеште 600-700<sup>o</sup>С-қа дейін қыздырған кезде, сол шлифтерде микроскоп астында таза алтын көрінетін болған. Ол осылайша алғаш рет оптикалық микроскоппен қарағанда «көрінбейтін» алтын болатынын дәлелденген. Мұндай алтын негізінен пиритке ғана тән деп есептеліп келген, бірақ 1964 жылы В.Г. Моисеенко «көрінбейтін» алтынды Приамурье кенорнының арсенопириті мен кварцында да анықтаған. Мұнда анықталғаны, қыздырған кезде алтынның іріленуі әсіресе микрожарықшақтары бар минералдарда қарқынды жүреді, ал минералдар бетіндегі майда алтын диффузиясының жылдамдығы алтынның көлемдік диффузиясы жылдамдығынан 1000 есе асып түседі екен. Авторлар алдымен наноалтыннан оптикалық микроскопта көрінетін алтын түйіршіктерін алған, ал содан кейін жай көзге де көрінетін бағалы металл бөлінген. Осыдан кейін әдістемені жетілдіре отырып, өлшемі 8 см-ден асатын фракталық-кластерлік құрылымды жасанды сомтумалар алуды игерген.

«Көрінбейтін алтын» түсінігі майдадисперсиялы алтынды, оптикалық әдістермен анықталмайтын сульфидтердегі коллоид, кластерлік және химиялық байланысқан алтынды қамтиды. Қазіргі кезде анықталғандай, сеппе сульфид рудалардағы алтынның көрінбейтін (нано) формада

болуы негізінен ұсақ кристалды арсенипиритпен және майда түйірлі пиритпен байланысты.

«Көрінбейтін» және майда дисперсиялы алтын проблемасы мынадай жағдайға байланысты үлкен мәнге ие болады – көптеген елдерде қоры өте мол сеппе алтынды руда кенорындары алтын өндірудің негізгі көзі болып табылады. «Көрінбейтін» алтынның сульфидтерде болуы бұл рудаларға қиын байытылатын қасиеттер береді де олардан алтын айырып алуды қиындатады. Сондықтан рудалардағы және жекелеген минералдардағы «көрінбейтін» алтынның таралуы туралы деректер оларды байытудың ұтымды сұлбасын таңдау үшін және кенорынның генетикалық типін анықтауда үлкен құндылыққа ие.

Академик А.С. Уклонский [10] табиғатта бола алатын және кристалдық құрылымға ие белгілі бір құрамды заттың минимал мөлшерін «протокристалл» деп атауды ұсынып, оны атомдардың немесе молекулалардың кристалданған тобы деп түсінуді айтқан. Қазіргі кезде «протокристалдың» баламасы *кластер* деп аталады. Кластер – химиялық қосылыс, ол атомдар немесе молекулалар арасындағы коваленттік байланысқа ие, өлшемдері бойынша атомдар немесе молекулалар мен қатты дене аралығында. Атомдар саны бойынша кластерлер мынадай топтарға бөлінеді: 1) шағын – металл атомдары 12-ге дейін; 2) орташа және үлкен – 150 атомға дейін; 3) алып – 150 атомнан асады. Олардың диаметрі тиісінше 0,55-0,8; 0,8-2 және 2-10 нм болады.

**Микроскоп астында зерттелетін алтын бөлшектерінің және алтынның нанобөлшектерінің морфологиясы.** Қазақстан, Қырғызстан, Өзбекстан және Солтүстік-Шығыс Ресей алтын кенорындарының наноминералогиясын зерделеу бойынша зерттеу жүргізген авторлар [3, 4] микрометрлік алтынның көп таралған пішіндеріне сфероидтар және дендриттер жатады деген қорытындыға келген. Ал [7] болса, наноалтын морфологиясы көбінесе өзінің кластерлік табиғатына байланысты сфероид болып табылады деген қорытынды жасаған. Осы авторлар кластерлерде басым рөлді олардың беті атқарады дегенді басып айтқан, өйткені олар негізінен еркін валенттік байланысқа ие беткі атомдардан тұрады да олардың реакциялық және жылыстау (миграциялық) қабілетін туындатады. Кластерлердің үлкен реакциялық қабілеті салдарынан, олардың іріленуі бірігу немесе басқа материалдар бетіне қабаттық опталу (адсорбция) есебінен жүреді. Мұнда ал-

тынның сфероид пішіні бөлшектердің 50-150 мкм шамасындағы өлшеміне дейін сақталады. Алтын-сульфидті руларды және эпитеpmалық кенорындар рудаларын электрондық-микроскоптық зерттеулер бойынша алтын негізінен сфероид пішінді болатыны анықталған (700-ден астам фотография жасалған).

Сонымен наноалтынның басты морфологиялық түрлеріне сфероидтар және екіөлшемді нысандар (калақшалар, жарғақтар, дендриттер) жатады.

Сульфидтерде майда дисперсиялы сеппелік түрінде кең таралған алтынның жұмыр пішіндері жақты пішіндерге бай кристалл көпжақтарға жатуы мүмкін екені туралы жорамал бар [6].

Көптеген алтын-сульфидті кенорындарда микроскопта көрінетін алтын бөлшектерін зерттеу көрсеткендей, алтын бөлінімдерінің өлшемі артқан сайын (мм-дің жүздік-ондық бөліктеріне дейін) көбінесе олардың бұрыс, жентек пішіндері кездеседі, сондай-ақ желішік, жарықшақ (жарғақ, калақша, қабыршақ), имек болып та келеді.

Біздің Новоднепровск алтынрудалы кенорны (Солтүстік Қазақстан) тотығу белдемі рудаларын зерттеу кезінде анықтағанымыздай, өлшемі 10 мкм-ден 300 мкм-ге дейінгі сфероид пішінді алтын түйіршіктері негізінен якобиттен және якобит-кампилиттен тұратын агрегатына орналасқан. Мұнда олардың арасында бір жағдайларда үш минералдан (жаңа интерметаллид – *новоднеприт*, ол аниойитпен кірікпеде сан жағынан басым болатын алтын кристалдарын цементтейді) және бес минералдан (сомтума қорғасын, новоднеприт, аниойит, сомтума алтын, аурикуприд) тұратын мінсіз дөңгелек пішінді моносфероид және полисфероид алтын бөлінеді. Полисфероидтар ірілеу болған сайын (200-300 мкм), олар шар тәрізді пішінін жоғалта береді және сопақ пен тамшы тәрізді пішіндерге жақындайды. Алтын моносфероидтары өзінің мінсіз дөңгелек пішінімен тандандырады. Микрондта зерттеу сфероидтар құрамында төрт элемент: Au, Ag, Cu, Pb бар екенін көрсетті. Айта кететіні, моносфероидтардағы металдардың орташа мөлшері: Cu 0,86-2,51 % және Pb 0,01-0,1 %; ал үш минералдан тұратын (алтын, новоднеприт, аниойит) полисфероидтарда – Cu 4,46 % және Pb 0,83 %. Мыс пен қорғасын концентрациясы моносфероидтардан полисфероидтарға қарай артады. Ал мұндағы алтын сынамы шамамен бірдей және орташа алғанда 800; Ag 18-20 %. Құрамы бойын-

ша күрделілеу бес минералдан тұратын полисфероидтарда қорғасынның (орташа алғанда Pb 1,90 %) және күмістің (орташа Ag 38,50 %) мөлшері артады. Алтын сынамы төмендейді, оның орташа мәні 596 болады.

#### ӘДЕБИЕТ

1. Беспаяев Х.А., Тимербулатова М.И. и др. Методы определения соединений золота в полиметаллических рудах. В сб.: Химические и физические методы исследований минерального сырья. Алматы, 1989.
2. Беспаяев Х.А., В.А. Глоба, Абишев В.М., Гуляева Н.Я. Месторождения золота Казахстана//Справочник. Алматы, 1996. – 112 с.
3. Жаутиков Т.М. Главнейшие геолого-промышленные типы месторождений золота // Доклады АН РК, 1992, №5. С. 47–54.
4. Конеев Р.И. Наноминералогия золота. Санкт-Петербург: DELTA, 2006. С. 23–32.
5. Матвиенко В.Н., Левин В.Л. Морфология и условия образования самородного золота в золотых месторождениях Северного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол., 1988. № 4. С. 14-24.
6. Моисеенко В.Г. Наногеохимия золота // Труды симпозиума. Владивосток, 2008. С. 6–25.
7. Новгородова М.И. Самородные металлы в гидротермальных рудах. М.: Наука, 1983. 287 с.
8. Палажченко В.И., Моисеенко В.Г. и др. Нанофазы золота // Доклады РАН. 2003. Т. 390. № 6. С. 818–821.
9. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973.–348 с.
10. Ужкенов Б.С, Сайдуакасов М.А. Ресурсы металлических полезных ископаемых Казахстана: состояние и перспективы развития / Геонауки в Казахстане. Алматы, 2004. С.18–23.
11. Уклонский А.С. Проблемы минералогии и геохимии. Ташкент: ФАН, 1982. 200 с.

УДК 551.078:551.21(574.4)

Л.И. СКРИННИК<sup>1</sup>, Р.Р. ГАДЕЕВ<sup>2</sup>

## МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Жоңғар-Балқаш бассейнінің кейінгі палеозой шетінің жанартаулық белдеуіндегі онтүстік бұтақтардың петрохимиясын талдау және соларға ұқсайтын кен нысандары, олардың түрлі металлогендік мамандандырылуы аймақтың жер қыртысының біртіндеп базификациялануына негізделгенін көрсетеді.

Анализ петрохимии южных ветвей вулканических поясов позднепалеозойской окраины Джунгаро-Балхашского бассейна и характерных для них рудных объектов показывает, что их различная металлогеническая специализация обусловлена постепенной базификацией земной коры региона.

The analysis petrochemistry southern branches of volcanic belts late Paleozoic of margin Dzhungaro-Balkhash basin and characteristic for them ore objects shows, that their various metallogenic specialization is caused gradual basification earth crust region.

В настоящее время фундаментальные исследования в Казахстане подчинены одному направлению: металлогеническому прогнозу с рекомендацией конкретных рудных объектов для поисковых и поисково-оценочных работ. Это касается даже стратиграфических и палеонтологических разработок, а тем более палеогеодинамических, представляющих предмет наших исследований. Поэтому параллельно с составлением палеогеодинамических профилей и карт нами проведено изучение материалов по рудным объектам и полевые работы с картированием и опробованием некоторых из них. В конкретных рекомендациях можно только присоединиться к несравненно более обоснованным оценкам производственников, базирующимся на данных буровых и горных работ. Нам же достаточно широкий территориальный и возрастной интервал исследований и объемный петрохимический материал позволили выявить ряд общих закономерностей развития магматизма и металлогении краевых поясов Юго-Восточного Казахстана и специфику каждого из них.

Известно, что вулcano-плутонические пояса Казахстана (девонский, каменноугольный и пермский) являются окраинно-континентальными структурами, обрамляющими Джунгаро-Балхаш-

ский морской бассейн (рис.1). Общими чертами их накоплений являются преимущественно кремнекислый известково-щелочной и субщелочной состав, широкое развитие туфов и игнимбритов, наземные условия формирования [1]. Характерно многократное чередование гомодромно построенных дифференцированных магматических комплексов, особенности состава которых отражают волнообразные движения оболочек планеты [2,3,4].

В интервале времени от заложения активной окраины в начале девона и до завершения ее жизни в конце пермского периода в базальтах, слагающих около трети объема ее накоплений, растут содержания глинозема, кальция и калия и параллельно снижаются — железа и титана. На фоне этой общей тенденции средние содержания окислов в базальтах разновозрастных комплексов резко варьируют, в то время как кремнекислые породы более близки по составу (рис.2,3).

Различия фациального состава накоплений также достаточно существенны: девонские и пермские формировались в наземной обстановке, для каменноугольных более характерны субаквальные условия.

Наиболее широкое распространение имеют вулканические и интрузивные образования дево-

<sup>1,2</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

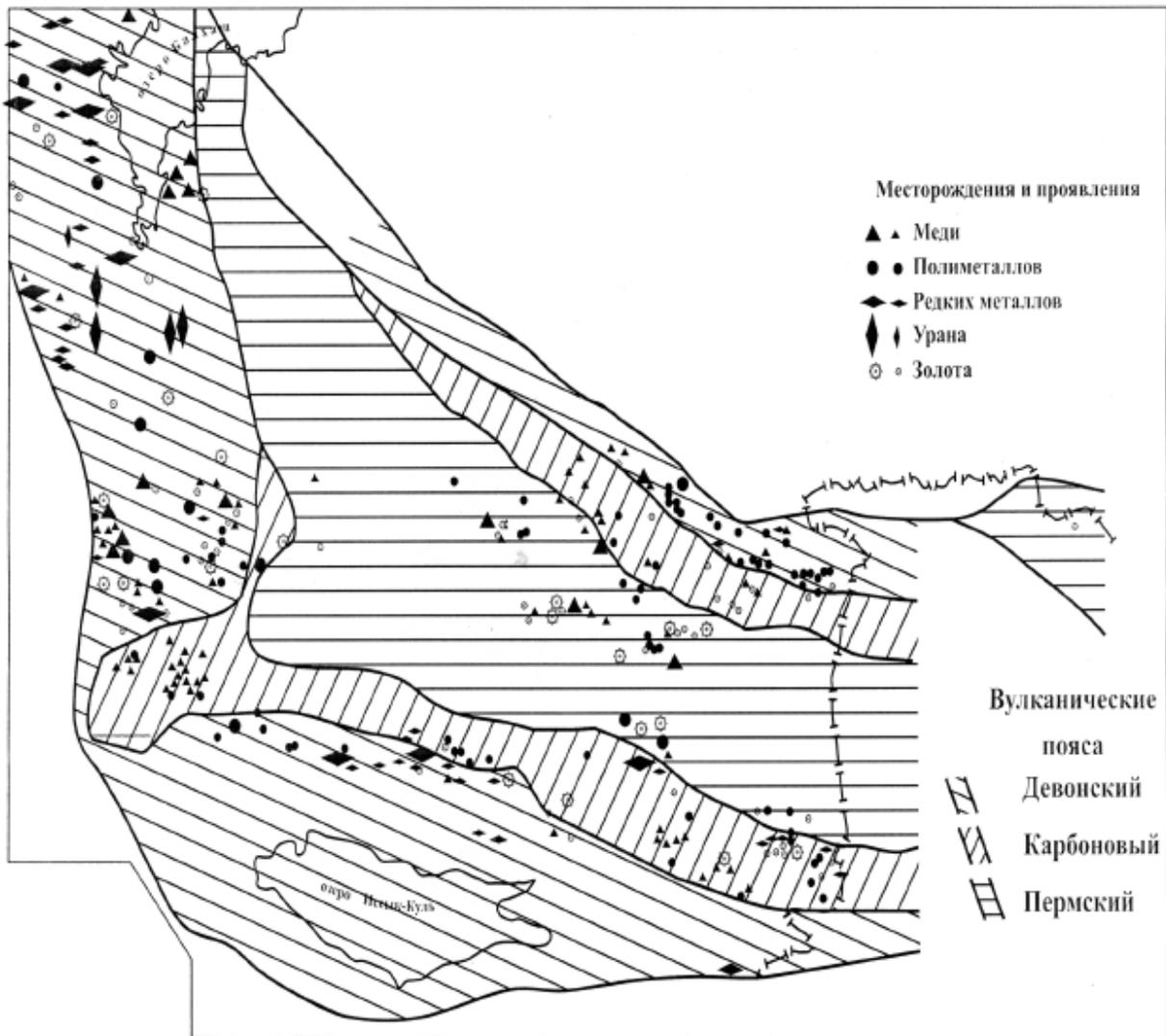


Рис. 1 Схема размещения вулканических поясов и рудных объектов Юго-Восточного Казахстана

на. Карбоновые смещены относительно девонских в сторону Джунгаро-Балхашского бассейна, а пермские вложены в карбоновые, по периферии смещаясь с них и налегая на девонские.

В металлогении описываемых вулканических поясов определяющее значение имеет магматизм, глубина заложения очагов и состав магматических флюидов. В значительной мере металлогения является отражением петрохимических и геохимических особенностей магматизма данного отрезка времени. Предшествующие геологические события определяют мощность и состав фундамента вулканических поясов, а предыдущая металлогения сказывается в виде перетолжения и обогащения более древних руд.

С целью определения металлогенической специфики каждой из южных ветвей вулкани-

ческих поясов нами рассмотрена обстановка формирования конкретных рудных объектов, связанных с окраинно-континентальным магматизмом.

#### Металлогения девонского вулкано-плутонического пояса

Состав накоплений позволяет выделить два этапа девонского вулканизма: раннедевонско-эйфельский и живетско-франкий, каждый из которых сопровождался внедрением дифференцированных интрузивных серий. В целом для осевой зоны девонского пояса характерна редкометалльная и урановая специализация, во фронтальной и тыловой зонах — к ним добавляется медная и золоторудная.

Фронтальная зона девонского краевого пояса включает Текелийский антиклинорий и Куй-

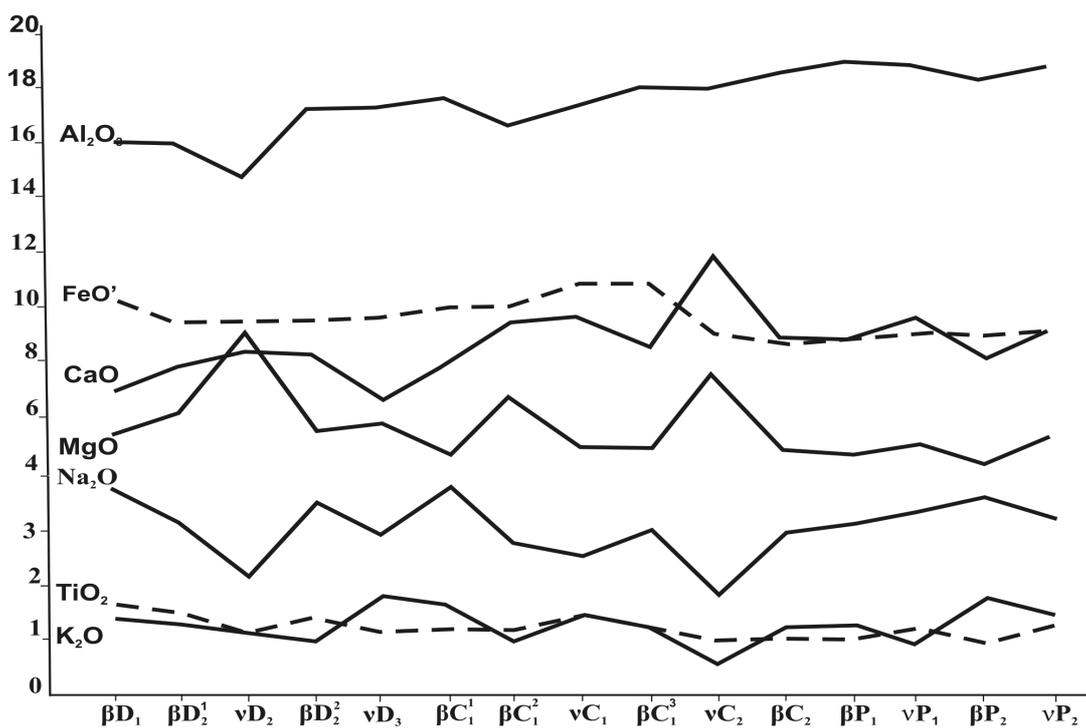


Рис. 2. Вариации средних содержаний окислов в девонских, каменноугольных и пермских базальтах и габбро Джунгарского Алатау:  $\beta$  – базальты,  $v$  – габбро

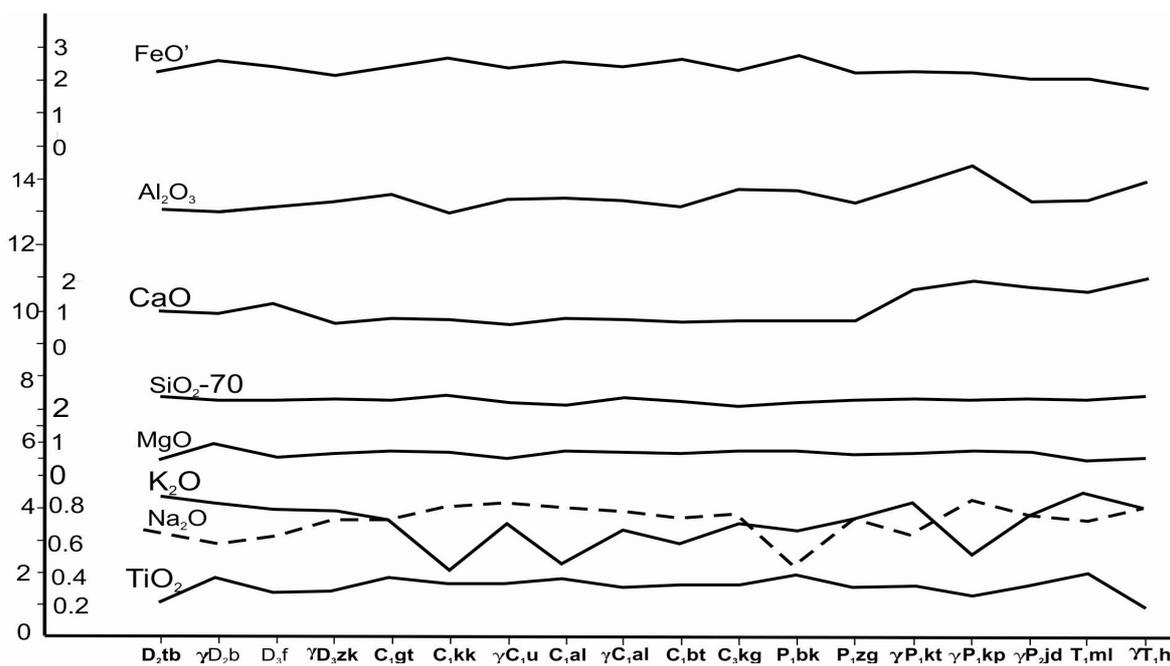


Рис. 3. Вариации средних содержаний окислов в девонских, каменноугольных и пермских риолитах и гранитах Джунгарского Алатау

ган-Майбулакский район (погребенные низовья р. Или) [5,6]. В Текелийском антиклинории собственно с девонским вулканизмом связаны золотоносные березиты в туфах и субвулканичес-

ких телах риолитов девонского возраста (Акчубар, Чижин), медно-полиметаллическое гидротермальное месторождение (Биринши), скарновые полиметаллические проявления (Жаршапкан,

Ащибулак и др.), медно-полиметаллические кварц-флюоритовые жильные (Керегетас, Жартаас и др.) [7]. Здесь же в фундаменте пояса известны колчеданно-полиметаллические объекты, генетически связанные с ордовикским рифтогенезом, но регенерированные под влиянием вулканической и интрузивной деятельности в девонский период (Сууктюбе, Усек, Большой Усек, Тельмановское, Западное Текели и др.) [8].

В низовьях р. Или расположено медно-порфировое месторождение Каскырмыс, рудные тела которого залегают в субвулканических риолитах и эруптивных брекчиях эйфельского стратовулкана [6]. Таким образом, металлогеническая специализация фронтальной зоны девонского пояса золото-медно-полиметаллическая.

*Главная зона* девонского вулканического пояса более обширна, чем фронтальная. Она охватывает южные отроги Джунгарского Алатау, Чу-Илийский район и Илийскую впадину. Для этой зоны также характерна комплексная металлогеническая нагрузка: раннепалеозойская рифтовая, девонская собственно активной континентальной окраины и наложенная — тыловой зоны пермского пояса.

В Илийской зоне к полям пропилитов в жигитских андезиитоидах хр. Алтынэмель приурочены точки медно-полиметаллической минерализации, в девонских гранитоидах залегают медно-флюоритовое рудопроявление Кызылауз и кварцево-жильные проявления золота Койчи и Сулубокан. Полосчатые риолиты эйфельского возраста, слагающие экструзивные тела на южном склоне хр. Алтынэмель, березитизированы и вмещают золоторудное проявление Итмурун.

В Мынаральском районе в вулканитах девона размещаются кварцево-жильное месторождение золота Мынарал, кварц-березитовые золоторудные рудопроявления Актюбе, Озерное, приуроченные к эйфельским риолитам. Здесь же расположена цепочка (Каиб-Жалгызская зона) вольфрамовых и оловянных рудопроявлений, связанных с гранитоидами позднего девона, завершающимися магматизмом девонского пояса. Она протягивается от проявления Акжар-Сарытумское до рудника Байтал и включает серию рудных объектов грейзенового, кварцево-жильного, минерализованных даек и пегматитового типов [7, 8, 9].

В пределах главной вулканической зоны девонского пояса размещены известные урановые месторождения, приуроченные к жерловым

и субвулканическим фациям девонского вулканизма (Аксуек, Ботаборум, Байтал и др.). В грейзенизированных гранитах позднего девона и кварц-флюоритовых жилах в эндоконтакте Каибского массива расположены месторождения Шакшагайлы, Кенгкиик и Шолпан с касситеритом, молибденитом, вольфрамитом, висмутином и редкими землями [8,9]. Месторождение олова Карасу (к западу от пос. Аксуек) расположено в кислых вулканитах эйфельской карасайской свиты, пересеченных дайками гранит- и сиенит-порфиров. В гранитоидах желтауского комплекса тела пегматитов камерного типа и зоны альбититов содержат вкрапленность ортита, торита, гадолинита и перспективны на тантал-ниобиевое и иттриевое оруденение [9]. Рудопроявление Сарыбулак — это кварцево-жильный вольфрам-висмут-молибденовый объект

Девонский возраст, по общепринятому мнению, имеют также кварцево-жильные золоторудные с полиметаллами, блеклыми рудами и висмутом месторождения Акбакай-Кенгирского рудного узла, секущие дифференцированные интрузивы эйфельского кызылжартасского комплекса, вулканиты коктаасской свиты нижнего девона и ордовикские терригенные толщи. Наиболее вероятный их возраст средне-позднедевонский.

В целом главная зона девонского пояса имеет золото-уран-редкометалльную специализацию, сочетающуюся в краевых частях с медью и полиметаллами.

*Тыловая зона* девонского вулкано-плутонического пояса охватывает Чу-Кендыктасскую и Заилийско-Кетменскую зоны развития изолированных полей девонских вулкаников и гранитоидных батолитов. К гранитоидам приурочены редкометалльные объекты в грейзенах, пегматитах и кварцевых жилах надинтрузивных полей желтауского и талгарского комплексов, медно-порфировые и золото-порфировые объекты в среднедевонских гранитоидах, а вулканиты девона и подстилающие их нижнепалеозойские отложения включают золоторудную кварцево-жильную минерализацию [10,11].

Хантауский рудный узел характеризуется золоторудной, медной и оловорудной минерализацией, связанной с девонским окраинно-континентальным магматизмом.

Расположенная южнее Кендыктасская зона имеет золотомеднорудную специализацию [7]. В ее пределах широко распространены выступы фундамента и локально развиты девонские вул-

каныты и гранитоидные интрузивы. Непосредственную связь с магматизмом девонского пояса имеют медно-золотопорфировые месторождения Когадырь, Чуйское в гранитоидах среднедевонского кызылжартасского(?) комплекса, медно-порфировое рудопроявление Торткудук в девонской жерловине [8].

Шатыркольский рудный узел включает месторождения Чатыркуль, Жайсан, Унгурлю, Жалкамыс и ряд проявлений медно-молибденовой с золотом минерализации в кварц-карбонатных жилах среди ордовикских гранодиоритов, слагающих надинтрузивную зону гранитных массивов девона.

Расположенный восточнее Курдайский рудный узел объединяет серию медно-молибденовых с золотом и урано-молибденовых объектов в надинтрузивной зоне крупного массива гранитов позднедевонского жельтауского комплекса.

В Заилийско-Кетменской структурно-формационной зоне девонские вулканические образования имеют локальное развитие, в то время как интрузивные породы образуют крупные плутоны. Для нее характерно широкое распространение вольфрамового, молибденового, оловянно-висмутитового оруденения, тесно связанного с гранитным магматизмом позднего девона [7]. Здесь расположены молибден-вольфрамовые объекты, наиболее крупным из которых является месторождение Юбилейное и ряд оловянно-вольфрамовых проявлений в гранитах талгарского комплекса [8]. Кастекский среднедевонский тыловой рифт несет колчеданно-полиметаллическое оруденение (Чинасылсай и др.), приуроченное к дайковым комплексам девона и породам фундамента.

В Заилийско-Кетменской зоне в девонских вулканитах залегает медное проявление Сарытау, восточнее него находится месторождение Богуты – штокверковый объект (шеелит-вольфрамит, молибденит, висмутин) в гранитах позднедевонского возраста [7, 11, 12]. В Кунгей Алатау в альбитизированных гранитах девона расположено олово-тантал-ниобий-вольфрамовое с редкими землями рудопроявление Курменты [7]. В Терскей Алатау в грейзенизированных гранитах позднего девона известно оловянно-вольфрамовое месторождение Карагайлы-Актас.

Таким образом, почти все перечисленные объекты тыловой зоны сопровождают позднедевонский интрузивный магматизм, завершающий развитие девонского вулканоплутонического

пояса и только единичные меднорудные проявления связаны с вулканизмом.

В целом в поперечном сечении девонского пояса отчетливо вырисовывается металлогеническая зональность, соответствующая увеличению мощности сиалической коры, росту объема продуктов ее переплавления, усилению обводненности гранитов и роли высокотемпературного верхнекорового флюидопотока. Этому режиму соответствует смена медных и золоторудных объектов фронтальной зоны редкометалльными в осевой части пояса и дальнейшее усиление редкометалльной специализации магматических пород в направлении от края континента к его внутренним частям. В тыловой зоне наряду с редкометалльными вновь распространены золото-молибдено-медные порфировые и золоторудные объекты, приуроченные к продольным разрывам пояса. Вероятно, здесь важную роль играла степень тектонической переработки континентальной окраины.

#### Металлогения карбонового

##### Прибалхашско-Илийского вулканического пояса

*Фронтальная зона* южной ветви Прибалхашско-Илийского пояса охватывает подножье хр. Южный Джунгарский, горы Жуантобе, Алабасы, хр. Котуркаин. Северный ее край большей частью тектонически перекрыт древними породами Текелийского аллохтона. Характерной особенностью фронтальной вулканической зоны является субаквальный набор фаций нижнекарбонатовых отложений, обилие эруптивных пород, преимущественно кремнекислый их состав, наличие прослоев с морской фауной.

Среди раннекаменноугольных вулканитов широко распространены поля низкотемпературных кварц-серицит-каолинитовых гидротермалитов, обычно ассоциирующие с околержеловыми и экструзивными фациями. Они несут промышленно-интересные содержания свинца, цинка, серебра и золота (рудопроявления Акжар, Толмаш, Бурхан, Котуркаин и др.). В приграничной с Китаем части фронтальной зоны в пропилитизированных андезитовых туфах нижнего карбона известно золотое проявление Нарын (Мамонов Е.П. и др., 1996г).

*Главная вулканическая зона* карбонового пояса включает южные отроги Джунгарского Алатау и большую часть хребтов Северного Тянь-Шаня (Кастекский хр., Заилийский Алатау, Торайгыр). Здесь каменноугольные отложения представлены в наземных фациях, поля гидротермаль-

ной переработки редки и так же, как во фронтальной зоне, преобладают низкотемпературные метасоматиты с повышенными содержаниями меди, которые не имеют практического значения. Массивы габбро-диорит-гранодиорит-гранитовых алтынэмельского и узунсу-карасуйского комплексов, сопровождающих вулканизм раннего карбона, в надинтрузивных зонах содержат проявления полиметаллов, определяющих металлогенический профиль комплексов.

Золоторудные кварцево-жильные объекты в карбоновых вулканитах – это рудопроявления Дегерес и Унгурты в горах Дегерез к северу от с. Сергеевка (Мамонов Е.П., 2007г). Мелкие медные и полиметаллические проявления в зонах дробления и кварц-карбонатных жилах Жамантинской и Майбулакской мульд не имеют промышленного интереса. Таким образом, для главной зоны карбонового вулканизма типична золото-медно-полиметаллическая нагрузка.

*Тыловая зона карбонового пояса*, охватывающая хребты Северного Тянь-Шаня и юго-восток Чу-Илийского района (Куртинский район) характеризуется многочисленными меднорудными и полиметаллическими проявлениями. В Куртинском районе каменноугольные отложения имеют локальное распространение. С ними связаны единичные точки минерализации, рудопроявления меди и полиметаллов, а в обрамлении Чу-Кендыктасской зоны пояса расположен Каратузский рудный узел, объединяющий стратиформные проявления медистых песчаников в фаменско-турнейских осадочных отложениях (Ковалевский А.Ф., 2000г). Их гидротермально-осадочное образование происходило синхронно с каменноугольной вулканической деятельностью.

В тыловой зоне нередко вулканические накопления карбона денудированы и на дневную поверхность выходят корни вулканов и интрузивные массивы. С ними связаны рудные объекты скарнового и пропилитового типа. Такие проявления комплексной золото-свинцово-цинковой минерализации известны в терригенно-карбонатных породах ордовика в экзоконтакте гранитоидных интрузий среднего карбона (Аккайнар-Аккольский рудный узел). Это проявления Досмаил, Аденсу-Акколь, участок Каражарык и другие. Рудопроявление Вершинное и другие, принадлежащие золото-кварцевой формации, приурочены к отложениям нижнего карбона и силура, прорванным малыми телами диоритов среднекарбонового аккайнарского комплекса и

дайками диабазов в северном крыле Чильбастауской мульды (Калмыков, 2005г, Мамонов, 2007г).

В хр. Кендыктас расположены жильные золоторудные проявления Узунсу, Ирсу, Кокпатас, Акжазык-Майкайнар кварц-барит-флюорит-галенит-сфалеритового типа с халькопиритом и золотом, приуроченные к зонам дробления в гранитоидах среднекарбонового узунсу-карасуйского комплекса и вмещающих породах.

В целом для южной ветви каменноугольного вулканического пояса характерен золото-медно-полиметаллический профиль.

### **Металлогения пермского вулканического пояса**

*Фронтальная зона* пермского вулканического пояса эродирована. *Главная зона* включает южные и западные отроги Джунгарского Алатау, северные склоны Заилийского Алатау и хребта Кетмень. В пределах пермского пояса известны золоторудные низкотермальные кварц-адуляровые, кварцево-жильные и вторично-кварцитовые месторождения (Архарлы, Далабай, Иглик, Катутау Восточный, Казкудук и др.), а также медно-порфиновые объекты [10,11].

Медь и золото являются наиболее распространенными полезными ископаемыми. Известно три медных месторождения и более 50 проявлений и пунктов минерализации, принадлежащих к различным формационным типам: медно-порфиновые руды среди пропицитизированных гранитоидов (Коксай, Мукры, Малайсары Западный), проявления сульфидно-кварцевой (жильной) формации, минерализованных зон дробления (Дардамты), медно-полиметаллические месторождения Каспан, Биже, Биже-І, медно-цинковое рудопроявление Биже-ІІІ, молибден-порфиговое проявление Жанабай и другие [5,7,11]. Названные медно-порфиновые объекты образуют цепочку вдоль Коунрад-Коксайского разлома и приурочены к гранодиорит-порфирам и гранит-порфирам раннепермского каспанского комплекса.

Месторождение Биже-ІІ принадлежит телетермальному золоторудному кварцево-жильному типу. В его рудном поле рудоносные кварцевые жилы пересекают пермские стратифицированные отложения и рвущие их тела диоритов и гранитов южно-джунгарского комплекса.

Архарлы-Бетбастауский район объединяет телетермальные золоторудные месторождения Архарлы, Далабай, Бетбастау, Иглик, рудопроя-

явление Керимбек и ряд медных проявлений [5,7,8]. В его пределах максимальное распространение имеют вулканиды пермского и раннетриасового возраста и интрузивные массивы южно-джунгарского комплекса.

Керимбек-Игликский рудный узел охватывает вулканические постройки, субвулканические, жерловые образования и интрузивы девонского, карбонового и пермского возраста. Рудные объекты представлены медно-порфировым проявлением Курекасу в среднекарбонных гранитах и серией золоторудных объектов, наиболее значительным из которых является месторождение Иглик, приуроченное, к околожерловым частям раннепермской вулканической постройки центрального типа [10, 11].

В горах Катутау, сложенных верхнекаменноугольными и пермскими вулканогенными образованиями и интрузивными массивами катутауского и южноджунгарского комплексов расположены золото-серебряные и полиметаллические объекты, широко развиты поля вторичных кварцитов, приуроченные к узлам пересечения разломов северо-восточного субширотного и северо-западного простирания. Рудопроявление полиметаллов Предгорное приурочено к зоне дробления северо-западной ориентировки, секущей вулканиды ранней перми. Месторождение Восточный Катутау – это крупная площадь гидротермальной проработки вулканогенных накоплений бескайнарской свиты, прорванных диоритами южно-джунгарского комплекса [7, 8, 11].

Рудопроявление золота Кызылчеку приурочено к массивам сиено-диоритового состава, прорывающим раннепермские вулканиды и представляет собой субширотные золотоносные зоны прокварцевания.

В Заилийском Алатау наиболее перспективным золоторудным объектом, связанным с пермским вулканизмом является месторождение Уенкебулак и сопряженные с ним более мелкие проявления, образующие Шинбулакское рудное поле на площади развития нижнепермских вулканических накоплений. Судя по приведенному списку известных рудных объектов для главной зоны пермского пояса характерна медно-золото-полиметаллическая металлогеническая специализация.

*Тыловая зона* пермского пояса включает Куртинский и Северо-Кетменский районы. Здесь наряду с вулканидами пермского возраста широко представлены субвулканические и интрузив-

ные образования раннепермского катутауского, позднепермского южноджунгарского и его аналога кетменского комплексов. Металлогения тыловой зоны пермского пояса имеет золото-медно-полиметаллический профиль.

Золоторудные объекты тыловой зоны, так же как и главной, принадлежат преимущественно убогосульфидной формации телетермального кварцевожильного пропилютового, березитового и вторично-кварцитового типов, связанных с позднепалеозойским вулканизмом. Проявления золота приурочены, главным образом, к околожерловым частям вулканических построек.

Куртинский район наиболее богат перспективными рудными объектами (Мамонов Е.П., 2007г, Калмыков В.А., 2005). Здесь к вулканическим накоплениям пермского возраста приурочен ряд рудопроявлений золота, меди, свинца, цинка. Кроме того, есть ряд проявлений минерализации и мелких месторождений (Акколь), связанных с образованиями вулканоплутонического пояса (околоинтрузивные зоны массивов катутауского комплекса), но залегающих не в пермских, а в более древних отложениях. Наиболее интересные объекты принадлежат полиметаллической и медно-порфировой формации (Адыр), кварц-серицит-золото-полиметаллической (Казкудук), кварцевожильной (Копалинское, Кушюкы) формациям (Ковалевский А.Ф., 2000г).

В пределах Куртинского района расположены Казкудукский, Саганбекский и Утегенский золоторудные узлы, приуроченные к одноименным вулканическим постройкам пермского возраста.

Месторождение Казкудук принадлежит золото-галенит-сфалерит-халькопирит-кварц-серицитовому минеральному типу. Аналогичные проявления Бурлы–Тобе, Бастау, Саганбек, Адыр приурочены к пермским вулканотектоническим структурам. Не исключена их связь с медно-порфировыми системами, принадлежность верхнерудному уровню эрозионного среза и высокая перспективность (Ковалевский, 2003г).

Известны рудное поле Адырское с медно-полиметаллическим и медно-порфировым оруденением и Кулантобинское поле с золото-серебряно-полиметаллическим проявлением Кулантобе (Калмыков В.А., 2005). Рудное поле проявления *Адыр* охватывает слабоэродированную, изометричную палеовулканическую постройку, жерловина которой сложена флюидальными риолитами, обрамленными лавобрекчиями риодацито-

вого состава. Вулканическая постройка прорвана интрузивом раннепермского катутауского комплекса. Медно-полиметаллическая и медно-порфировая минерализация прожилково-вкрапленного типов развита по диоритам и субвулканическим риолитам. Золото-серебряное рудопроявление Кулантобе контролируется разломом, секущим интрузивный массив раннепермского катутауского интрузивного комплекса (Калмыков В.А., 2005г).

Саганбекское рудное поле объединяет ряд золото-полиметаллических проявлений, приуроченных к краям вулканических аппаратов и околожерловым зонам. Рудопроявление Утеген приурочено к серии даек диоритовых порфиритов раннепермского катутауского комплекса, секущих кремнекислые нижнепермские вулканы. Вмещающими породами месторождения Аккайнар являются гранитоиды среднекарбонového аккайнарского комплекса и субширотная система раннепермских даек с золото-сульфидной минерализацией.

В Кетменском районе, принадлежащем тыловой зоне пермского пояса, расположен ряд полиметаллических проявлений (Дардамты, Сумбе), редкометалльно-полиметаллические и редкометалльно-золоторудные объекты. Свинцово-цинковое месторождение Туяк приурочено к экзоконтакту граносиенитов позднепермского кетменского комплекса. Восточно-Кетменская золоторудная площадь, расположенная в приграничной части хр. Кетмень в обрамлении Восточно-Кетменского гранитоидного массива, насыщена коренными золоторудными и россыпными проявлениями. Наиболее известное здесь золоторудное проявление Безьянное приурочено к субширотным линейным экструзивам полосчатых риолитов раннего триаса протяженностью до 2-3км. Рудопроявление Будуты – это золотоносные зоны пиритизации и дробления в ордовикских отложениях вдоль разломов северо-восточного простирания. В экзоконтактовой зоне Восточно-Кетменского гранитного массива, прорывающего каменноугольные отложения, известен ряд редкометалльных, золото-серебряных и полиметаллических рудопроявлений и пунктов минерализации различной формационной принадлежности (Никитченко В.И. и др., 1976г).

Приведенный перечень рудных объектов свидетельствует о медно-золото-редкометалльно-полиметаллической специализации тыловой зоны пермского пояса.

### Выводы о металлогении краевых поясов

Как показывают приведенные материалы, формирование каждого из вулканических поясов сопровождалось гидротермальной деятельностью и рудоотложением. Наиболее интенсивные и разнообразные рудные процессы связаны с девонским магматизмом. С вулканической деятельностью этого периода ассоциируют медные, полиметаллические и золоторудные объекты. Интрузивы девонского пояса сопровождаются редкометальными (Sn, W, Mo, U) проявлениями и месторождениями. Латеральная металлогеническая зональность выражена в усилении литофильной группы металлов от фронта активной окраины к тылу, в связи, с чем халькофильная специализация фронтальной зоны сменяется интенсивной редкометальной, молибденово-урановой нагрузкой главной зоны девонского пояса, а затем в тыловой зоне – редкометалльно-редкоземельной минерализацией. Для фронтальных и тыловых частей пояса характерны также медно-порфировые и золото-полиметаллические проявления. В надинтрузивных зонах размещаются непосредственно связанные с гранитоидами девона медные объекты чатыркульского типа, в массивах гранитоидов и эруптивных порфировых брекчиях – медно-молибден-порфировые месторождения. Девонские золоторудные объекты тяготеют к зонам долгоживущих разломов и принадлежат золото-порфировой и кварцево-жильной формациям.

Карбонный пояс характеризуется золото-медно-полиметаллической специализацией, что соответствует более щелочно-земельному составу его продуктов. Карбонные интрузивы сопровождаются скарновыми залежами. Связанные с вулканизмом медно-пропилитовые тела приурочены к зонам разломов, секущим андезитоидами карбона. Березиты карбона слабо золотоносны.

Наиболее благоприятные условия низкотемпературного рудоотложения создавались в пермских вулканических накоплениях околожерловых и жерловых фаций, кварцево-жильных системах и в зонах долгоживущих разломов, секущих околоинтрузивные зоны малых тел аккайнарского (С<sub>2</sub>) и катутауского (Р<sub>1</sub>) комплексов. Пермский вулканический пояс несет медно-порфировые (в связи с интрузивами каспанского комплекса), полиметаллические и золоторудные кварц-адуляровые, вторично-кварцитовые и березитовые объекты (с вулканическими аппаратами пермского и раннетриасового возраста), в

том числе промышленные. Латеральная зональность выражена в усилении роли редких металлов в тыловой части пермского пояса.

Сквозное развитие имеет золоторудная кварцево-жильная формация. Ее объекты известны среди накоплений всех трех поясов и более древних морских толщ нижнего палеозоя, вероятно, они являются полихронными и генетически связаны с неоднократно повторявшимися коллизийными процессами, приводящими в движение гидротермальные и гидрогеологические системы. Температурные условия образования конкретных кварцево-жильных объектов не изучены, но очевидно преобладание в пермо-триасовых вулканиках низкотермальных золото-серебряных проявлений, отражающее постепенное вырождение позднепалеозойской зоны магмогенерации.

Пространственное совмещение вулканических поясов с более древними рифтовыми структурами благоприятно влияло на процесс рудоотложения, вероятно, обогащая более поздние карбоновые и пермские гидротермальные системы рудным веществом.

В целом эволюция рассматриваемой активной окраины во времени от начала девона до конца пермского периода (в течение 170 млн лет) отражает процесс базификации земной коры за счет многократных излияний, внедрений мантийного материала и подрастания снизу (андерплейтинга). Соответственно преобладающая редкометальная нагрузка девона, обязанная переплавлению древней гранитоидной коры, постепенно сменилась полиметаллической, а затем медной и золоторудной, достигшими максимума в пермском периоде, соответствуя вовлечению мантийного материала.

Наряду с этим периодически имела место смена дифференцированных габбро-гранитных серий все более чистыми гранитовыми, завершающими магматизм каждого из поясов. Гранитовые комплексы отвечают этапам поднятий, корового роста и отделению флюидных компонентов литофильного профиля. С гранитами желтауского, талгарского, лепсинского и хоргосского комплексов связаны проявления редких ме-

таллов грейзенового, альбититового и пегматитового типа. Гранитоидный магматизм постепенно мигрировал в сторону Джунгаро-Балхашского бассейна, параллельно смещалась на близповерхностный уровень область магмогенерации и как индикатор этого процесса понижалась температура формирования золоторудных месторождений. Таким образом, развитие металлогении, как и магматизма, является отражением процесса коро-мантийного взаимодействия и прогрессирующей базификации коровых масс региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Скринник Л.И Петрохимия вулканических поясов Юго-Восточного Казахстана – Алматы, 2008. С.91-101.
- 2.Скринник Л.И., Гадеев Р.Р. Главные факторы эволюции состава магматических комплексов активных окраин (на примере Юго-Восточного Казахстана) // Изв. АН РК. сер. геол. 2011.№4.- С.5-12.
- 3.Баркин Ю.В. Механизм тектонической активности Земли: глубинная геодинамика, ее современные проявления//Фундаментальные проблемы геотектоники. Матер совещ.Т.1 М.:ГЕОС, 2007. – С.59-6.2
4. Скринник Л.И., Рыбин В.М. Вертикальные ряды магматических комплексов как отражение геодинамической эволюции активной окраины (на примере Джунгарского Алатау)// Терра, 2010, N2 2009-N1 2010. С.90-98.
- 5.Геология и металлогения Джунгарского Алатау/Афоничев Н.А., Шлыгин А.Е. и др. – Алма-Ата: Наука, 1966. – 255с.
- 6.Колесников В.В. Жуков Н.М. и др. Основные черты геологии и металлогении Куйган-Майбулакского рудного района// Изв НАН РК сер.геол., 1993, №1. С.14-29.
- 7.Геология СССР. Том XL. Южный Казахстан. Полезные ископаемые. М.:Недра, 1977. – 392с.
- 9.Абдулин А.А, Волков В.М.,Щерба Г.Н. Чу-Илийский рудный пояс. Т.2. Металлогения Чу-Илийского региона. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1980. – 504с.
- 10.Карта полезных ископаемых Казахстана масштаба 1: 1000000. // Бекжанов Г.Р., Никитченко И.И., Подковырин Г.В. – Алматы, 2002. 10 листов.
- 11.Никитченко И.И, Подковырин Г.В., Полезные ископаемые Казахстана: Объяснительная записка к Карте полезных ископаемых Казахстана масштаба 1: 1000000 /. Алматы, 2002.- 188 с.
- 12.Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Т.2. Алматы: Гылым, 2002. 224 с.

УДК 549.002.3

Б.М. РАКИШЕВ<sup>1</sup>, Л.М. ФИЛИНСКИЙ<sup>2</sup>

### К ПРОБЛЕМЕ ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ГОРНОРУДНЫХ РАЙОНОВ

Жүйелік зерттеу әдістемесінің желісінде таулы рудалы аудандардағы минералды-шикізат базасының толтырылу мәселелері қарастырылған.

Рассмотрена проблема восполнения минерально-сырьевой базы горнорудных районов в свете методологии системных исследований

On is seed about the problem of ore reserves of the mining-ore districts in aspect of methodology of systematic research

Для решения задач генеральной Индустриально-инновационной Программы развития РК, в первую очередь, необходимо обеспечение минеральным сырьем ведущих отраслей – металлургической, топливно-энергетической, химической, сельскохозяйственной и др. В сложный переходный период к рыночной экономике добыча полезных ископаемых в Казахстане намного опережала восполнение их запасов, поэтому по многим приоритетным полезным ископаемым уже отмечается острый дефицит. В связи с этим фактом проблема восполнения отечественной МСБ была и остается исключительно актуальным и приоритетным направлением программ развития страны.

Авторами разработан новый метод комплексных прогнозно-минерагенических исследований с применением новейших технологий (геолого-геофизических, геохимических, аэрокосмических) – **системно-рудноформационный анализ горнорудных районов (СРФА)**, который ставит своей основной задачей оценку и восполнение минерально-сырьевой базы (МСБ) горнорудных районов РК.

За последние полвека прогнозно-металлогенические исследования проводились регулярно во всех территориальных ПГО, а также по программам научно-исследовательских работ отраслевых и академических институтов бывшего СССР. Наиболее полная и содержательная информация представлена по результатам региональ-

ных структурно-металлогенических построений масштаба 1:500 000, выполненных в период 1978–1997 гг., а также при выполнении в 2001–2003 гг. программы по оценке прогнозных ресурсов руд черных, цветных, редких и благородных металлов.

Общей чертой всех проведенных исследований является неполная интерпретация рудно-формационной нагрузки как в плане систематики рудных объектов, так и в плане их структурно-металлогенического районирования. Так, все без исключения классификации рудных объектов, представленные в материалах структурно-металлогенических построений прошлых лет, ограничивались отраслевым подходом и совершенно не учитывали ни комбинаторику системообразующих факторов, ни внутри и ни межрудно-формационные связи, а структурно-металлогеническое районирование традиционно основано на формационных, а не на геотектонических построениях. Да и собственно геотектонические построения до сих пор базируются на выделении не граничных глубинных разломов соответствующего уровня, а *структурно-вещественных комплексов*, которые, являясь продуктом взаимодействия геотектонических систем, эти границы, как правило, маскируют. Таким образом, любые современные геотектонические карты и схемы по существу отражают структурно-формационные построения, широко и безальтернативно используемые в традиционных прогнозно-металлогенических исследованиях.

<sup>1,2</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

На сегодняшний день кардинально изменились теоретические концепции о фундаментальных основах прогноза, поиск и разведки месторождений. Во-первых, по результатам изучения дна океанов и глубинного строения Земли последних десятилетий, получены данные, определившие необходимость создания новых теоретических моделей развития Земли и всего спектра геологических процессов. Во вторых, в Казахстане, как и во всем мире, исчерпан фонд легко открываемых месторождений, а процесс поисков и разведки месторождений стал более сложным и трудоемким, поэтому нужна новая стратегия и тактика работ по восполнению запасов.

Ведущие научные школы Мира занялись разработкой вышеназванных проблем, и Институт имени К.И. Сатпаева, стоящий у истоков прогнозно-металлогенических исследований и признанный мировым научным сообществом лидером в этой области, активно включился в этот процесс. Вниманию научной аудитории и специалистов по рудной геологии в очередной раз представлен комплексный метод системно-рудноформационного анализа (СРФА), основные положения которого с иллюстрацией на конкретных примерах изложены ниже, а также в ряде авторских публикаций.

#### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СИСТЕМНО-РУДНОФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА (СРФА)

Цель и назначение СРФА — геолого-методическое оснащение прогнозно-металлогенических исследований эффективной комплексной методикой, базирующейся на новых теоретических разработках с применением новых технологий и, прежде всего, на рудноформационно-классификационных генетических и функциональных матричных построениях и геотектоническом районировании соответствующих горнорудных районов (ГРР) с учетом палеотектонических реконструкций. Синтезом этих направлений явится новейшая схема структурно-минерагенического районирования, полностью удовлетворяющая требованиям системных исследований. (В авторских публикациях представлена *Смстема рудных формаций* в форме взаимосвязанных *генетической* и *геохимической* их матричных классификаций. Матричные классификации построены в общесистемных координатах, роль которых иг-

рают философские категории: *причина-условие, время-пространство и следствие*, отражающие сущность *конкретных факторов* эндогенного рудообразования.)

Общепринятая методика проведения прогнозно-металлогенических исследований не вызывает никаких возражений: структурно-металлогеническое районирование; выявление закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых в пределах металлогенических единиц; выделение рудоносных и рудовмещающих геологических формаций (осадочных - кластогенных и хемогенных, вулканогенно-осадочных, вулканогенных, интрузивных, метаморфических комплексов); определение рудоконтролирующих факторов — структурных, литолого-стратиграфических, магматических — на основе комплексного анализа данных геолого-геофизических, аэрокосмических и др. исследований; обоснование перспективности выделенных площадей на определенный промышленно-генетический тип оруденения с привлечением результатов геохимических исследований.

В то же время, содержательная часть выполнения этой программы и, прежде всего, решение проблемы геотектонического и структурно-металлогенического районирования, а также обоснование перспективности прогнозных объектов существенно отличаются в зависимости от подхода — системного либо формального. (Контекстовое примечание. Здесь понятие «формальный подход» противопоставлено системному по аналогии с формальной и диалектической логикой, каждая из которых соответственно отражает сущность этих подходов. Так, методологическим принципом формальных исследований является *принцип аналогии*, тогда как правило системных исследований является *принцип внутрисистемных противоположностей*, который позволяет дать более объективный прогноз).

До последнего времени поисковые работы на всех стадиях геологоразведочного производства проводились с помощью формальных методов, содержанием которых являлось получение и многоплановая интерпретация фактического материала, отражающая современный структурно-формационный план того или иного ГРР. Практически по каждому ГРР уже имеется ряд обобщений с прогнозно-металлогеническими схемами, которые, базирясь на формальном структурном плане (с учетом только контуров структурно-формационных зон), фактически повторяют друг

друга и совершенно не удовлетворяют запрос практики на сегодняшний день. Формальные методы в достаточной мере удовлетворяли исполнителей при поисках рудных месторождений, выходящих на дневную поверхность, но в связи с практически полным исчерпанием фонда легко открываемых месторождений остро назрела и проблема методической перестройки поисковых работ (наряду с пересмотром программ экономического и организационно-технического содержания). Следует отметить, что формальные методы позволили выявить многие закономерности рудолокализации и еще могут послужить достаточно эффективно — с учетом критической оценки их возможностей применительно к конкретным условиям. Но для решения задач эффективного прогнозирования и целенаправленных поисков **скрытого оруденения** этих традиционных методов явно недостаточно; для этих целей необходимо рациональное сочетание *формальных* и *системных* методов исследований с четким разграничением задач: формальные методы — для получения и первичной обработки разнообразной аэрокосмической, геолого-геофизической и геохимической информации по району, системные — для ее многоплановой интерпретации с обязательным учетом данных реконструкции палеоструктурного плана района по соответствующим циклам его геотектонического развития. Подобная реконструкция предполагает, в первую очередь, поиск генетических, пространственно-временных и функциональных связей реальных и вероятных рудных объектов как однородных и неоднородных, совместных и несовместных системных событий. Такой поиск должен осуществляться последовательно на каждом структурно-металлогеническом уровне: *рудное поле — рудный узел — рудный район — регион* (в контурах корректно выделенных геотектонической области и района, а не структурно-формационных зон), что практически невозможно без применения диалектических принципов и законов системных исследований.

И по форме ведения и по содержанию СРФА представляет собой комплексные исследования и предлагается в качестве альтернативы многочисленным методикам количественного прогнозирования, также использующим принцип аналогии и практикуемым в широких масштабах последние четверть века.

Предваряя анализ *рудноформационных* системных связей, необходимо отметить общие осо-

бенности закономерностей размещения эндогенных месторождений полезных ископаемых, а именно — их *двойственный* характер, обусловленный соответствующей глубиной формирования рудогенерирующих магматических очагов: *при коровом магматизме* имеет место *узловое* *разнотипное* (*сульфидное, оксидное*), а *при мантийном — поясовое* (*зонально-кустовое*) *однотипное* распределение рудных объектов (с учетом компенсирующей локализации объектов полярной рудной формации в геотектонически сопряженном рудном поясе). Характер этих закономерностей должен безусловно учитываться при проведении любых исследований и, прежде всего, при производстве СРФА и широко практикуемого метода структурно-формационного (СФ) анализа. Так, степень эффективности СФ-анализа напрямую коррелируется с характером распределения рудных объектов: максимальная степень его эффективности — при *поясовом*, минимальная — при *узловом* распределении. Напротив, методика СРФА наиболее эффективна при анализе *узлового* распределения разнотипных месторождений, что позволяет считать эти, на первый взгляд, альтернативные методы дополняющими друг друга при производстве металлогенических исследований в конкретных районах с достоверно установленным характером распределения рудных объектов. Ниже изложены основные положения СРФА, отражающие особенности *внутрирудноформационных* и *межрудноформационных* отношений, с иллюстрацией на конкретных примерах.

Согласно принципу эквивалентности внутрисистемных противоположных свойств, на каждом структурном уровне рудноформационных систем предполагается **компенсация** их полярных свойств, т.е., наличие своего компенсатора, конечно, в рамках соответствующего геотектонического цикла. *Именно принцип компенсации (эквивалентности) внутрисистемных полярных свойств должен стать инструментом эффективного прогноза на любом структурно-металлогеническом уровне как при поясовом, так и при узловом характере размещения месторождений.* Так, **на уровне рудного поля** известного промышленного месторождения возможно наличие подобного морфогенетического типа оруденения, но с противоположным соотношением значений концентраций (соответственно, и запасов) ведущих рудных компонентов той же рудноформационной ассоциации. Именно в свете различных внутриформационных межкомпонентных соотношений

и должен определяться *структурно-минерагенический тип рудного поля*:

1) *аксиальный (осевой или централизованный) тип* — с примерно равными соотношениями запасов ведущих компонентов в общем балансе комплексных руд месторождения (с учетом их кларков концентраций);

2) *экстремальный (децентрализованный или фланговый) тип* — с явной доминантой запасов одного из ведущих компонентов в каждом объекте с их общим изначальным балансом монокомпонентных руд, соответствующим балансу комплексного месторождения с аксиальным типом рудного поля.

Установленный *структурно-минерагенический тип рудного поля*, характеризуя пространственно-структурные соотношения *совместных и несовместных однородных событий*, позволяет уверенно прогнозировать в его контурах относительные масштабы проявления других возможных групп состояний — во всем спектре межкомпонентных соотношений (например, свинцово-цинковых): при аксиальном (централизованном) типе рудного поля, отражающем локализацию комплексного оруденения (*совместных событий*), маловероятны масштабные проявления *несовместных событий* — т.е., самостоятельные существенно свинцовые и существенно цинковые объекты не будут значимы. Напротив, при *экстремальном* (децентрализованном или фланговом) типе рудного поля, характеризующимся компенсацией свинцового оруденения существенно цинковым, маловероятны масштабные проявления совместного события (аксиального типа) — с примерно равными соотношениями свинца и цинка в комплексных рудах.

Так, рудное поле известного колчеданного свинцово-цинкового месторождения *Текели* относится к *централизованному* типу — как *совместное событие* с примерным балансом запасов свинца и цинка в комплексных рудах, что позволяет уверенно отнести его фланги к малоперспективным (вопреки традиционным представлениям об их высокой перспективности). Таким образом, прогноз на уровне Текелийского рудного поля сводится к обоснованным выводам, что на флангах рудного поля ранг объектов этого рудноформационного типа, но с экстремальными соотношениями запасов свинца и цинка не будет превышать ранга рудопроявлений — в крайнем случае, не выше ранга мелких месторождений. И действительно, на восточном фланге руд-

ного поля известны существенно свинцовые объекты (Жельжотта и др.), на западном — существенно цинковые (Клубное и др.), по рангу относимые к рудопроявлениям. Этот же рудноформационный тип в Тышкан-Усекском узле данного рудного района формирует Коккус-Усекское рудное поле — но уже противоположного — *флангового* типа с примерно равновеликими существенно цинковым (*Коккус*) и существенно свинцовым (*Б.Усек*) объектами, общий баланс которых сопоставим с рудным балансом Текелийского рудного поля.

**Для редкометалльных месторождений**, характеризующихся обычно многокомпонентностью, определение ведущих рудных компонентов достаточно затруднительно. Так, грейзеново-жильный редкометалльный рудноформационный тип, представленный в Агадырском ГРР месторождениями Акшатау и Караоба, на первый взгляд, не дает однозначного отнесения их к *флюорит-редкометалльному* типу (например, акшатауские руды традиционно относят к вольфрам-молибденовым). Но открытие флюоритового месторождения Солнечное на фланге рудного поля месторождения Караоба дает основание отнести последнее к фланговому структурно-минерагеническому типу. Этот факт определяет полярный — аксиальный тип рудного поля месторождения Акшатау, т.е., для корректного определения ведущих компонентов акшатауских комплексных руд следует непременно учитывать и *флюорит*. Таким образом, прогнозирование в пределах рудных полей должно быть основано не столько на оценке глубины эрозионного среза, сколько, прежде всего, на определении его *структурно-минерагенического типа* — по внутрiformационным соотношениям ведущих компонентов. В этом свете, программа изучения минерально-геохимической зональности рудных месторождений, а также их *моделирование* должны быть дополнены *задачей определения структурно-минерагенических типов рудных полей*. Следует еще раз подчеркнуть прогнозную функцию систематики рудных полей: при аксиальном типе рудного поля перспективы *комплексного* оруденения ограничиваются *центральной частью*, а при экстремальном, напротив, флангами с акцентом на выявление самостоятельных объектов с монокомпонентным оруденением. Словом, комплексный и монокомпонентный типы оруденения единой рудной формации как *совместные и несовместные однородные события* формируют и соответствующую

щие структурно-минерагенические типы их рудных полей, что и определяет прогнозные свойства последних. Изложенные принципиальные положения СРФА для уровня рудных полей подтверждают и углубляют неписаное правило рудознатцев: *ищи руду около руды*.

**На уровне рудного узла** должны иметь (и имеет) место компенсационные соотношения *сульфидных и оксидных* рудных формаций одной и той же рудогенерации. Иначе говоря, в контурах конкретного рудного узла с высокой вероятностью следует ожидать объекты полярных рудноформационных типов единой рудогенерации, характеризующиеся и полярными структурно-минерагеническими типами своих рудных полей. В этом свете рекомендуется бинарное наименование рудных узлов, используя названия соответствующих объектов, представляющих полярные рудноформационные типы. Например, *Коксу-Текелийский рудный узел* представлен двумя полярными морфогенетическими типами оруденения единой позднегерцинской (!) андезит-гранодиоритовой рудогенерации: колчеданным свинцово-цинковым оруденением (*Текели*) и контактово-метасоматическим магнетит-редкометалльно-полиметаллическим (*Коксу, Сууктубе, Кюелы, Тельманское* и др). Таким же компенсационным соотношением полярных рудноформационных типов характеризуется и *Тышкан-Усекский рудный узел* — на восточном фланге Текели-Усекского рудного района, но с противоположным соотношением структурно-минерагенических типов их рудных полей. Таким образом, **на уровне рудного района** выделенные рудные узлы отличаются полным спектром соотношений и *инверсионной симметрией* структурно-минерагенических типов рудных полей разнотипных месторождений, иллюстрируя, в общих чертах, *зеркально-симметричное* повторение рудноформационных типов, составляющих системно-парагенетическую пару (в приведенном примере — колчеданно-свинцово-цинкового и скарнового магнетит-редкометалльно-полиметаллического оруденения). Подобные соотношения генетической и пространственно-временной симметрий являются проявлением основополагающего *принципа соотношения зеркальной и инверсионной симметрии* в общей теории систем, отражающего каузальные и пространственно-временные внутрисистемные связи и соответствующие законы сохранения.

Системно-рудноформационная интерпретация **Агадырского ГРР** встретит явное непонимание специалистов-отраслевиков, традиционное представление которых об его металлогении основано на абсолютной автономизации генезиса редкометалльного грейзеново-жильного и полиметаллического оруденения замещенного («узынжальского») типа. Тем не менее, матричная систематика рудных формаций иллюстрирует генетическое родство («парагенез») редкометалльного грейзеново-жильного оруденения и свинцово-цинкового оруденения, наложенного на фамен-турнейские карбонатно-терригенные образования, как компенсирующих друг друга оксидных и сульфидных формаций *единой ультраасиальной генерации*. Одним из фактов, эмпирически подтверждающих парагенез этих полярных рудных формаций, является подтвержденный разведочным бурением разрез свинцового месторождения Аксоран, нижние уровни основного рудного тела которого уничтожены интрузией позднегерцинских аляскитовых гранитов. По данным СРФА, месторождение Аксоран в первоизданном виде не уступало по масштабу промышленному месторождению Акжал. Кроме того, строго выдержано соотношение структурно-минерагенических типов рудных полей, представляющих сопряженные рудные узлы района: Акшатауское рудное поле с комплексным флюорит-редкометалльным оруденением — аксиального типа, тогда как его рудноформационный компенсатор — Акжал-Аксоранское рудное поле свинцово-цинкового оруденения — флангового типа (Акжал — существенно цинковое месторождение, Аксоран — существенно свинцовое, причем, в структурном плане эти объекты локализованы в противоположных крыльях Аксоран-Акжалского разлома); в южном сопряженном рудном узле имеют место противоположные соотношения локализации оксидного и сульфидного оруденения — рудное поле месторождений Караоба-Солнечное — флангового типа (в структурном плане — симметричное Аксоран-Акжалскому), а рудное поле его рудно-формационного компенсатора — месторождения Узынжал с комплексными свинцово-цинковыми рудами — аксиального типа. Сопряженные рудные узлы сходятся сульфидными формациями, что при значительных площадных размерах района и составляющих его узлов при относительно слабой экстенсивности оруденения свидетельствует о срав-

нительно большой глубине генерирующего его корового магматического очага.

СРФ-анализ Агадырского ГРР позволяет более корректно расставить акценты при оценке его прогнозных ресурсов и дать более объективную генетическую интерпретацию свинцово-цинкового оруденения. В плане оценки прогнозных ресурсов: наибольший интерес должна представить центральная часть Узунжальского рудного поля — собственно месторождение Узунжал; в первоначальном виде масштаб этого комплексного свинцово-цинкового месторождения вдвое превышал балансовые запасы руды крупного Акжалского месторождения, но, к сожалению, взброшенные блоки его подверглись интенсивной денудации, что несколько снижает его перспективы. Что касается флангов этого продуктивного рудного поля, то ранг монокомпонентных рудных объектов — существенно цинкового на западном фланге (Жундыз) и существенно свинцового — на восточном (Биринши) не должен превышать ранга мелких месторождений. В свою очередь, центральная часть Акжал-Аксоранского рудного поля (р-ние Металлометрическое) также малоперспективна для выявления промышленного комплексного свинцово-цинкового оруденения. В генетическом плане свинцово-цинковое оруденение данного рудного района (вопреки общепринятому мнению) отнюдь не идентифицируется с «атасуйским типом», а представляет сульфидную формацию замещенного типа ультрасиалической рудогенерации, тогда как «атасуйский тип» представляет собой типичный продукт мафической (габбро-диорит-базальтоидной) рудогенерации.

**На уровне региона** («складчатой» области) во временных рамках единого геотектонического мегацикла следует предполагать компенсирующее проявление рудных формаций *мафических и сиалических* рудогенераций. Иными словами, в пределах корректно выделенной геотектонической области, для которой характерен коровый магматизм с узловым распределением разнотипных рудных объектов, предполагается проявление относительно широкого спектра возможных рудно-формационных типов как мафических, так и сиалических рудогенераций, но с определенным характером соотношений масштабов их проявления. Прогнозируемый характер этих соотношений обусловлен **принципом компенсации** симметричных рудно-формационных

уровней, отраженных в матричной классификации рудных формаций (по соотношению *верхних—нижних* и *левых—правых* уровней) с обязательным учетом структурно-минерагенических типов рудных полей. Именно поэтому матричная классификация рудных формаций и служит инструментом эффективного металлогенического прогноза. Более того, — принцип рудноформационной компенсации позволяет не только прогнозировать ранговый масштаб оруденения, но и уточнять интерпретацию спорного генезиса рудных объектов.

*Межрудноформационные связи* проявляются также и на **поясовом уровне**, что позволяет уверенно прогнозировать характер и масштабы поясового оруденения в контурах единой провинции, объединяющей в структурном плане две сопряженные геотектонические области. Так, например, *Иртышский пояс* колчеданно-полиметаллического оруденения рудноалтайского типа, вероятнее всего, компенсируется соответствующим масштабом скарново-магнетитового оруденения Валерьяновской зоны «Тобольского» пояса — при условии твердо установленного их парагенеза как продукта общего **мантийного** источника рудообразования в пределах Тобол-Иртышской провинции Казахской буферной страны.

Таким образом, СРФА предполагает использование матричных классификаций рудных формаций и достоверного геотектонического плана всего региона с учетом результатов анализа его исторического развития. Примеры эффективного применения СРФА приведены в ряде авторских публикаций.

Изложенная схема СРФА горнорудных районов носит феноменологический характер и предполагает наличие исходной информации хотя бы об одном промышленном месторождении района с относительно достоверной интерпретацией его генезиса и геологического строения района в целом. В свою очередь, — *по правилу решения обратной задачи* — достоверная структурно-металлогеническая характеристика района позволит разрешить сомнения и скорректировать неоднозначную интерпретацию фактов по проблемным вопросам геодинамики, тектоники, стратиграфии и магматизма горнорудного района.

В тематической серии наших публикаций представлен широкомасштабный опыт внедрения системной методологии в анализ актуальных проблем геотектоники, геодинамики, магматизма,

металлогении и других природных процессов и событий, а также при решении конкретных задач моделирования для классификационной идентификации реальных и прогноза вероятных рудных объектов. Основанием для этого явилась унифицированная классификационно-системная матрица «Уникласс», разработанная специально для решения прогнозных задач (не только геологических) и апробированная на фундаментальных примерах. Матрица «Уникласс», отражая внутри- и межсистемные связи, а также общий алгоритм существования и функционирования всех фундаментальных Систем — *прямую и обращенную периодичность* внутрисистемных свойств (в сущности, соответствующих *видов физических взаимодействий*), являет собой методологический фундамент системных исследований. В своих

конкретных приложениях матричная систематика представляет геометрическую интерпретацию теории исследуемых реальных и вероятных событий и инструмент для их эффективного ретроспективного анализа и прогноза. Метод матричной систематики (ММС) объединяет все известные методы познания — генетический, кондиционалистский, сравнительно-исторический, рангово-структурно-морфологический, и функциональный — в единый комплекс с учетом последовательности системообразующих факторов-координат, роль которых играют философские категории: *причина—условие, время—пространство, следствие*. В докладах и публикациях дано концептуальное, философско-методологическое и физико-математическое обоснование матрицы «Уникласс».

УДК 622. 1/2

У.С. КАРАБАЛИН<sup>1</sup>, Р.Г. САРМУРЗИНА<sup>2</sup>, Г.П. МЕТАКСА<sup>3</sup>, Г.Ж. МОЛДАБАЕВА<sup>4</sup>

## ПРОЦЕССЫ НАКОПЛЕНИЯ И РАЗРЯДКИ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЛАНДШАФТА В ПРОЦЕССАХ МОНИТОРИНГА ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ

Флюидқұрамды кенорнының мысалында сыртқы әсерлерге деген табиғи ландшафттың тұтас жүйесі туралы баға берудің түрлері қарастырылған. Табиғи жатыс жағдайына әсер ететін реакторлардың физикалық негізделуі берілген.

Рассмотрены виды отклика целостной системы природного ландшафта на внешние воздействия на примере флюидосодержащих месторождений. Дано физическое обоснование существования действующих реакторов в условиях природного залегания.

Types of responses of the comprehensive system of natural landscape to external impacts are considered by the example of fluid-containing fields. Physical substantiation of existence of the operating reactors in the natural bedding conditions is given.

В Казахском институте нефти и газа проводятся работы по повышению коэффициента извлечения при добыче нефти. Разрабатывается новое направление воздействия на пласт, учитывающее особенности природного залегания нефти в зависимости от размеров и формы структурных составляющих ландшафта.

Понятие «ландшафт» подразумевает часть геологической системы, характеризующейся конкретной территорией, обладающей единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатическим единообразным сочетанием гидротермальных условий, почв, биоценоза и закономерным распределением морфологических частей – фаций и урочищ [1,2]. В этой целостной системе можно выделить некоторые пространственные признаки, характерные для части и целого:

- наноструктуры, т.е. элементы структуры размером меньше  $10^{-6}$  м. К ним относятся точечные, линейные и объемные дефекты поликристаллов минерала;

- микроструктуры, т.е. элементы, имеющие размеры меньше, чем  $10^{-3}$  м. Этот размер присущ масштабам поликристаллов, внутри- и межфазовым границам раздела;

- макроструктуры, имеющие размеры меньше 10м, т.е. гранулы, гравеллиты, обломочные фракции минералов;

- целостные системы конкретных ландшафтов, имеющие протяженность километрового диапазона;

- кольцевые структуры космогенного и техногенного происхождения.

Так как любая система существует во взаимосвязи с другими подобными ей системами, формирующими индивидуальный отклик на внешнее воздействие, возникает необходимость определения параметров взаимодействия части и целого в конкретной системе. В качестве временного параметра предложено оценить частоту собственных колебаний элементов структуры ландшафтов, дающих информацию о спектральном составе отклика каждого элемента структуры на внешние воздействия.

Выбор указанных пространственно-временных характеристик обусловлен тем, что в систематизации знаний о строении любого вещества наиболее существенными параметрами являются величина их структурных элементов (пространственная характеристика) и период их колебаний около положения динамического равновесия (временная характеристика).

Затем по уровню значимости следуют пространственно-временные параметры воздействующей среды, так как устойчивость состояния материалов при внешнем воздействии зависит от времени релаксации. Влияние мощности внеш-

<sup>1-4</sup> Казахстан, г. Астана, АО «Казахский Институт нефти и газа».

Таблица 1. Процессы накопления и разрядки напряжений в зависимости от размеров элементов ландшафта и частоты отклика на внешнее воздействие

Размеры элементов ландшафта, м < 10 <sup>-6</sup> (мкм)	Частота, Гц			
	10 <sup>15</sup> – 10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup> – 10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup> – 10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup> – 10 <sup>3</sup>
наноструктуры	Фотосинтез в биологии; ионизация; возрастание концентраций точечных дефектов	Поляризация; кристаллизация ИК-излучение, синтез и деструкция органических соединений	СВЧ-нагрев; смещение линейных дефектов в кристаллах в кристаллах (дислокации)	Стреляние, микротрещинообразование
< 10 <sup>-3</sup> (мм) микроструктуры	Фотоупругость, электронная эмиссия поликристаллов	ИК-нагрев, фазовые превращения I и II рода в поликристаллах	Межфазовые превращения в поликристаллах	Трещинообразование в поликристаллах
< 10 <sup>0</sup> (м) макро-структуры	Теплопреобразование, лазерное, мазерное излучение минералов	Термодинамический нагрев, структурирование	Анизотропия свойств, микросмещение	Дробление, макросмещение
< 10 <sup>3</sup> (км) размер конкретного ландшафта	Формирование микроклимата, изменение альбедо, все виды эмиссии	Внутрифазовая деформация и поляризация (γ- и радиоизлучения)	Межфазовые эффекты (разряды, вихреобразования, аномалии фильтрации)	Тектонические смещения, подземный гул, инфразвуковые волны

него воздействия в большей степени зависит от граничных условий взаимодействия процессов внешнего воздействия и внутреннего отклика на это воздействие.

Физическая обоснованность такого подхода позволила создать матрицу основных процессов накопления и разрядки напряжений в структурных элементах ландшафта от наноразмерного до макро уровня пространственной иерархии. Частотный диапазон выбран с учетом возможностей современных способов мониторинга состояния окружающей среды, т.е. от оптического до звукового диапазона частот.

В таблице 1 представлена разработанная матрица 4x4, охватывающая основные виды отклика ландшафта на внешнее воздействие.

Все процессы, представленные в матрице хорошо изучены в каждой области науки, имеют разработанные и физически обоснованные механизмы взаимодействия с окружающей средой, и свою математическую модель их описания.

Вид равновесия целостного ландшафта может изменяться под влиянием температуры, давления, концентрации, скорости распространения звука, электрических и магнитных полей. Возникает необходимость поиска общей закономер-

ности, которая связывает воедино все возможные равновесия с причинами их обуславливающими. Эту задачу решили в Ленинградском физико-техническом институте [3]. Предложено уравнение, левая часть которого дает представление о концентрации частиц в возбужденном и невозбужденном состояниях, а в правой части уравнения отражены причинные связи, приводящие к новому виду равновесия.

Это соотношение устанавливает связь энергии, необходимой для иного состояния многочастичной системы при изменении доли частиц в возбужденном состоянии от  $\eta_i$ ;  $\eta$  – левая часть уравнения с энергией, затрачиваемой источником при изменении его меры воздействия на систему от  $D_i$  до  $D$  (в качестве  $D$  могут выступать температура, магнитное поле, давление и т.д.).

$$\ln = \frac{\eta}{1-\eta} - \ln \frac{\eta_i}{1-\eta_i} = \varepsilon_i \left( \frac{D-D_i}{D_i} \right)^n, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_i$  – изменяющийся параметр, имеющий значения 1, 10, 100, 1000 в зависимости от вида взаимодействия в системе;  $n = \frac{13}{22}; 1; \dots$  – экспериментально наблюдаемые значения показателя степени.

Приведённые результаты анализа позволяют сделать вывод о применимости этой закономерности для целей оценки состояния ландшафта в ходе техногенного и космогенного воздействия для каждого масштаба рассмотрения. При этом для кольцевых структур следует учитывать эффекты самофокусировки, проявляющие себя специфично для каждого уровня рассмотрения.

Скоростные соотношения в ходе механических и электромагнитных преобразований определяются видом энергии воздействия и интенсивностью. На любой вид воздействия в каждой структурированной системе формируется динамический отклик, зависящий от емкости и формы элементов принимающей это воздействие структуры (масштабный фактор). Самым мощным фактором по силе воздействия является динамический режим, связанный с вращением планеты. Для оценки параметров воздействия и отклика системы воспользуемся соотношением, устанавливающим взаимосвязь пространственно-временных параметров динамического равновесия вещества, находящегося в пределах Солнечной системы, т.е. расширим пределы применимости 3-го закона Кеплера. В соответствии с этим законом можно найти период устойчивого состояния для любого вещества определенных размеров  $R$  и, наоборот, зная период  $T$ , установить его размер.

$$R^3 / T^2 = K m^3 / c^2, (2)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий влияние основных ритмов вращения Земли;  $R$  – радиус;  $T$  – период.

Следует обратить внимания на константу  $K$ , которая для нашей планетной системы имеет размерность объемного ускорения ( $m^3/c^2$ ). Физический смысл объемного ускорения пока не установлен, но его можно отнести к классу равноускоренного движения, в котором величина скорости все время увеличивается пропорционально времени. Квадрат периода в этом случае является степенной зависимостью, функционально связанной с размером и массой тела вращения. В связи с тем, что каждое планетное и межпланетное тело участвует в нескольких видах вращения, динамическое равновесие которых обеспечивается процессами взаимного воздействия и отклика на них – в пространстве между ними должны формироваться стоячие волны. Сущность этих волн состоит в том, что при отражении их от препятствий формируется встречная волна, находящаяся в противофазе по отношению к основной.

Считается, что такой тип волн энергию не переносит, но если ее вывести из равновесия, то последствия могут быть непредсказуемы, особенно если возмущающее воздействие являются поперечным по отношению к основной волне. Отсутствие в науке физических моделей такого взаимодействия обуславливает необходимость постановки экспериментальных задач по выявлению механизмов преобразования, поглощения и отражения этих мощных энергетических потоков.

Особенно это актуально при рассмотрении кольцевых геологических структур космогенного происхождения [2], поперечник которых колеблется от сотен метров до 1,5-2 тысяч километров. В этом случае для взаимодействующей системы уместно рассматривать явления, связанные с проявлением эффекта самофокусировки [4].

Принцип самофокусировки имеет отношение к волновому процессу. Действительно, пусть на поверхность жидкости будет брошен какой-либо предмет. Мы заметим, что в месте падения предмета возникнет всплеск жидкости, а от этого всплеска будет распространяться концентрическая волна. Амплитуда волны будет убывать, по мере ее удаления от центра и одновременно будет увеличиваться ее период. Мы замечаем, что рассеивание колебательного процесса происходит и с уменьшением амплитуды и частоты колебаний. Если рассеивающая волна встретит на своем пути кольцевую отражающую стену, то волна будет бежать к центру. По мере приближения волны к центру период ее будет уменьшаться, а амплитуда увеличиваться. Волновой процесс в этом случае в точности будет совпадать с волновым процессом, который получается при падении предмета на поверхность жидкости.

Данный пример показывает, что колебательное движение поддается концентрации, если возмущающие силы направлены к центру. Такая фокусировка возможна, если колеблющиеся среды будут иметь шаровые неоднородности. Действительно, если возмущение происходит по поверхности шара, то реакция будет иметь максимальное значение в центре шара. Если из шара вырезать небольшой конус и выполнить его гибким, то мы получим хлыст. Поведение хлыста общеизвестно. Оно заключается в концентрации волновой энергии на конце хлыста.

В таких условиях существует вся космическая физика, представленная в виде шаровых тел или шаровых неоднородностей. Гидрогеологическим откликом на такие внешние воздействия

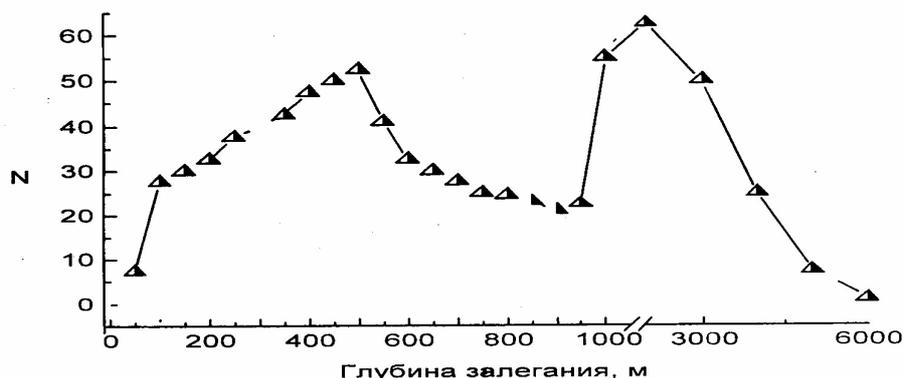


Рис. 1. Гистограмма распределения месторождений нефти Казахстана по глубинам залегания

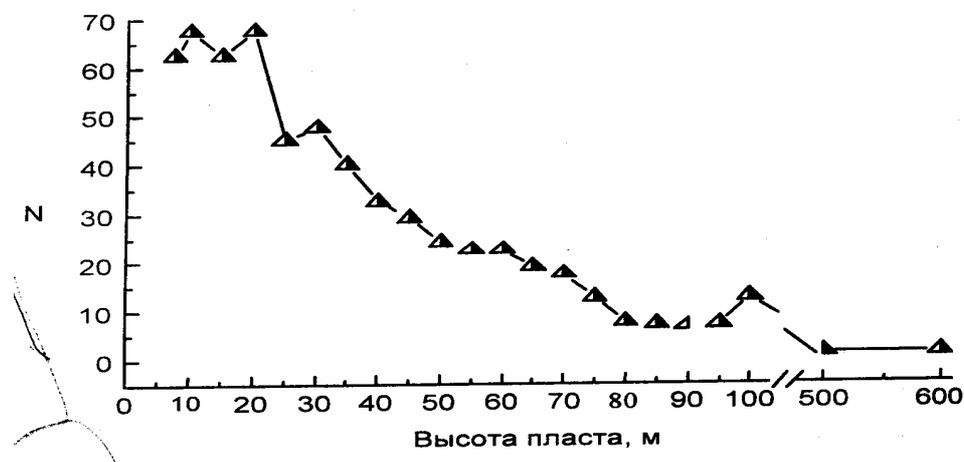


Рис. 2. Гистограмма распределения месторождений нефти по высоте пласта (для Казахстана)

является синтез и концентрирование определенных веществ в узлах и пучностях стоячих волн, появление которых обусловлено формой и размерами неоднородностей ландшафта. Убедительными доказательствами проявлений явлений самофокусировки являются распределение месторождений полезных ископаемых внутри кольцевых структур [2].

При этом могут возникать несколько разновидностей преобразования поступающей внешней энергии. Отсюда следует, что природные и техногенные кольцевые структуры в течение геологического времени являются природными реакторами, в которых в зависимости от условий залегания формируются месторождения разного вида [2].

Взаимосвязь самофокусирующейся волны с волной возбудителя можно выразить в общем виде через объем активной массы. Для случая волны на поверхности жидкости или любой дру-

гой упругой среды эту взаимосвязь выражают через площадь [4]:

$$A_0\Phi_0 = A_1\Phi_1, \quad (3)$$

где  $A_0, A_1$  – соответственно амплитуды возбудителя и интерференционной самофокусирующейся волны;  $\Phi_0$  и  $\Phi_1$  – площади возбудителя, при которых было зафиксировано значение интерференционной волны  $A_1$ .

Самым реальным подтверждением существования эффекта самофокусировки космогенного происхождения являются результаты статистического анализа месторождений Казахстана проанализированные в зависимости от глубины залегания и высоты пласта.

Исходя из данных геологоразведочных работ [5] мы располагаем надежными сведениями о глубинах залегания и мощности нефтяных запасов. На рис. 1 приведена гистограмма распределения месторождений Казахстана по глубине за-

легания. Видно, что на кривой имеются два максимума, характеризующие наибольшее их количество на глубинах около 500 и 1000 - 2000 м. Для таких размеров периоды устойчивого равновесия, определенные по 3 закону Кеплера, имеют продолжительность в пределах тысяч лет. Для этого уровня рассмотрения причины экологического дисбаланса отсутствуют.

Для линзы, высота которой характеризует мощность залежи (рис. 2), размер 5-20 м наиболее часто встречаемый. Период устойчивости здесь определяется десятками ( $h=1$ ) и сотнями лет ( $h=10$  м).

Таким образом, статический анализ показывает, что для Казахстана возникновение кольцевых структур произошло не одновременно, о чем свидетельствует два пика на гистограмме 1, а формирование нефтегазовых месторождений под влиянием воздействия этих кольцевых структур продолжается и в настоящее геологическое время в соответствии с формой гистограммы 2. Установленные факты позволяют рассматривать каждую нефтегазовую линзу как действующий природный реактор, форма которого удовлетворяет условиям самофокусировки.

Представленная в данной работе база логических предположений и экспериментальных физических и геологических подтверждений позволяет сделать следующие выводы:

1. Каждое реальное месторождение полезных ископаемых обладает индивидуальными особен-

ностями процессов накопления и разрядки напряжений, зависящих от размеров и формы элементов ландшафта, а частота отклика на внешние воздействия определяется масштабом элементов структуры от нано до макроуровней рассмотрения.

2. Показано, что явление самофокусировки в кольцевых структурах космогенного и техногенного происхождения играет ведущую роль при распределении месторождений на поверхности планеты.

3. Выявлено, что нефтегазоносные месторождения Казахстана сформированы в два этана геологического времени, а мощность существующих объектов добычи зависит от конкретных условий залегания и отражает возможности работающего природного реактора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Уманец В.Н., Бугаева Г.Г. и др. Оптимизация освоения техногенных минеральных ресурсов и формирования природно-промышленных ландшафтов. Алматы, 2005, с.208.
2. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника, Алмата, 1991, с.120.
3. Смирнов А.П. Общие закономерности развития фазовых переходов //ЛГУ им. Стучки, Рига, 1978. С.3-28.
4. Явление самофокусировки. Открытие №32 ОТ-9845.
5. Месторождения нефти и газа Казахстана / под редакцией Абдуллина А.А. Спр. Мин. прир. ресурсов и охраны ОС, Алматы, 1999, 323 с.

**Институт гидрогеологии  
и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина**

**Результаты работ 2009-2011 гг.**

Вопросам водоснабжения населения и использованию водных ресурсов в Казахстане уделяется серьезное внимание. В настоящее время в стадии реализации находятся ряд государственных программ, вытекающих из «Водной стратегии – Казахстан 2030». Проводимые научные исследования строго согласуются с этими важными документами и направлены на выявление дополнительных источников доброкачественных подземных вод в недрах Республики.

Учитывая изложенное, проектом, принятым Министерством образования и науки РК к финансированию в 2009-2011 годах, предусмотрено решение большого числа сложных задач, связанных с научно обоснованной оценкой ресурсов слабо минерализованных подземных вод, заключенных в недрах на всей территории Республики, и на этой базе создание благоприятных условий для максимального удовлетворения ее потребности в хозяйственно-питьевой воде, достижение коренного улучшения водно-экологической обстановки и обеспечение условий для успешного социально-экономического ее развития.

В период отчетных годов рассмотрены условия распространения и оценка региональных естественных запасов и ресурсов подземных вод гидрогеологических массивов горных и бассейнов равнинных площадей Казахстана. Установлено распределение прогнозных эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод по отдельным гидрогеологическим районам. Оценено состояние обеспеченности прогнозными ресурсами и запасами отдельных областей, крупных городов, промышленных предприятий, а также сельского хозяйства, выделены перспективные площади выявления новых эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных подземных вод, которые в перспективе могут быть направлены на улучшение водообеспеченности Республики.

УДК 556.3(574)

Ж.С. СЫДЫКОВ<sup>1</sup>, А.Г. САТПАЕВ<sup>2</sup>, А. ЕРМЕНБАЙ<sup>3</sup>

## ПОДЗЕМНЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ ВОДЫ — ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЗАХСТАНА

Республика көлемінде қалыптасатын минералдылығы аз жер асты сулары экономикамыздың дамуы және елді-мекенді сумен қамтамасыз ету үшін өте маңызды. Бұл сулардың таралу, жатыс жағдайлары және сапасы мен саны құрамынан әртүрлі болып келеді, сонымен қатар тұздылығының жоғарылығымен сипатталады. Республиканың біраз аймақтарында аумағы мен тереңдігі бойынша әртүрлі таралған минералдылығы аз жер асты сулары қалыптасқан. Аталған жұмыста негізінен еліміздің шаруашылық-ауыз суына жарамды суларды қарастырамыз.

Для развития экономики и удовлетворения потребности населения большое значение имеют слабоминерализованные подземные воды, которые формируются в пределах республики. Эти воды весьма разнообразны по условиям залегания, распространения, качественного и количественного состава, характеризуются большей частью высокой соленостью. Тем не менее на значительной территории республики образуются их маломинерализованные разновидности, которые распределяются неравномерно по площади и глубине. В настоящей работе рассматриваются, главным образом, воды пригодные для хозяйственно-питьевых нужд страны.

For economic development and meet the needs of the population are of great importance brackish underground water, which are formed within the country. These waters are very diverse in terms of abundance, distribution, qualitative and quantitative composition, characterized by mostly high salinity. Yet in large parts of the republic form of Low-mineralized species that are unevenly distributed over the area and with depth. The present paper deals mainly such water suitable for drinking and domestic needs of the country.

Многолетними исследованиями ученых и гидрогеологов производственной гидрогеологической службы Казахстана выявлены большие естественные запасы и ресурсы слабоминерализованных подземных вод. Значительная часть их подтверждена разведочными работами и в разные годы утверждены эксплуатационные запасы соответствующими государственными органами. В настоящее время они используются в нескольких направлениях: а) хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, промышленных, сельскохозяйственных и транспортных объектов; б) производственно-технического водоснабжения промышленных, горнорудных и прочих предприятий; в) орошения земель; г) в качестве бальнеологических (лечебных) источников; д) отчасти для теплоснабжения различных объектов и выработки электроэнергии.

Такой широкий диапазон использования слабоминерализованных подземных вод в разных направлениях экономики и улучшения социаль-

но-бытовых условий населения страны находит объяснение, в том, что они имеют широкое площадное распространение по сравнению с поверхностными водами, большей частью не подвержены резким сезонным, годовым и многолетним колебаниям климата и постоянно восполняются. Они, нередко залегают на значительных глубинах, лучше защищены от различных источников загрязнения и часто находятся вблизи потребителей. Кроме того, они содержат в своем составе немало полезных минеральных и органических элементов, необходимых для организма человека и животных и нормального роста растений. Поэтому слабоминерализованные подземные воды всегда считались и являются лучшими и надежными источниками водоснабжения и разного рода водопотребления даже в тех районах мира и в нашей стране, где имеются поверхностные водоисточники.

Хотя выше перечислены различные направления использования слабоминерализованных

<sup>1,2,3</sup> Казахстан. 050010, Алматы, ул. Ч. Валиханова 94, Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина.

вод (принятые в гидрогеологии) в известной мере условны и в соответствующих условиях могут быть объединены (быть может, за исключением отмеченных в пунктах «г» и «д») под общее наименование — хозяйственные и питьевые; так как слабоминерализованные воды, пригодные, например, для промышленно-технического водоснабжения, тем более для орошения, при их безвредности по степени минерализации и качеству могут быть использованы для питьевого водоснабжения. Некоторые ограничения в этом отношении могут иметь термальные и высокотермальные подземные воды специфического минерального, газового и микрофлорного состава. Поэтому ниже подземные слабоминерализованные воды в целом будут охарактеризованы по двум их основным показателям: А) по степени минерализации (принимая за слабоминерализованную до 5 г/л) и Б) по природной производительности.

#### **А) Классификация по степени минерализации и химическому составу.**

Для оценки подземных вод хозяйственно-питьевого назначения большое значение представляют их минерализация и химический (ионный) состав, которые имеют не только практическую ценность, но и научный закономерный характер. В работе для отмеченной цели приняты слабоминерализованные подземные воды с верхним пределом минерализации до 5 г/л. Верхний граничный предел слабоминерализованных вод с минерализацией до 5 г/л отличается не только сменой их вкусового качества (заметным солоноватым, но не соленым, привкусом), но и химического (ионного) состава. В пределах этого интервала устанавливаются: в анионном составе подземных вод при подавляющем содержании карбонатов и гидрокарбонатов, в условиях низкой минерализации, а при достижении минерализации 5 г/л отмечаются ослабленной темп роста или даже падение содержания сульфатов со сменой их хлоридами, в катионном же составе — заметной сменой роста кальция с натрием. В этих градациях минерализации резко меняется химический состав и соотношения главных ионов — анионов и катионов.

При более детальной градации классификация степени минерализации подземных вод (различия их вкусового ощущения) уступает место химическому (ионному) составу. Так, в составе подземных вод с минерализацией до 0,1 г/л. явно преобладают кремнекислоты над гидрокарбонатами, при минерализации 0,1 — 0,5 г/л преобла-

дают гидрокарбонаты (кальция и отчасти натрия), при минерализации 0,5-1 г/л все еще преобладают гидрокарбонаты, возрастает роль ионов сульфата и хлора [1,8,9,12,14,18,19].

Возвращаясь к классификации слабоминерализованных подземных вод по степени минерализации (табл. 1), отметим, что разными авторами выделены далеко неодинаковые интервалы их внутренних подразделений. В 1968 г. в методических указаниях по составлению гидрогеологических карт масштабов от 1:1 000 000 до 1:100 000, в институте ВСЕГИНГЕО, без особых обоснований рекомендованы следующие градации для подземных вод, залегающих в первых от поверхности земли горизонтах (в г/л): до 0,1; 0,1-0,5; 0,5-1,0; 1-3, 3-5 и 5-10. И.К.Зайцевым, исходя из принципа классификации слабоминерализованных природных вод В.И.Вернадского (1933-1936), несколько раньше (1945), а затем уточнены (1970), в составе пресных (до 1 г/л) и солоноватых (1-10 г/л) приведены укрупненные градации минерализации подземных вод (г/л): менее 0,5; 0,5-1; 1,0-3,0 и 3-10. Еще более крупные градации этих категорий природных вод даны в одной из работ М.Г.Валяшко (1962): пресных — до 1 г/л, солоноватых — 1-35 г/л.

Позже (1970) в составе природных хозяйственно-питьевых вод О.А.Алекиным [1] по сочетанию вкусового качества и минерализации выделены (г/л): хорошие (до 1,0), удовлетворительные (1-2), допустимые (2-2,5) и предельные (2,5-3,0).

Более подробная классификация подземных, в том числе слабоминерализованных, вод до 5 г/л применительно к условиям Казахстана разработана (1974) в работе Ж.С.Сыдыкова и К.М.Давлетгалиевой [18]. В этой работе Ж.С.Сыдыковым в составе вод с минерализацией до 5 г/л выделены (в г/л и г/кг): ультрапресные (до 0,1), пресные (0,1-0,5) и умеренно пресные (0,5-1,0), а также слабосоленоватые (1-3) и умеренно солоноватые (3-5) воды.

В работе, путем использования предложенных разными учеными интервалов градации слабоминерализованных подземных вод (до 5 г/л), применительно к водам хозяйственно-питьевого назначения преимущественно даны следующие их группы: а) питьевые с минерализацией до 1 г/л; б) хозяйственно-бытовые и отчасти допустимо питьевые с минерализацией 1-2 и 1-3 г/л; в) бытовые, отчасти производственно-технические с минерализацией 3-5 г/л.

Таблица 1. Классификации пресных и солоноватых подземных вод по степени минерализации

Воды		г/л	Авторы классификации
Пресные		< 1 1 – 10	В.И.Вернадский (1933-1936)
Солоноватые		< 0,5	И.К.Зайцев (1945,1970)
Пресные		0,5 – 1,0	
Солоноватые		1,0 – 3,0	
		3,0 – 10,0	Методические указания ВСЕГИНГЕО (1968)
Пресные		< 0,1	
		0,1 – 0,5	
Солоноватые		0,5 – 1,0	
		1 – 3	О.А.Алекин (1970)
		3 – 5	
		5 – 10	
Хозяйственно-питьевая вода	хорошая	< 1	
	удовлетворительная	1,0 – 2,0	М.Г.Валяшко (1962)
	допустимая	2,0 – 2,5	
	предельная	2,5 – 3,0	
Пресные		< 1,0	Ж.С.Сыдыков (1974)
Солоноватые		1 – 35	
Пресные	ультрапресные	< 0,1	
	пресные	0,1 – 0,5	
	умеренно пресные	0,5 – 1,0	
Солоноватые	слабосоленые	1,0 – 3,0	
	умеренно солоноватые	3,0 – 5,0	
	сильно солоноватые	5,0 – 10,0	

Следует отметить, что последние две группы подземных вод с минерализацией 1-3 и 3-5 г/л, помимо их непосредственного использования в природном состоянии, представляют собой большой резерв для получения первой группы вод (до 1 г/л) путем опреснения, поскольку они легче и технически экономично могут быть опреснены с применением современных технологий.

*Подземные воды с минерализацией до 1 г/л.*

Основным показателем подземных природных вод пригодных для питьевого водоснабжения при отсутствии вредных компонентов, является их соленость, точнее минерализация, ибо соленость, определяемая соединением хлоридов в природных водах с минерализацией до 1 г/л, обычно имеет небольшую величину, не более 20-25 % от общей суммы в них минеральных и органических компонентов. Подземные воды с такой минерализацией образуются на значительной территории Казахстана. Они формируются прежде всего в пределах горных и возвышенных мелко-сопочных районов, предгорных и межгорных впадин, древних и современных речных долин. Они образуются также в краевых зонах и в верхних горизонтах широких равнинных платформен-

ных областей, где залегают хорошо водопроницаемые пласты и имеются благоприятные условия для интенсивного движения воды в горизонтальных и вертикальных направлениях. В таких условиях они заключены не только в верхних от поверхности земли водоносных горизонтах и комплексах, но и нередко на значительных глубинах.

Говоря о пресных подземных водах, следует заметить, что низкая их минерализация (до 100 мг/л) сильно ухудшает их питьевое качество. Такие ультрапресные воды, как указывает ряд ученых [1,12,18,19 и др.], даже вредны организму человека и животных, понижают осмотическое давление внутри клетки и оказывают некоторые другие отрицательные физиологические воздействия. Правда, они крайне редко развиты в местах постоянного обитания человека. Эти воды в своем первичном залегании образуются в скальных трещинных водоносных породах в наиболее высоких горах Южного и Юго-восточного Казахстана. Затем по мере движения по склонам гор, где люди бывают лишь эпизодически, приобретают заметно повышенную минерализацию (более 0,1-0,2 г/л).

Ультрапресные подземные воды представляют собой мало измененную разновидность атмосферных осадков, сохраняющихся при высокой проницаемости водовмещающих пород, и имеют специфический угле-кремнекислотно-гидрокарбонатный кальциевый (местами магниевый) состав, редко встречающийся в природе. По мере движения вниз по водному потоку в толще скальных метаморфических, дислоцированных эффузивно-осадочных и интрузивных пород они приобретают, характерный для пресных вод более повышенной степени минерализации, гидрокарбонатный кальциевый (реже натриевый и магниевый) состав.

Оценивая пресные подземные воды, предназначенные для питьевых целей, особенно при выборе источника для централизованного водоснабжения, необходимо отметить, что по современным гигиеническим и физиологическим требованиям они должны отвечать еще на ряд других важных требований. Основным документом, регламентирующим качество подземных вод к использованию для питья в условиях централизованного водоснабжения, является ГОСТ 2874 – 82: «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» [7, 13], а также Сан ПиН РК 3.02.002-04 г.

По требованиям, приведенным в названном государственном стандарте, качество питьевой воды, прежде всего, устанавливается физиологическим восприятием человека, отсутствием неприятных запахов, вкусов, а также цвета, определяющего присутствие гуминовых веществ и грубых взвесей железа. В подземных питьевых водах не должны присутствовать ряд тяжелых металлов, содержания которых превышают предельно допустимые концентрации (ПДК, в мг/л): бериллия (не более 0,0002), селена (0,001), свинца (0,03), мышьяка (0,05), молибдена (0,25), алюминия (0,5), стронция (7,0), фтора (в зависимости от климатических поясов не более 0,7-1,5). В них не должны присутствовать микроэлементы с органолептическими и токсикологическими свойствами более (мг/л): марганец (0,1), железо (0,3), медь (1,0), полифосфаты (3,5). Крайне нежелательны повышенные концентрации сульфатов (более 500 мг/л) и хлоридов (более 350 мг/л), общей жесткости (более 7 мг-экв/л). В одном литре питьевой воды предельный уровень радиоактивности (микрокюри): для  $\alpha$  – недостаточно их пригодность не только по степени минерализации,  $\alpha$  – излучателей не более  $1 \cdot 10^{-9}$ , для  $\beta$  –

излучателей не более  $1 \cdot 10^{-8}$ . Концентрация водородного показателя (рН) должна находиться в пределах от 6 до 9,0.

Помимо показателей подземных вод питьевого качества по степени минерализации и химического состава важное значение имеет их микробиологическое состояние [1, 12]. Основную опасность в этом направлении представляет собой наличие в них фекальных отходов и патогенных бактерий, поступающих в питьевые источники с сточными водами. В этих водах не допускается коли-индекс более 3 в литре воды. Для уничтожения патогенных бактерий, оказавшихся в составе питьевых вод централизованного водоснабжения, используется ряд методов хлорирования, озонирования до обеззараживания путем использования ультрафиолетовых лучей или ультразвуков.

Однако, в настоящей работе основное внимание будет уделяться все же к минерализации и химическому составу хозяйственно-питьевых подземных вод.

#### *Подземные воды с минерализацией 1 – 3 г/л.*

Подземные воды такой минерализации в основном пригодны для хозяйственно-бытовых нужд, отчасти при отсутствии более качественных вод и отсутствии в составе вредных компонентов могут быть использованы также для питьевых целей, особенно в пустынных и полупустынных зонах. Такие воды на территории Казахстана залегают как в первых от поверхности земли водоносных горизонтах, так и в более глубоких. В условиях первых они заключены в песчаных образованиях Прикаспийской впадины и Приаральских Каракумов, а также в Прибалхашских, Мойынкумских песчаных массивах и сравнительно небольших массивах Мангистау и Устюрта, в древних и отчасти в современных аллювиальных долинах и в пределах разновысотного мелкосопочника Центрального и Западного Казахстана. Такие воды занимают и водораздельные равнины Торгая, северную и северо-западную части плато Устюрт и Южного Мангистау, южную и центральную части Бозаши, периферийные части горноскладчатых областей Центрального Казахстана и Уралтау-Мугуджар. Во всех этих местах такие воды залегают на глубинах до 20-50 м и образуют горизонты грунтовых, местами слабонапорных вод в толщах четвертичных, неоген-палеогеновых, меловых отложений и трещинных зон палеозойских пород. В Балхаш-Алакольском, Шу-Сарысуском, Урало-Эмбенском

(Подуральском) плато и в Южно-Эмбенском, Северо-и Восточно-Приаральском, Арало-Сырдарьинском бассейнах, на северо-западе Прииртышского, Центрально-Мангистауского районов, а также в центральных частях ряда межгорных впадин, где они развиты в виде напорных вод на глубинах от 75 – 100, редко до 2500 м в палеогеновых и меловых горизонтах, местами под солоноватыми и солеными водами, образуя инверсионную гидрогеохимическую зональность [10, 11, 18, 19].

Подземные воды с минерализацией 1-3 г/л в целом отличаются пестрым химическим составом от гидрокарбонатных до сульфатных, сульфатно-хлоридных вод различного катионного состава. Грунтовые, субнапорные и напорные воды песчаных массивов, альб-сеноманских, отчасти палеогеновых отложений и трещинных вод палеозойских пород с минерализацией до 1,5-2 г/л характеризуются в основном гидрокарбонатным, местами гидрокарбонатно-сульфатным натриевым (в песчаных толщах) и кальциевым (в карбонатных) и отчасти магниевым (ультраосновных породах палеозоя) составом.

Достаточно широкий диапазон минерализации и химического состава рассматриваемой группы подземных вод обуславливает использование их в различных направлениях. При минерализации до 2 г/л эти воды в аридных условиях Средней Азии, Северного, Южного и Юго-западного Казахстана, при отсутствии бактериологических, органических и токсических загрязнений, могут быть широко использованы в качестве вполне удовлетворительного источника питьевого водоснабжения [2, 3, 5, 6, 19].

Подземные воды с минерализацией 1 – 3 г/л вполне пригодны для водопоя скота (для водопоя некоторых животных – овцы и верблюды до 5-8 г/л), а также для оазисного орошения. При использовании подземных вод для поливов, как показали многолетние опыты в некоторых хозяйствах Казахстана и зарубежом, повышается урожайность культурных растений. Однако при этом необходимо учитывать наличие хлоридно-натриевой соли в воде. В этих условиях в виде критерия оценки пригодности воды некоторыми учеными рекомендовано определение в ее составе так называемого ирригационного, или щелочного, коэффициента (коэффициент Стеблера), устанавливаемого по одной из следующих формул ( $K_a$ ):  $K_a = 2040 / Cl$ ;  $K_a = 6620 / (Na + 2.6 Cl)$ ;  $K_a = 662 / (Na - 0,32 Cl - 0,43 SO_4)$ . Принимается,

что качество оросительной воды при  $K_a > 18$  – хорошее, при  $K_a = 18 - 6$  – удовлетворительное, при  $K_a = 9 - 1,2$  – неудовлетворительное и  $K_a < 1,2$  – плохое. Однако, ряд других ученых считает, что к использованию этого коэффициента следует относиться осторожно.

Пригодность отмеченной группы подземных вод для хозяйственно-бытовых и промышленно-технических нужд рассматривается при описании вод с минерализацией 3 – 5 г/л.

*Подземные воды с минерализацией до 3-5 г/л.*

Такие воды в основном используются для хозяйственных нужд. Как показали проведенные гидрогеологические исследования, подземные воды такой минерализации на территории Казахстана занимают значительно меньшую площадь, чем воды с минерализацией до 1 и до 1-3 г/л. Это во многом объясняется резкими качественными переходами до и после интервала минерализации. Некоторые исследователи, в том числе работники центрального института России ВСЕГИНГЕО, за верхний предел слабоминерализованных вод принимают не 5 г/л, а 10 г/л. Однако, помимо резкого изменения вкусового качества, довольно заметное изменение происходит в их составе, как отмечено выше, при переходе величины минерализации после 5 г/л, а не после 10 г/л.

Интервал 3 г/л характеризуется определенными качественными изменениями. В аридных условиях этот интервал, прежде всего, является переходным от типично пресных к типично солоноватым водам с соответствующими характерными химическими макроэлементами. В частности, после интервала 3 г/л прекращается образование чисто гидрокарбонатных кальциевых (отчасти натриевых) вод, начинают доминировать в составе вод сульфатные кальциевые. К тому же в засушливых районах с резко континентальным климатом не только в течение ряда лет, но даже в различные сезоны одного года часто пресные воды переходят в слабосолоноватые с минерализацией до 3 г/л и наоборот. Кроме того, они нередко перемешиваются между собой на небольшом расстоянии, затрудняя заметить их четкие переходы.

Подземные воды с минерализацией 3-5 г/л в зонах слабоминерализованных вод развиты как в первых от поверхности земли, так и в нижележащих водоносных горизонтах. Они преимущественно занимают краевые части платформ и ниже зон распространения грунтовых, субартезианских и артезианских вод с минерализацией

до 3 г/л. Эти воды также отличаются пестротой химического состава. Однако среди них преобладают сульфатные кальциевые и натриевые, реже магниевые воды, образование которых обусловлено с составом водовмещающих пород и обменными процессами. В соленосных структурах Прикаспийской впадины и смежных с ними площадях формируются хлоридные натриевые воды. В рудных (сульфидных) районах в результате углекислого выветривания рудосодержащих водоносных горизонтов нередко образуются сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые (редко магниевые) воды.

Подземные воды с минерализацией 3-5 (местами до 3) г/л могут быть широко использованы для хозяйственно-бытовых, промышленно-технических и строительных нужд, а также для водопоя и орошения, о чем отмечено выше. Для водопоя скота в описываемых пределах минерализации и химического состава воды предъявляется более жесткое требование к температурным условиям. Для этой цели наиболее применима вода с температурой 8-16 °С. Вода с низкой температурой вызывает у животных выкидыши, уменьшает упитанность и продуктивность, а теплая — весьма плохо утоляет их жажду.

Слабо- и умеренно солоноватые воды с минерализацией до 3-5 г/л широко используется в странах СНГ и мира для орошения. При удовлетворительной проницаемости почв, нормальной проточности поливаемой воды в почвенно-грунтовым слое, а также при значительной глубине грунтовых вод такие воды не вызывают особых опасений засоления почв. В таких условиях они даже, имея в своем составе определенные химические элементы, необходимые для питания растений, повышают их урожайность. Вполне применимы для поливов культурных и древесных растений слабоминерализованные сточные воды, очищенные от биогенных элементов с использованием микробиологических методов.

К воде, применяемой в простых бытовых условиях (для полива дорог и тротуаров, чистки оборудования и приборов, мытья почв и т.д.), не предъявляются особые требования, тем более к воде с минерализацией 3-5 г/л.

Что же касается пригодности подземных вод в производственных, технических и транспортных целях (при производстве цемента и бетона) существуют специальные стандарты, различные для разных видов производства и производственных процессов, где особое внимание уделяется к

жесткости воды, которая в общем виде подразделяется на устранимую (или временную) и постоянную. Первая определяется тем количеством кальция и магния, которое выпадает в осадок при кипячении. Количество этих элементов, не выпадающих в осадок при кипячении из-за частичной растворимости карбонатов, составляют постоянную жесткость.

К воде, употребляемой для охлаждения в производственных условиях в силовых установках, предъявляются также строгие требования — помимо низкой температуры она должна иметь невысокую устранимую жесткость (постоянная жесткость не имеет существенного значения).

#### **Б) Классификация подземных вод по производительности**

Для различных категорий хозяйственно-питьевых и бытовых вод предъявляются определенные требования по их производительности. Они могут быть классифицированы по удельной величине подземного стока (в л/с. км<sup>2</sup>) или при понижении уровня воды на один метр при откачках (в л/с. м) преимущественно в следующих пределах: а) до 0,1; б) от 0,1 до 1,0; в) от 1 до 10 и г) свыше 10. Эти величины подземных вод зависят от природных гидрогеологических условий, коллекторских свойств водовмещающих пород и их характера залегания. Эти условия будут отмечены ниже при рассмотрении различных типов гидрогеологических массивов и бассейнов подземных вод. Здесь укажем, что первые две («а» и «б») группы устанавливаются преимущественно в пределах водоносных горизонтов или комплексов, распространенных нередко в ограниченных по площади участках или структурах и массивах трещинных (за исключением карстовых зон) и слабо водопроницаемых песчано-глинистых породах (залегających в основном в первых от поверхности земли), а также в песчаных массивах; последующие две группы устанавливаются главным образом в речных долинах, конусах выноса предгорных шлейфов, межгорных и внутригорных впадин, а также в водонапорных пластах платформенных областей равнинных территорий.

Первые две группы подземных вод по производительности для водоснабжения мелких водопотребителей, в основном, для сельского хозяйства, в том числе на участках отгонного животноводства, одиночных производственных, транспортных пунктах и лечебно-оздоровительных учреждениях. Две последние группы подземных вод могут служить источниками централи-

зованного водоснабжения городов, промышленных центров, горнорудных предприятий и крупных населенных пунктов, а также для орошения земель. Отдельные высокопроизводительные водоисточники, например, на участках одиночных водопотребителей пастбищных территорий могут быть использованы совместно для питья, водопоя и орошения.

*Районы и гидрогеологические условия распространения подземных хозяйственно-питьевых вод*

Как уже отмечено, крайне сложны природные условия Казахстана, весьма разнообразны качественные (минерализация и химический состав) и количественные (расход потока, величины стока и дебиты) показатели подземных вод. При таком разнообразии важное теоретическое и практическое значение приобретает выделение однотипных и сходных территорий по природно-гидрогеологическим условиям, а это может осуществляться путем гидрогеологического районирования.

Гидрогеологическое районирование обширной территории Казахстана, основанное на разных принципах и для различных целей, было выполнено многими исследователями как бывшего Советского Союза, так и нашей страны. По мнению большинства из них в последние десятилетия было установлено, что в сложных природных условиях Казахстана нельзя производить районирование только ее верхней зоны, гидрогеологическая обстановка которой обусловлена, в основном, типами рельефа и ландшафтом земной поверхности, отдельно от нижних зон, разнообразие которых определяется, главным образом, геолого-структурными условиями. Ибо, как отметил еще Ф.П.Саваренский [15], «гидрогеология не может рассматривать подземную гидросферу отдельно для верхней зоны и отдельно для нижней. Воды гидросферы должны составлять одно целое, непрерывно развивающееся во времени». В связи с этим, была несомненно прогрессивна тенденция выделения районов на структурно-геологической основе. При таком районировании охватываются не отдельные водоносные толщи и гидрогеологические зоны, а подземная гидросфера в целом, верхние ее зоны во взаимосвязи с нижними, как это требует представление об единстве подземных и природных вод вообще. Учитываемые при таком районировании современные геоструктуры, отражают всю совокупность и разнообразие новейшей тектоники и через нее геоморфологические и ландшафтные

особенности территории. Поэтому этот принцип фундаментален, позволяет связывать гидрогеологические процессы во времени (прошлые с современными) и в пространстве (нижние части подземной гидросферы с верхними).

Геологические структуры, положенные в основу гидрогеологического районирования, обеспечивают выделяемые районы надежными, длительно существующими естественными структурно-морфологическими контурами, представляя собой основные природные резервуары (емкости) внутриземных вод как в пределах равнинных территорий, так горных и мелкосопочных массивов, выступающих на ту или иную высоту над равнинами. Однако выделенные таким путем районы не имеют еще конкретное гидрогеологическое содержание. Чтобы оно имелось этот важный комплексный емкостный показатель должен быть дополнен в региональном плане, по крайней мере, двумя другими показателями.

В связи с этим отметим, что следующим важным показателем гидрогеологического районирования высшего порядка служит региональная направленность стока подземных вод от основных областей питания (или их водораздельных частей) в сторону их разгрузки, то-есть бассейновый показатель. В условиях равнинных территорий этот показатель в региональном плане может быть однонаправленным, а в горных и мелкосопочных массивах центробежным, направленным от их водораздельных частей к периферийным. Тем самым этот показатель определяет пространственное положение областей питания и разгрузки внутриземных вод, позволяет расчленивать региональные геоструктуры на отдельные крупные бассейны их формирования, движения и преобразования.

Одним из важных показателей районирования служат гидрогеологические разрезы — «вертикальный набор» геологических формаций различного порядка — от наиболее крупных до более мелких единиц, охватывающих различные интервалы глубин земных недр [16,17,20]. Применительно к подземным водам хозяйственно-питьевого назначения объем названного «вертикального набора» геологических формаций ограничивается водоносными образованиями, заключающими верхние грунтовые и нижележащие межпластовые напорные слабоминерализованные (до 5 г/л) воды.

Таким образом, при учете отмеченных трех видов природных показателей обзорного райони-

рования геологические структуры приобретают совершенно новое гидрогеологическое (вернее структурно-гидрогеологическое) содержание. Они характеризуют единство условий залегания, формирования, накопления и преобразования подземных вод в процессе развития подземной гидросферы.

Гидрогеологические районы, характеризующиеся, таким образом, тремя основными показателями земных недр, позволяют выделить два главных типа подземных резервуаров: гидрогеологические массивы и гидрогеологические бассейны. В то время как первые из них служат основными областями интенсивного подземного (и поверхностного) питания и стока, активного водообмена и формирования преимущественно слабоминерализованных подземных вод, вторые (гидрогеологические бассейны) характеризуются сложной гидрогеодинамической, гидрогеохимической и гидрогеотермической зональностью, различной интенсивностью водообмена и другими гидрогеологическими процессами по площади и с глубиной. Поэтому эти гидрогеологические резервуары (массивы и бассейны), дополненные региональной направленностью подземного стока принимаются нами как главные единицы гидрогеологического районирования первого порядка.

Таким образом, гидрогеологическими районами первого порядка являются: А. Гидрогеологические массивы — обширные выступы «гидрогеологического фундамента» на дневную поверхность, то-есть горные и горно-островные мелкосопочные территории, отделяющие в пространстве одни гидрогеологические бассейны от других и являющиеся основными областями питания и создания напора подземных вод в смежных прогибах; Б. Гидрогеологические бассейны — обширные платформенные прогибы, крупные предгорные и межгорные впадины, где поэтажно залегают водовмещающие толщи, в которых происходит движение, пополнение, преобразование и разгрузка подземных вод. На их фоне могут быть выделены гидрогеологические районы (массивы и бассейны) второго порядка.

На территории Казахстана, применительно к условиям формирования и распространения подземных хозяйственно-питьевых вод, выделяются два гидрогеологических района (массива и бассейна) первого порядка и 15 — второго порядка. Первые обозначены буквами а и б, вторые — порядковыми цифрами — от 1 до 7 — 8. В тексте

работы, при необходимости, в каждом из этих районов отмечаются с учетом дополнительных показателей районы более высокого порядка.

I. Гидрогеологические массивы горных и горноостровных мелкосопочных территорий.

1. Алтай-Калбинский массив,
2. Тарбагатай-Саурский массив,
3. Жонгарский массив,
4. Северо-Восточные Тянь — Шаньские массивы,
5. Северо-Западные Тянь — Шаньские массивы,
6. Уралтау-Мугоджарский массив,
7. Район островных горных массивов Центрального Мангистау,
8. Горноостровной мелкосопочный массив Центрального Казахстана.

II. Гидрогеологические бассейны равнинных территорий.

1. Северо-Казахстанский бассейн,
2. Арало-Торгайский бассейн,
3. Северо-Каспийский бассейн,
4. Мангистау-Устюртский бассейн,
5. Шу-Сарысуский бассейн,
6. Южно-Балхашский бассейн,
7. Бассейны межгорных впадин Юго-Восточного Казахстана.

Бассейны межгорных впадин включают четыре бассейна: Копя-Илийский, Кегено-Каркаринско-Текесский, Алакольский и Зайсанский, которые, в отличие от других бассейнов равнинных территорий, не занимают единую общую площадь, а расположены, отделяясь друг от друга отрогами горных массивов, в некотором удалении друг от друга. Однако, все они имеют одинаковое структурное положение и характеризуются сходными гидрогеологическими условиями. Поэтому они включены в один гидрогеологический район, представляя собой каждый из них подрайонами единого района.

Наряду с достаточно крупными межгорными бассейнами выделяются впадины (прогибы) более мелкого масштаба, которые расположены не между отдельными крупными горными массивами, а внутри их — это внутригорные впадины.

Следовательно, гидрогеологическое содержание этих двух структурно-морфологических единиц — межгорных и внутригорных впадин заметно отличается друг от друга. Подземные воды внутригорных впадин формируются в пределах разного рода более или менее малых прогибов и депрессий, образовавшихся в каждом из гидро-

геологических массивов или горно-островных мелкосопочников. Например, Коскудукская, Талдыкорганская, Арасан-Капальская и другие внутригорные впадины формируются в пределах единого Жонгарского гидрогеологического массива. Межгорные же впадины образуются между различными гидрогеологическими массивами. Например, Копа-Илийская или объединенная Кегено-Каркаринско-Текесская межгорные впадины находятся соответственно между горными массивами Жонгарского Алатау на севере и Заилийско-Кетпенскими хребтами на юге, а Кегено-Каркаринско-Текесская – даже между тремя (четырьмя) горными массивами: Кетпенским (и Каратауским) на севере, Кунгей Алатауским и Терской Алатауским хребтами на юго-западе и юге.

При гидрогеологическом районировании в целом принципиальное значение имеет установление границ этих районов. В условиях горных массивов они довольно четко обозначены, проводятся по их природным контурам. Только не совсем четки эти границы между Северо-Восточным Тянь-Шаньским, Жонгарским хребтами и мелкосопочным массивом Центрального Казахстана. Тут следует особо отметить, что, например, на стыке юго-западного окончания Шу-Илийского массива Центрально-Казахстанского мелкосопочника и северо-западного окончания Кендыктас-Заилийского Алатау Тянь-Шаньского массива проходят протяженный тектонический разлом северо-западного простирания, а также долина в верховьях р. Копа того же направления. На стыке северо-восточного окончания названного массива Центрального Казахстана проходит глубинный разлом меридионального направления и почти там же происходит крутой поворот долины р. Копа (Курты). На участках этих стыков подземные потоки направлены в разные стороны. Эти гидрогеологические особенности приграничных территорий определяют контуры между отмеченными гидрогеологическими массивами.

В условиях равнинных территорий установление границ между смежными гидрогеологическими бассейнами, особенно в пределах единой геологической структуры, например, обширной Туранской плиты, представляет определенную трудность. Тем не менее, исходя из отмеченных выше показателей районирования, прежде всего по региональному (в отдельных случаях по четко выраженному местному) направлению подземного стока, эти границы можно проводить до-

вольно уверенно. Например, в условиях структурно единой Туранской плиты, где нами выделены три гидрогеологических района (бассейна), границами между ними служат водораздельные линии разнонаправленных подземных потоков в их толще.

Исходя их такого же принципа, на северо-западе Казахстана, граница Северо-Прикаспийского и Мангистау-Устюртского гидрогеологических бассейнов проведена по водоразделу между нечетко выраженным в этой части территории глубинными северо-западным подземным потоком в пределах Прикаспийской впадины и юго-западным потоком в смежном Мангистау-Устюртском прогибе.

Точно также граница между Североаральско-Торгайским и Северо-Казахстанским гидрогеологическими бассейнами достаточно четко проводится по Костанайской седловине, откуда региональные подземные потоки направлены соответственно на юг и север. Границы же бассейнов второго порядка внутри Северо-Казахстанского района проводятся по водоразделам рек Обоган – Есиль и Есиль – Иртыш, где проходят крупные глубинные тектонические разломы, определяющие особенности гидрогеологических условий территорий между этими водоразделами.

По отмеченным принципам также устанавливаются границы между гидрогеологическими бассейнами Южного Прибалхашья и Алакольской межгорной впадиной. Здесь она проходит по водоразделу подземных потоков северо-западного направления в толще отложений первого бассейна и северо-восточного – второго. Этот водораздел проходит по глубинному разлому в северо-восточной части Жонгарского гидрогеологического массива.

#### *а) Гидрогеологические массивы горных и горно-островных мелкосопочных территорий*

Гидрогеологические массивы занимают в основном восточную половину Казахстана. Здесь они охватывают значительно большую часть территории и занимают различное структурно-морфологическое положение от мелкосопочника и низкогорья – на севере этой территории, до средне- и высокогорья – на юге и юго-востоке. В западной половине Республики горные массивы занимают сугубо подчиненное положение среди равнин на севере – на южном погружении крупной Уральской горной системы и на юго-западе в виде небольших низкогорных островков на фоне возвышенных равнин.

В геолого-структурном отношении скальные, в различной степени дислоцированные, литифицированные и отчасти метаморфизованные породы гидрогеологических массивов на севере (в пределах горно-островных мелкосопочников) слагают типично платформенную (герцинскую) систему, а в самой южной средне- и высокогорной (Тянь-Шаня – Жонгарской и Южно-Тарбагатайско-Саурской и Алтайской) полосе образуют огромную эпиплатформенную зону. Между ними комплекс допалеозойско-палеозойских пород, слагающих низкогорные и отчасти среднегорные массивы, образуют промежуточную зону перехода от эпиплатформенной к платформенной.

Гидрогеологически эти массивы представляют собой главные области питания и ежегодного восполнения естественных ресурсов подземных вод, где формируется более 60 % подземного стока Казахстана, больше половины из которых образуется в пределах средне- и высокогорных массивов. Эти воды в основной своей массе являются пресными и лишь в небольшой части – слабосоленоватыми (1-3 г/л) и вполне удовлетворяют требованиям хозяйственно-питьевого водоснабжения.

*б) Гидрогеологические бассейны равнинных территорий*

Равнинные территории Казахстана в целом занимают немногим более половины его площади (порядка 55%), причем большая часть их находится в западной половине Республики, значительно меньшая – в восточной. Геологически они занимают как область древней (Прикаспийская впадина) платформы, так и молодых (на всей остальной территории) платформ. Они развиты также и в зонах предгорных, межгорных и внутригорных впадин в пределах альпийского эпиплатформенного орогенного пояса (в южной и юго-восточной частях Республики).

Подземные воды различной минерализации распространены почти на всей площади равнинных территорий. Однако слабоминерализованные их разновидности (до 5 г/л) развиты не везде. Тем не менее, такие воды залегают, в отличие от горных и мелкосопочных регионов поэтапно, как в первых от поверхности земли водоносных горизонтах (грунтовые), так и ниже её, на различных глубинах, в межпластовых условиях, имея напорный характер с пьезометрической высотой, вплоть до самоизлива. Общая площадь слабоминерализованных грунтовых вод составляет, не

менее 1 млн. км<sup>2</sup>, а напорных (артезианских) – на значительно меньших площадях.

**Основные задачи исследований** по результатам наших исследований в 2009-2011 гг. впервые самостоятельно рассмотрены природные условия, естественные и региональные запасы и ресурсы слабоминерализованных подземных вод обширной территории Казахстана, их общие эксплуатационные возможности, обоснованы направления их использования для хозяйственных нужд, освещены возможные нарушения экологической обстановки и вопросы ее восстановления и улучшения. Изложенный материал позволяет сделать несколько принципиально важных выводов и предложений по дальнейшим направлениям исследований:

1. В аридных условиях Казахстана речные воды, Иртыша, Или, Сырдарьи и Урала, редкой узкой лентой протекают на юге, юго-востоке и на крайнем северо-западе. В отличие от них слабоминерализованные подземные воды сплошным слоем охватывают в недрах земли значительно больше половины ее площади. Поэтому они доступны населению страны, главным образом, в местах проживания.

2. Подземные воды формировались в длительное геологическое время и распространены в различных ландшафтных – горных, мелкосопочных и равнинных условиях. В их пределах выделяются три структурно-гидрогеологические пояса (регионы) – допалеозойский платформенный (на севере и северо – востоке), палеозойский платформенный (на большей части территории) и постплатформенный альпийский орогенный (главным образом на юго-востоке). Они отличаются друг от друга специфическими гидрогеологическими условиями – разными количественными и качественными показателями подземных вод.

На территории первого пояса в течение длительного геологического времени формировались в основном глубоко метаморфизованные, высокоминерализованные (до крепких рассолов хлоридного натриевого и хлоридного магниевое-кальциевого состава) и слабопроизводительные подземные воды. Лишь на северо-востоке и востоке, вблизи горноскладчатых территорий Уралтау-Мугоджар, в верхней и отчасти в средней частях разреза образовались их слабоминерализованные разновидности. На втором поясе сложные геолого-гидрогеологические факторы, проявившиеся с неодинаковой интенсивностью на разных площадях

и этапах, формировались различные по производительности (от низкой до умеренно высокой) и качественному составу (от пресных до соленых хлоридных натриевых) подземных вод. В третьем структурно-гидрогеологическом поясе, интенсивно проявившегося в основном на юго-востоке (простирающегося далее в том же направлении на территории Центральной Азии) формировались, главным образом, неметаморфизованные высоко- и весьма высоко производительные, в различной степени опресненные (от ультрапресных и пресных до слабосоленых) подземные воды.

3. Несмотря на различные условия и длительность времени формирования на территории Республики образовались в целом весьма большие естественные запасы и ресурсы слабоминерализованных подземных вод. При наших оценках по наиболее приближенным к реальным (а не повсеместно равномерно рассчитанным) расчетам, на всей площади республики естественные запасы их составляют  $4590 \text{ м}^3/\text{с}$  или  $144,6 \text{ км}^3/\text{год}$  при величине естественных ресурсов  $1419 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $44,7 \text{ км}^3$  в год). Их региональные эксплуатационные ресурсы по всей ее территории достигает  $1498 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $47,2 \text{ км}^3/\text{год}$ ). Из них пресные (до  $1 \text{ г/л}$ ) составляющие — около  $1205 \text{ м}^3/\text{с}$ . ( $38,1 \text{ км}^3/\text{год}$ ), или почти 81 % их общей суммы.

Следовательно, общие эксплуатационные ресурсы слабоминерализованных подземных вод и их пресные (до  $1 \text{ г/л}$ ) разности с единицы общей площади распространения таких вод ( $1450 \text{ км}^2$ ) по территории республики в целом составляют соответственно 1,48 (общие) и 0,83 (до  $1 \text{ г/л}$ ) л/с.км<sup>2</sup>.

Оцененные нами региональные эксплуатационные ресурсы (также как естественные запасы и ресурсы) слабоминерализованных подземных вод по площадям выделенных структурно-гидрогеологических поясов распределены крайне неравномерно. Такое сопоставление наглядно отмечается по величине удельных эксплуатационных ресурсов (как слабоминерализованных (до  $5 \text{ г/л}$ ) в целом, так и пресных (до  $1 \text{ г/л}$ ). В пределах первого пояса эта величина составляет соответственно (в л/с.км<sup>2</sup>) 0,58 и 0,36, на территории второго пояса — 0,82 и 0,61 и третьего пояса -1,48 и 1,30.

Приведенные данные, с общегидрогеологической точки зрения, с одной стороны, совершенно ясно свидетельствуют о достоверности выделения отмеченных трех структурно-гидрогеологических поясов. С другой стороны, с точки зре-

ния дальнейшего извлечения и эксплуатации подземных вод в целом, территория третьего пояса, расположенная в пределах молодого постплатформенного альпийского орогена, представляет собой наиболее перспективный регион в Казахстане. Тем более здесь, как отмечено выше, формируется наиболее опресненные и высокопроизводительные воды. На этой территории определено более половины эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных вод от общеказхстанской суммы и 55 % — пресных.

По величине отмеченных показателей на втором месте находится территория второго структурно-гидрогеологического пояса, где общая площадь распространения слабоминерализованных вод охватывает почти 56% от общеказхстанской суммы, а по величине региональных эксплуатационных ресурсов — более 44%. На этой территории наиболее перспективны восточная часть Северо-Казхстанского региона — бассейн Прииртышья, а также Восточно-Аральско — Сырдарьинская и Северо-Аральская части Арало-Торгайского бассейна, где широко развиты высоконапорные пластовые (артезианские) воды.

Наименьшее количество региональных эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных подземных вод определено в пределах первого структурно-гидрогеологического пояса. Здесь удельное значение с единицы площади таких вод составляет  $0,58 \text{ л/с.км}^2$ , в 1,8 раза меньше, чем в третьем поясе и в 1,4 раза меньше, чем во втором. На этой территории наиболее перспективна только восточная часть Северо-Каспийского региона — Подуральское плато.

4. На территории Казахстана выделяется ряд наиболее высокопроизводительных водоносных горизонтов и комплексов с менее минерализованными подземными водами. К ним относятся (сверху вниз по разрезу): а) воды песчаных отложений эоловых массивов Южного Казахстана, отчасти Южного Мангистау и Северного Устюрта, где модули подземного стока преимущественно составляют  $0,1-0,3 \text{ л/с.км}^2$ ; б) аллювиальных, аллювиально—пролювиальных разномерных песчаных четвертичных отложений речных долин и предгорных территорий с модулями подземного стока от 1 до  $14 \text{ л/с.км}^2$ ; в) воды четвертичных грубообломочных отложений предгорных шлейфов хребтов Тянь-Шаня, Жонгарии и Алтая, где модули подземного стока достигают  $20 - 25 \text{ л/с. км}^2$ ; г) воды разномерных песчаных горизонтов верхнего мела Прииртышского и Восточно-

Аральско – Сырдарьинского районов, а также верхне-нижнего мела ( альб-сеноманских отложений) Северного Приаралья, Подуральского плато, Южного Мангистау и отчасти Северного Устюрта. В этих водоносных комплексах среднее значение подземного стока составляет 0,2 – 0,6 л/с.км<sup>2</sup>. Кроме того, к перспективным комплексам относятся локально распространенные водоносные серии складчатых массивов Большого Каратау, Центрального Казахстана, отчасти Жонгары, Алтая-Калбы и Южного Урала, которые имеют умеренно повышенные значения модуля подземного стока. Такие наиболее перспективные водосодержащие горизонты и комплексы развиты, главным образом, в пределах третьего структурно-гидрогеологического пояса, а также на части территории второго пояса и на востоке первого пояса.

Изложенные выше сведения убедительно показывают, что недра страны достаточно богаты ресурсами доброкачественных, на большей части территории повышенных и высокопроизводительных подземных вод, соразмерными с слабоминерализованными поверхностными водами. Их использование уже сейчас позволило полностью или частично решить проблемы водообеспечения многих городов, промышленно-транспортных узлов, основной части сельскохозяйственных объектов, особенно пастбищных территорий. Успехи их освоения в ряде направлений несомненны, а резервы и перспективы расширения использования большие. При таких условиях перед наукой при планировании и проведении исследований в дальнейшем встают следующие задачи, вытекающие из насущных требований реальной жизни, потребности различных отраслей экономики и социальной сферы.

1. Следует продолжить фундаментальные гидрогеологические исследования по выявлению высококачественных слабоминерализованных подземных вод и их новых эксплуатационных ресурсов на:

– вододефицитных и экологически нарушенных районах вблизи бассейнов Арала, Каспия и Тениз-Коргальжинских озер, где к тому же в последние годы появились крупные новые промышленно-городские узлы, происходят большие структурно-экономические перестройки, укрупнение все более новых объектов экономики и социальной сферы, увеличивающих вододефицитность;

– территории Центрального Казахстана, где интенсивно развиваются горно-добывающие и перерабатывающие отрасли промышленности, требующие новых производственно-технических и хозяйственно-питьевых источников водоснабжения;

– в бассейнах Арало-Сырдарьи и Южного Балхаша, которые являются основными районами, помимо традиционно развивающихся направлений сельского хозяйства, дальнейшего развития орошаемого земледелия, в том числе площадей технических культур, требующих все более увеличивающихся объемов водных источников.

2. Особо следует обратить внимание на то, что за последние менее чем 100 лет стоки основных водотоков, особенно на юге и юго-востоке республики (рек Сырдарьи, Или и Иртыша), поступающих с территории соседних стран (Китая и Средней Азии), сократились в среднем за год на 15 – 18 км<sup>3</sup> от того, что в этих странах поверхностные водные источники осваивались в сравнительно небольших и умеренных размерах. Теперь, когда использование их предусматривают увеличить, так или иначе можно ожидать более интенсивное поступление к нам стоков речных вод.

К тому же и внутри нашей Республики объемы использования водных ресурсов рек будут увеличиваться в дальнейшем в результате роста потребления их для производственно-хозяйственных нужд и сохранения созданных в их бассейнах водохранилищ. В виду всего этого будет нанесен немалый ущерб естественному стоку основных рек в отмеченных районах и это окажет большое влияние на состояние ныне созданного Малого Арала и на оз. Балхаш.

Крупным положительным фактором сохранения основных водотоков и водоемов региона служат доброкачественные высокопроизводительные подземные воды отмеченного выше платформенного орогенного структурно-гидрогеологического пояса. В недрах этого пояса определено нами образование больше половины региональных эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных подземных вод, оцененных на всей территории Казахстана. Между тем в данной сводной обобщающей работе по всей площади Республики общее количество подземных вод по части оценки эксплуатационных возможностей, как естественных запасов, так и естественных ресурсов, определено в несколько заниженном

размере. При проведении в перспективе более детальных исследований это количество может быть заметно увеличено, до в 1,3 - 1,5 раза.

В связи с отмеченным положением, нами рекомендуется проведение более детальных гидрогеологических исследований в пределах третьего постплатформенного позднеальпийского орогенного пояса в самые ближайшие годы, не откладывая эти исследования на долгие годы.

3. В состав важных перспективных приоритетных задач (и предложений) в области исследования подземных вод следует включить разработку мер по:

— уменьшению нерационального извлечения и расходования все более нового количества слабоминерализованных их составляющих;

— увеличению КПД их практического использования;

— существенного сокращения бесполезных потерь паводковых, ливневых и талых вод путем обоснования пути их направления на питание и восполнение естественных запасов и ресурсов пластовых вод, особенно в местах их интенсивной эксплуатации;

— локализации и ликвидации зон и источников загрязнения;

— налаживанию, хотя бы в дальней перспективе, реализации мер по воссозданию искусственных ресурсов подземных вод и магазинированию их путем создания подземных водоемов (водохранилищ) как наиболее эффективного способа предохранения подземных вод от загрязнения и сокращения потерь на испарение.

4. За многие годы поверхностные и подземные водные источники специалистами различного направления изучаются без достаточной увязки между собой. В то же время все природные воды Земли едины, подземные и наземные их составляющие взаимосвязаны. Теперь в новых условиях и на новой методологической основе исследования и использования водных ресурсов требуется их совместное изучение и сопоставимая оценка возможностей комплексного освоения, исходя из их экономической выгоды, в зависимости от конкретных целей — водоснабженческих, гидромелиоративных, оздоровительно-бальнеологических, тепло-энергетических, производственно-хозяйственных или иных.

Весь комплекс исследований водных систем, также как и оценка подземных и поверхностных водоисточников, установление их водного баланса любой территории в региональном масштабе должны проводиться совместно, взаимно увязывая, на основе создания современной универсальной сети мониторинга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии Л., 1970.-444с.
2. Артезианский бассейн Южного Казахстана. Алма-Ата, 1958.-124с.
3. Ахмедсафин У.М., Шлыгина В.Ф. Формирование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, 1985.-160 с.
4. Вопросы изучения водных ресурсов Центрального Казахстана. Алма-Ата, 1993.-246с.
5. Гидрогеологические условия Казахстана. Алма-Ата, 1975.-256с.
6. Гидрогеология СССР, т.33. Северный Казахстан. М., 1966.-362с.
7. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. М., 1983.-7с.
8. Зайцев И.К. Гидрогеохимия СССР. Л., 1986.-239 с.
9. Зайцев И.К., Сыдыков Ж.С. Обобщение гидрогеологических материалов и составление гидрохимической карты Казахской ССР масштаба 1:1 000 000. Л., 1970.-246с.
10. Зональность подземных вод Казахстана. Алма-Ата, 1981.-147с.
11. Илийский артезианский бассейн. Алма-Ата, 1980.-148с.
12. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия. Новосибирск, 1982.-287с.
13. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы. М., 1996.-111с.
14. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л., 1975.-208с.
15. Саваренский Ф.П. О принципах гидрогеологического районирования // Советская геология. 1947, №19.-С.19-23.
16. Сыдыков Ж.С. Подземные воды Мугоджар и примугоджарских равнин. Алма-Ата, 1966.-418с.
17. Сыдыков Ж.С. О принципах структурно-гидрогеологического районирования территории Казахстана // Проблемы геологии Западного Казахстана. Алма-Ата, 1971. С. 27-40.
18. Сыдыков Ж.С., Давлетгалиева К.М. Гидрохимические классификации и графики. Алма-Ата, 1970.-138 с.
19. Сыдыков Ж.С., Давлетгалиева К.М. Гидрогеохимия Казахстана. Алма-Ата, 1989.-191с.
20. Сыдыков Ж.С., Шлыгина В.Ф. Подземные воды Казахстана. Структурно-гидрогеологическая основа и систематика. Алматы, 1998.-345с.

УДК 550.837.82

В.Ю. ПАНИЧКИН<sup>1</sup>

## РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В КАЗАХСТАНЕ

Арақашықтықтан зерделеу, геоакпараттық үлгілеу әдістерін және Қазақстанның экологиясы нашар аумақтарының гидрогеологиялық жағдайының үлгілерінде әрдайым қолданылатын жүйені құру және пайдалану кезіндегі мәліметтер базасын кешенді қолданудың теориялық негізі көрсетілген. Бағдарламалық-техникалық құрылғылардың кешені бейімделген.

Разработаны теоретические основы комплексного применения методов дистанционного зондирования, геоинформационного моделирования и баз данных при создании и эксплуатации систем постоянно действующих моделей гидрогеологических условий экологически неблагоприятных регионов Казахстана. Адаптирован комплекс программно-технических средств.

Theoretical bases of complex application of methods of remote sounding, geoinformation modeling and databases have been developed at creation and operation of systems of constantly working models of hydro-geological conditions of ecologically unsuccessful regions of Kazakhstan. The complex of software engineering means is adapted.

Исследования проводились с целью разработки, развития и совершенствования теоретических основ и экспериментального обоснования комплексного применения методов дистанционного зондирования, геоинформационного моделирования и баз данных при создании и эксплуатации систем постоянно действующих моделей гидрогеологических условий экологически неблагоприятных регионов Казахстана.

В настоящее время не всегда продуманное интенсивное хозяйственное освоение территорий приводит к значительному ухудшению экологической ситуации. Особенно страдают жизненно важные и наиболее уязвимые водные ресурсы, что ведет к их истощению и загрязнению. Техногенные факторы, влияющие на количество и качество подземных вод, по своей значимости становятся соизмеримыми с естественными, а зачастую и превосходят их. В районах с интенсивной хозяйственной деятельностью гидрогеологи все чаще сталкиваются с природно-техногенными системами, для которых характерна значительная динамика антропогенных нагрузок,

изменчивость и противоречивость целей исследований и использования.

Для таких районов принятие обоснованных решений по управлению и рациональному использованию ресурсов подземных вод, защите их от истощения и загрязнения возможно только на основе создания и использования автоматизированных постоянно действующих математических моделей гидрогеологических условий (ПДМ). Под ПДМ понимают систему динамических моделей процессов движения поверхностных и подземных вод отдельного водохозяйственного региона различного уровня детальности с единым информационным, программным, техническим, организационным обеспечением, действующую в режиме прямой и обратной связи с объектом исследования.

Главное отличие постоянно действующих моделей от разовых заключается в том, что они ориентированы на долговременное использование. Для эффективной эксплуатации модели необходимо организовать регулярный сбор, обработку и хранение оперативной информации о

<sup>1</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Ч. Валиханова, 94. Институт гидрогеологии и геоэкологии У.М. Ахмедсафина.

состоянии исследуемого объекта, протекающих на нем процессах, а также процессов взаимодействия его с окружающей средой.

Реализация постоянно действующих моделей и их эксплуатация возможны при условии использования новейших информационных технологий. Базы данных, геоинформационные системы, системы математического моделирования должны составлять основу таких моделей. Их успешное функционирование невозможно также без применения методов дистанционного зондирования, современных средств передачи и обработки данных, систем глобального позиционирования и т.п.

Основной целью создания ПДМ является повышение обоснованности решений по планированию и организации поисково-разведочных и оценочных работ на подземные воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения, по управлению режимом эксплуатации действующих и проектируемых водозаборов на подземные воды и сохранению и рациональному использованию высококачественных подземных вод в условиях возрастающих техногенных нагрузок.

Практическими задачами, решаемыми с использованием систем ПДМ, являются: обеспечение оперативными прогнозами и рекомендациями по рациональному использованию и охране геологической среды органов управления народным хозяйством; оценка эксплуатационных запасов подземных вод; охрана подземных вод и прогноз изменения их качества; управление эксплуатационным режимом подземных вод на территории региона и отдельных районов; прогноз изменения условий водообмена поверхностных и подземных вод и водного баланса территории.

Эти задачи связаны с использованием гидролитосферы, ее охраной, либо защитой инженерных сооружений и объектов окружающей среды (поверхностной гидросферы, биосферы) от вредного воздействия гидролитосферы. Их главная отличительная особенность – периодичность решения на одном и том же объекте. Формально все гидрогеологические задачи могут быть сведены к определению тех или иных свойств гидрогеологического объекта, характеристик протекающих в нем процессов геофильтрации и взаимодействия с окружающей средой. Модели процессов геофильтрации отражают законы, которыми они описываются. Модели области геофильтрации отображают изменение в простран-

стве и времени свойств фильтрационной среды и фильтрующегося флюида. Наиболее наглядно это можно сделать с помощью графических моделей. Они являются одним из основных видов моделей, используемых в гидрогеологических исследованиях.

Постоянно действующая гидрогеологическая модель должна имитировать процессы геофильтрации, протекающие внутри исследуемого гидрогеологического объекта, а также процессы взаимодействия его с окружающей средой – техносферой, атмосферой, поверхностной гидросферой, биосферой. Разрабатываемые инструментальные средства должны обеспечивать создание и функционирование моделей. Требования к функционированию заключаются в максимально полной автоматизации процедуры создания математической модели, ее калибровки, организации сбора оперативной информации и ее обработки, периодического уточнения модели в процессе ее эксплуатации, возможности регулярного решения содержательных гидрогеологических задач.

Основные концепции применения современных информационных технологий при создании систем постоянно действующих моделей гидрогеологических условий формулируются следующим образом:

1. Цель применения современных информационных технологий заключается в автоматизации процесса создания и эксплуатации ПДМ, снижении трудоемкости и стоимости исследований, повышении достоверности получаемых результатов;

2. Постоянно действующие модели ориентированы на долговременное использование. Это предполагает многократный, многовариантный комплексный анализ огромных массивов меняющихся во времени данных. Для их хранения, обработки и анализа должны быть использованы специальным образом организованные базы графических и семантических данных, которые должны регулярно пополняться оперативными сведениями;

3. Для отслеживания в динамике изменений, происходящих на гидрогеологическом объекте под воздействием внешних факторов, целесообразно использовать методы дистанционного зондирования;

4. Определение координат естественных и искусственных объектов при создании и эксплуатации ПДМ должно осуществляться с ис-

пользованием систем глобального позиционирования;

5. При регистрации состояния моделируемого объекта возможно использование электронных датчиков. Передача оперативных данных может осуществляться по INTERNET.

При организации эксплуатации систем ПДМ следует руководствоваться принципами, регулирующими взаимодействие с заинтересованными структурами, регламентирующими получение информации о моделируемом гидрогеологическом объекте и ее обработку, определяющими совершенствование модели, а также развитие технологии и инструментальных средств моделирования.

Наиболее эффективным является создание ПДМ для районов, испытывающих интенсивное техногенное воздействие — крупных эксплуатирующихся месторождений подземных вод, орошаемых массивов, крупных мегаполисов, водохозяйственных районов и т.п. Целесообразна также организация ПДМ в районах расположения отдельных предприятий, представляющих повышенную угрозу для окружающей среды — горнодобывающих, нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих комплексов, нефтебаз и нефтехранилищ, заводов, использующих в технологических процессах токсические вещества, например радиоактивные элементы, ртуть, мышьяк, кадмий, селен, нефтепродукты, пестициды и гербициды и т.п.

Постоянно действующая модель того или иного гидрогеологического объекта создается и эксплуатируется организацией-разработчиком по заказу государственного или частного предприятия. Организация-заказчик определяет объект исследований, цели создания модели, задачи, периодичность их решения, требования к форме представления результатов.

Периодичность решения задач обязательно должна быть увязана с периодичностью получения оперативной информации о моделируемом объекте и периодичностью калибровки модели. Большие промежутки времени между калибровками ПДМ могут привести к утрате актуальности модели и к снижению точности получаемых результатов. Ориентировочно периодичность решения задач на модели составляет 1-2 раза в год. В случае необходимости частого решения типовых задач возможна и целесообразна более полная автоматизация получения, передачи и первичной обработки оперативных данных.

Основными компонентами программного комплекса, обеспечивающего создание и функционирование ПДМ, являются системы управления базами данных, геоинформационные системы, системы математического моделирования, а также средства, обеспечивающие обмен данными между ними. Совершенствование их функциональных характеристик может происходить путем перехода на более поздние версии программных продуктов, предлагаемые их разработчиками, а также путем написания дополнительных модулей к имеющимся программам. Последний вариант позволяет более полно учесть специфические особенности решаемых с помощью ПДМ задач, но требует существенно более высокой квалификации от эксплуатирующего ее персонала.

Основными составляющими постоянно действующей модели гидрогеологического объекта являются математическая и геоинформационная модели. Геоинформационными моделями называют комплексные автоматизированные модели, включающие систему различных разномасштабных геоизображений и связанных с ними структурированных и неструктурированных описаний гидрогеологических систем и их свойств. Для создания геоинформационных моделей необходимо с каждым введенным графическим объектом связать структурированные числовые и символьные данные.

При создании и уточнении геоинформационных моделей выполняется процедура дешифрирования космо- и (или) аэрофотоснимков. Дешифрированием снимков называется процесс выявления, распознавания и определения изображенных на них характерных объектов. При дешифрировании используются снимки разного масштаба, спектрального ряда, выполненные на разные моменты времени. Дешифрирование производится по прямым и косвенным признакам. При создании и эксплуатации ПДМ целесообразно методами дистанционного зондирования решать задачи, например, уточнения (картирования) областей питания и разгрузки подземных вод, оценки динамики засоления грунтов зоны аэрации, уточнения схемы размещения сельхозкультур и состояния коллекторно-дренажной сети на орошаемых землях и т.д.

Методика создания модели во многом определяется целью проводимых исследований. В общих чертах она заключается в математической постановке задачи, схематизации гидрогеологи-

ческих условий, выборе программных средств и реализации модели.

Возможность различных трактовок исходной гидрогеологической информации, погрешности интерполяции параметров на всю моделируемую область, отсутствие некоторых сведений об исследуемом объекте допускают неоднозначность в построении модели. Для доказательства адекватности модели существующим природным условиям выполняется ее калибровка, которая заключается в решении серии обратных задач (стационарной и нестационарной, или эпигнозной).

На основе анализа целей создания ПДМ, решаемых с ее помощью задач и возможностей программных средств можно заключить, что программный комплекс должен включать в себя средства: ввода, хранения и обработки семантических данных (FoxPro); ввода, хранения и обработки графических данных (ArcGIS, MapInfo); создания геоинформационных моделей и решения задач пространственно анализа данных (ArcGIS, MapInfo); создания математических моделей и решения задач моделирования (GMS); обмена данными между основными компонентами программного комплекса. Кроме того, он должен включать пакет программ обработки данных дистанционного зондирования (ERDAS Imagine).

Предложенные теоретические, методические и программные разработки апробировались в процессе уточнения гидрогеологических условий Павлодарского промышленного района с применением методов дистанционного зондирования; организации постоянной эксплуатации модели гидрогеологических условий Павлодарского промышленного района; исследования изменений гидрогеолого-мелиоративных условий в районе Акдалинского массива орошения Или-Балхашского бассейна с применениями методов дистанционного зондирования; организации постоянной эксплуатации модели гидрогеолого-мелиоративных условий Акдалинского массива орошения.

Павлодарский промышленный район расположен на правом берегу р.Иртыш. Исследуемая территория расположена в южной части Западно-Сибирской плиты и является средней частью Иртышского артезианского бассейна. Здесь в мезо-кайнозойских отложениях и породах погребенного фундамента распространен целый ряд водоносных горизонтов и комплексов, основными из которых являются выдержанные по простиранью и разделенные водоупорными толща-

ми глин водоносные горизонты мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возраста. Первым от поверхности выдержанным водоупором, распространенным на описываемом участке повсеместно, являются глины калкаманской свиты. Предполагается, что на изучаемой территории существенное перетекание через этот водоупор, способное повлиять на результаты моделирования отсутствует.

Непосредственно на участке работ функционирует ряд предприятий, оказывающих крайне негативное влияние на состояние окружающей среды. ПО «Химпром» производило хлор и каустическую соду методом электролиза с ртутным катодом. В результате многочисленных аварий под цехом №31 Павлодарского химзавода скопилось около 1000 т ртути.

В настоящее время техногенные факторы (накопители, золоотвал и оросительная система) являются доминирующими и во многом определяют режим подземных вод на изучаемой территории. Мощный поток подземных вод, формирующийся в районе золоотвала в результате фильтрационных потерь через его дно технических вод, проходит через территорию химического завода, загрязняется ртутью и переносит ее преимущественно в северо-северо-западном направлении.

В 2002-2004 гг. вокруг основных ртутных очагов была построена противофильтрационная завеса из бентонитовой глины по типу “стена в грунте”, врезающаяся в водоупор на глубине 15-20 м. Все загрязненные ртутью здания и подземные коммуникации демонтированы, уложены в могильник и залиты цементным раствором.

В результате проведенных ранее исследований можно сделать вывод, что если даже “стена в грунте”, построенная вокруг основных источников окажется полностью герметичной, ореол ртутного загрязнения подземных вод сохранится в течение 30 лет, хотя и уменьшится к концу прогнозного периода. Сохраняется риск попадания ртути в подземные воды из мелких источников. Существует вероятность того, что отдельные участки “стены в грунте” могут оказаться недостаточно герметичными. Косвенным подтверждением этого является синхронное изменение уровня подземных вод в пространстве, ограниченном “стеной в грунте” и в водоносном горизонте за ее пределами, зарегистрированное по режимным скважинам. Есть вероятность опасного изменения направления перемещения ореола ртутного

загрязнения подземных вод под воздействием техногенных факторов.

На исследуемой территории в настоящее время антропогенное воздействие в значительной мере определяет гидрогеологические условия. Созданная ПДМ позволяет оперативно отслеживать изменение гидрогеологических условий, прогнозировать дальнейшее распространение ореола ртутного загрязнения подземных вод, оценивать эффективность проводимых мероприятий по демеркуризации.

В процессе создания и эксплуатации ПДМ для районов с интенсивной техногенной деятельностью возникает необходимость составления и периодического уточнения карты областей питания и разгрузки подземных вод. В качестве исходных данных для решения этой задачи использовались ландшафтно-индикационная карта, карты гидроизогипс, карты глубин залегания уровней грунтовых вод, результаты режимных наблюдений, космоснимки со спутника SPOT, результаты полевых маршрутных исследований.

На исследуемой территории имеются площадные и линейные области питания и разгрузки грунтовых вод. Питание подземных вод в значительной степени осуществляется за счет потерь технических вод из многочисленных коммуникаций, накопителей сточных вод, а также за счет инфильтрации технических вод через дно золотвала городской ТЭЦ. Разгрузка подземных вод осуществляется в многочисленные озерные котловины, дренажные каналы, путем испарения, а также оттока по внешним границам исследуемой области.

Как правило, площадным областям питания и разгрузки соответствуют небольшие глубины залегания уровней грунтовых вод. На космоснимках такие области выделяются по более темному фототону. Повышение уровней привело к заболачиванию на отдельных участках, которые также хорошо различимы на снимках. В процессе дешифрирования космоснимков выявляются новые участки техногенного питания подземных вод, а также их разгрузки. На основе данных дистанционного зондирования корректируется карта областей питания и разгрузки подземных вод. Для этого с помощью ArcGIS космоснимки совмещаются с гидрогеологической картой, ландшафтно-индикационной картой, картой гидроизогипс, глубин залегания УГВ.

Созданная постоянно действующая модель гидрогеологических условий северной части Пав-

лодарского промышленного района состоит из региональной модели и модели-врезки и предназначена для оперативного и долговременного прогнозирования изменения гидрогеологических условий под воздействием техногенных факторов. Предусматривается периодическое решение прогнозных задач изменения положения уровня поверхности грунтовых вод, глубин их залегания, концентрации ртути в подземных водах. Для организации постоянной эксплуатации модели были созданы базы семантических и графических данных.

Акдалинский массив орошения расположен в юго-восточной части Южно-Прибалхашской впадины, в низовьях р. Или. На данной территории выделяются безнапорные воды современных аллювиальных и среднечетвертичных озерно-аллювиальных и напорные воды нижнечетвертичных, неогеновых и палеогеновых образований. Эоловые отложения, слагающие значительную часть поверхности района, являются водопроницаемыми, однако практически безводными.

Земли Акдала-Баканасской дельты еще с древних времен использовались для возделывания различных сельскохозяйственных культур. В 1967 году Тасмурунский участок был переустроен под рисовую систему инженерного типа и с этого времени началось планомерное освоение и строительство ирригационной сети на Акдала-Баканасской дельте.

Засоление почв под воздействием орошения происходит не только на полях массива, но и на прилегающих к нему территориях. Для оценки динамики засоления почв на прилегающих к массиву территориях были использованы данные дистанционного зондирования и результаты наземных маршрутных исследований.

При засолении почв на поверхности появляется солевой налет, который виден на космоснимках. В сухом состоянии засоленные почвы светлее незасоленных. Имея снимки на разные моменты времени можно по изменению площади светлых участков на снимках судить об изменении площади засоленных грунтов. Для выделения и оценки площадей засоленных почв по космоснимкам был применен метод классификации, реализованный с помощью программы ERDAS Imagine. Использовались космоснимки со спутника LANDSAT на 1990 и 2010 годы. Экспертным путем была выбрана область обработки площадью 151238 га (часть космоснимка, в пределах которой выполнялся анализ) и клас-

сы, на которые она делилась. С целью выбора эталона для каждого класса были проведены наземные маршрутные исследования и фотографирование наиболее характерных участков области обработки. После этого была проведена повторная классификация и окончательный анализ.

Картографическое представление результатов классификации позволяет дать только их качественную оценку. Для количественной оценки используется специальная процедура ERDAS, позволяющая рассчитывать площади, занятые каждым из выделенных классов. Результаты представляются в табличной форме, а также в виде диаграмм.

По результатам классификации площадь солончаков в пределах выделенной области увеличилась с 1990 по 2010 гг. на 6%. Солончаки заместили области, ранее занятые преимущественно такырами, площадь которых уменьшилась примерно на 5%. Таким образом, на массиве сохраняются риски засоления земель. Орошение продолжает оказывать негативное влияние на окружающую среду, в том числе на состояние земель вблизи массива.

Постоянно действующая математическая модель гидрогеолого-мелиоративных условий Акдалинского массива орошения создавалась с целью контроля и управления геосистемой, испытывающей постоянное влияние техногенных нагрузок, главным образом орошения. Она включает модели двух отдельных частей массива (Бакбактинской и Баканасской) и модель-врезку участка, соответствующего рисовому чеку. При ее создании формировались базы семантических и графических данных. В процессе эксплуатации модели выполняется оперативное и долгосрочное прогнозирование изменения гидрогеологических условий под воздействием орошения. По резуль-

татам моделирования даются рекомендации по оптимизации использования земельных и водных ресурсов.

В процессе эксплуатации постоянно действующей модели гидрогеолого-мелиоративных условий Акдалинского массива орошения периодически, 1 раз в год, выполняется ее калибровка. Она включает в себя редактирование карты площадного питания и схемы постановки задачи. Для этого необходимо знать планируемую схему расположения сельхозкультур на текущий год. На ее основе редактируются соответствующие покрытия математической модели.

Уточнение схемы выполняется путем совмещения растрового изображения космоснимка с векторным файлом, содержащим соответствующие сельскохозяйственным полям полигоны. В процессе анализа космоснимка используется метод гибридной классификации, реализуемый с помощью программы ERDAS Imagine.

В результате апробации была подтверждена правильность разработанных теоретических концепций, продемонстрирована высокая эффективность разработанных и адаптированных программных средств, методики и технологии автоматизированного формирования и эксплуатации постоянно действующих моделей гидрогеологических объектов.

По результатам выполненных исследований сотрудниками лаборатории моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов опубликовано 18 работ. Они приняли участие в работе 8 Международных конференций и Международном Проекте "Совершенствование национальной информационной сети по водным проблемам Казахстана" по программе участия на 2010-2011 гг., финансируемый ЮНЕСКО (<http://www.water.unesco.kz>).

УДК 556.3.06

В.И. ПОРЯДИН<sup>1</sup>, М.М. БУРАКОВ<sup>2</sup>, Л.М. ПАВЛИЧЕНКО<sup>3</sup>

## РАЗВИТИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ, ПРОГНОЗА И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Зерттеудің жана әдістерінің дамуы негізінде су қорларын қорғау және қолдану тиімділігі, Қазақстанның ұлттық қауіпсіздігі мен әлеуметтік-экономикалық дамуын қамтамасыз ететін техногенді гидрогеологиялық үрдістерімен басқару және болжау өмірлік маңызды мәселе болып саналады.

Эффективность использования и охраны водных ресурсов на основе развития новых методов изучения, прогноза и управления техногенными гидрогеологическими процессами становятся жизненно важными проблемами, обеспечивающими устойчивое социально-экономическое развитие и национальную безопасность Казахстана.

Efficiency of use and protection of water resources on the basis of development of new methods of studying, the prediction and management of technogenic hydro-geological processes become the vital problems providing steady social and economic development and national safety of Kazakhstan.

Водные ресурсы, являясь основой функционирования экосистем, жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека в последние десятилетия XX-го столетия и начале нынешнего, XXI в., подвергаются невиданному ранее техногенному прессингу.

Этому во многом способствует интенсификация использования природных ресурсов Казахстана, приводящая к прогрессирующему техногенному изменению гидрологических и гидрогеологических условий, нарушению и перестройке взаимосвязи поверхностных и подземных вод, их водно-солевого режима и, в конечном итоге, их загрязнению и истощению, сопровождающемуся ухудшением экологической, санитарной и социально-экономической обстановки и качества жизни. Важнейшим негативным фактором водообеспечения Казахстана речным стоком становится трансграничный характер формирования стока, в связи с чем, ряд сопредельных государств нарушают международные обязательства по водodelению, изымая значительные ресурсы речного стока для своих нужд (Китай и др.), причем эта тенденция приобретает нарастающий характер по ряду причин: глобального потепления, роста населения и урбанизации и др.

Современная экологическая ситуация в Казахстане также нестабильна: экологический кри-

зис в Приаралье, крайне неблагоприятная ситуация в бассейнах рр. Илека, Иртыша, Нуры, в Прикаспии, в горнопромышленных и др. районах, становятся причиной ухудшения качества жизни и здоровья населения Республики.

Выявленные участки загрязняющих веществ характеризуются следующими классами опасности загрязнения подземных вод: чрезвычайно-опасный – ртуть, бериллий; высоко-опасный – свинец, кадмий, алюминий, кремний, кобальт, мышьяк, бензол, цианиды, нитриты; опасный – нитраты, аммиак, железо, марганец, никель, хром, цинк, медь, метан, ванадий, фосфаты, ацетон, хлорбензол, нитробензол, спав и др.; умеренно-опасный – хлориды, сульфаты, фенолы, нефтепродукты, толуол, пестициды, бром, фтор, бор, окисляемость.

В целом, по Казахстану отмечается также площадное загрязнение подземных вод нефтепродуктами на территориях практически всех нефтегазодобывающих комплексов. Основные ореолы техногенного радиоактивного загрязнения подземных вод отмечаются на Семипалатинском ядерном полигоне и в зоне его влияния, в местах проведения мирных ядерных взрывов (в том числе так называемый "Азгирский след" в Северном Прикаспии), на участках захоронения и складирования радиоактивных отходов (особенно на

<sup>1</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Ч. Валиханова, 94. Институт гидрогеологии и геоэкологии У.М. Ахмедсафина.

территориях Кокшетауского, Кенгир-Акбакайского и Чиганак-Аксуекского горнодобывающих комплексов), в районах разрабатываемых урановых месторождений, особенно методом подземного выщелачивания (на территории Шу-Сарысусского горнодобывающего комплекса - разрабатываемые месторождения урана Уванас, Канжуган, Мынкудук и Моинкум). Большая часть очагов загрязнения формируется в промышленных районах - 181, сельскохозяйственных объектах - 47, коммунальных объектах - 26, различных объектах - 8.

Наиболее крупные очаги загрязнения наблюдаются вблизи предприятий, сбрасывающих промышленные отходы и сточные воды на земную поверхность или в речную сеть без предварительной их очистки. К таким объектам относится большинство горнодобывающих предприятий, отдельные промышленные предприятия и городские агломерации с ненадежной системой очистки промышленных и бытовых стоков или без нее. Вблизи таких загрязнителей наблюдаются крупные ореолы загрязнения подземных вод, приводящих к выходу из строя целых водозаборов подземных вод или их участков. Примером могут служить некоторые водозаборы хозяйственно-питьевого назначения городов Актобе, Темиртау, Караганды, Шемонаихи, Лениногорска и др. Наибольшее воздействие на подземные воды оказывают горнорудные и промышленные предприятия Карагандинской, Восточно-Казахстанской и Актюбинской областей.

Наряду с крупными загрязнителями отмечается широкая сеть мелких предприятий, преимущественно сельскохозяйственного направления (фермы крупного рогатого скота, свинофермы, птицефабрики) и предприятий легкой промышленности, перерабатывающих сельскохозяйственные продукты (мясокомбинаты, молокозаводы, маслобойни и пр.). Здесь масштабы загрязнения подземных вод сравнительно небольшие, но, тем не менее, они приводят к ухудшению качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения сравнительно небольших потребителей, таких, как районные центры, хозяйственные центры, рабочие поселки и пр.

В этой связи повышение эффективности использования и охраны водных ресурсов на основе развития новых методов изучения, прогноза и управления техногенными гидрогеологичес-

кими процессами становятся жизненно важными проблемами, обеспечивающими устойчивое социально-экономическое развитие и национальную безопасность Казахстана.

В этой связи важнейшим принципом гидрогеоэкологических исследований и использования водных ресурсов недр в новом тысячелетии должны стать разработки научно-методических основ (методологии) и технологий принципиально нового подхода в хозяйственной деятельности - экосистемного водопользования, способного обеспечить устойчивое социально-экономическое развитие и экологическую безопасность Казахстана.

Суть экосистемного подхода в том, что все принимаемые решения должны учитывать совместимость водохозяйственных, инженерных, социальных и экономических мероприятий с естественным функционированием природных экосистем, вписываться в них.

Отсюда вытекают основополагающие принципы экосистемного подхода к водохозяйственной деятельности:

любая территория Казахстана должна рассматриваться в качестве целостной природной системы, в отношении которой осуществляется комплексная на основе экосистемного подхода водохозяйственная деятельность;

оценки состояния экосистем территории должны основываться на критериях качества и количества водных ресурсов;

целью политики экосистемного водопользования должно быть восстановление водных систем до уровня естественного или близкого к нему первоначального природного состояния;

для обеспечения эффективности экосистемного подхода необходим контроль всех источников загрязнения;

водное и другие сопутствующие законодательства должны неприменно отражать значение воды как средства формирования и функционирования экосистем;

генеральные планы водохозяйственной деятельности на той или иной территории должны основываться на экосистемном подходе и содействовать осуществлению принципа "загрязнитель платит";

региональная водная стратегия должна носить предупредительный, а не реактивный характер;

водная стратегия должна исходить из трансграничного характера водных ресурсов (поверхностных и подземных) Казахстана.

Таким образом, экосистемный подход призван обеспечить совместимость водохозяйственных, инженерных, социальных и экономических мероприятий с естественным функционированием природных экосистем с учетом экосистемного территориального распределения водных ресурсов недр. Эти ресурсы должны целиком диктовать технологию водоотбора, соответствующую интенсивности и объемам восполнения водных ресурсов недр.

Ясно, что решение проблемы экосистемного водопользования возможно лишь в сочетании технологического совершенствования всей системы водоснабжения с переоценкой потенциальных ресурсов, а также запасов разведанных и эксплуатируемых месторождений подземных вод с позиций экосистемного водопользования и ужесточением требований по минимизации негативных экологических последствий эксплуатации подземных вод, включая степень защищенности от загрязнения и, наконец, снижение экологического риска от принятия неверных решений по использованию подземных вод. Наличие же высокопроизводительных водоносных комплексов в артезианских бассейнах при значительном ресурсном их потенциале вполне позволяет создавать мощные районные, межрайонные и даже межбассейновые водопроводы с разветвленной водораспределительной сетью.

Успешное решение задач экосистемного водопользования ресурсов подземных вод, как составной и неотъемлемой части экосистем, возможно, прежде всего, на базе фундаментальных разработок методологии прогнозирования и управления техногенными гидрогеологическими процессами с обязательной привязкой разработок к конкретным природным объектам путем гидрогеоэкологического районирования и картографирования с использованием арсенала современных средств мониторинга и моделирования.

В контексте вышеизложенного становится актуальной разработка и совершенствование концепции и методики районирования зон экологической нарушенности Казахстана по интенсивности и степени воздействия техногенеза на водную среду недр. Отработка схемы районирования по комплексному учету антропогенной нагрузки выполнялась для территории Кызылординской области, большая часть которой отнесена к зоне экологической катастрофы, возникшей под воздействием целого ряда негативных природных и антропогенных факторов, поэтому

здесь можно встретить наиболее полный перечень факторов воздействия.

В качестве актуальнейшего объекта экологического районирования зон экологической нарушенности Казахстана по интенсивности и степени воздействия техногенеза на водную среду недр взято Казахстанское Приаралье.

При обосновании методики районирования природно-антропогенной нагрузки результаты информационного этапа экологической оценки отражены в инвентаризационных картах с использованием, прежде всего, "Схематической карты техногенной нагруженности эколого-гидрогеологических систем Казахстанской части бассейна Аральского моря масштаба 1:1000000" (В.И. Порядин, 1999-2005гг.), разработанной в Институте гидрогеологии и гидрофизики МОН РК в рамках "Аральской проблемы", а также административной карты и карты полезных ископаемых Кызылординской области, экологических карт Приаралья и др., на которых отражены проявления различных видов природно-антропогенного воздействия как локального (сосредоточенного), так и площадного характера, в т.ч.: населенные пункты, градостроительные, промышленные, горнодобывающие, нефтедобывающие комплексы, транспортные артерии, территории перевыпаса, массивы орошаемого земледелия, участки интенсивной эксплуатации подземных вод и зоны ее влияния, скважины неконтролируемого самоизлива, склады агрохимикатов, птицефабрики, животноводческие комплексы, скотомогильники, поля фильтрации сточных вод, участки распространения общего и радиоактивного загрязнения подземных вод за счет урановорудных месторождений [1] и подземных ядерных взрывов, степень загрязненности поверхностных вод, солемылеперенос с котловины Аральского моря, участки добычи углеводородного сырья и проектируемый нефтепровод Кумколь-Арысқум-Жосалы, ракетно-космический комплекс "Байконур" и др.

В целях комплексной (качественной и количественной) оценки степени влияния указанных выше антропогенных факторов на состояние геосистем Приаралья, осуществленные Л.М.Павличенко и др., составлены вспомогательные карты параметров (оценочные экологические карты), отражающие антропогенную нагрузку на территорию области [2], которые суммировались методом наложения. В результате совмещения точек и площадей проявления факторов

антропогенной нагрузки и на основе факторного анализа (построение матрицы значений факторов техногенного воздействия на геосистемы и целевой функции; направленность воздействия на окружающую среду каждого фактора в целевой функции учитывалось знаком: факторы, препятствующие негативному изменению геоэкологической ситуации, входят в целевую функцию со знаком минус) была составлена "Карта-схема антропогенной нагрузки Кызылординской области" как основы осуществления районирования техногенного воздействия на окружающую среду Кызылординской области. Основная антропогенная нагрузка, как и следовало ожидать, оказалась сосредоточенной в зонах наиболее плотного проживания и в традиционных сельскохозяйственных районах. Итогом работы стала "Карта оценки техногенного воздействия на окружающую среду Кызылординской области" масштаба 1:2500000 (рис. 1).

Итак, успешное управление экономикой региона в настоящее время требует определения не только количественной стороны природных ресурсов, но и их экологического состояния, поскольку качество окружающей среды становится ограничителем развития экономики. Для Кызылординской области качество жизни населения определяется в первую очередь состоянием водных ресурсов, определяющих развитие сельскохозяйственных отраслей. Наличие нефтяных и урановых месторождений, поднимая экономику, наносит весьма ощутимый удар окружающей среде. Стабилизация в последнее десятилетие границ Арала обусловила развитие вновь образующихся на обсохшем дне ландшафтов, теперь здесь уже возникает проблема перевыпаса. Самоизлив напорных подземных вод, продолжающийся десятилетиями, привел к образованию небольших озер, на которых уже гнездятся водоплавающие птицы. Истребление скота в связи со сложностями переходного периода уменьшило нагрузки на естественные пастбища, что вызвало рост биомассы (при увеличении доли сорных трав). Таким образом, антропогенное влияние на геосистемы носит разнонаправленный характер, что и показала комплексная (по целевой функции) оценка этого влияния.

Основными выводами по использованию в целевой функции для районирования антропогенного влияния на геоэкосистемы Кызылординской области расширенного набора параметров можно считать следующие:

1. Дифференцированный учет роли и направленности факторов антропогенного воздействия и природных факторов в целевой функции позволил выявить более широкий набор классов по степени антропогенного воздействия на территорию области.

2. Самый высокий уровень антропогенного влияния приходится на зоны влияния повышенной плотности месторождений полезных ископаемых. Эти зоны требуют первоочередных мероприятий по охране окружающей среды.

3. Сильная степень антропогенного влияния выделяется на участках с наличием нефтяного или полиметаллического месторождения, а также в зонах совместного влияния нескольких антропогенных факторов (г. Кызылорда и массивы орошения).

4. Учет фактора обеспеченности подземными водами позволил выявить зоны, где при наличии мероприятий по охране водных ресурсов наиболее благоприятно развитие животноводства.

Не менее важным объектом оценки и прогноза экологического состояния загрязнения подземных и поверхностных вод шестивалентным хромом и бором является долина р. Илек в районе г. Актобе [3].

В настоящее время в бассейне трансграничной р. Илек в районе г. Актобе сложилась весьма сложная экологическая ситуация. В 50 годах XX в. здесь интенсивно развивалась перерабатывающая и химическая промышленность, энергетика, причем промышленные и энергетические объекты часто проектировались и строились без надлежащего учета особенностей геологического строения, гидрогеологических и гидрологических условий территории, без оценок вероятного воздействия возводимых объектов на окружающую среду, и в первую очередь, на подземные и поверхностные воды - важнейшую составляющую экосистемы.

Закономерным результатом подобного подхода стало интенсивное загрязнение ПВ, с которыми загрязнения стали поступать и в речные воды. Так, ввод в строй в 50-х гг. прошлого века Алгинского химического завода (АХЗ в г. Алге) в 45 км южнее г. Актобе, с размещением шламонакопителя без противодиффузионного экрана в долине р. Илек непосредственно на аллювиальных отложениях (не защищенных сверху слабо проницаемыми глинистыми отложениями) обусловил загрязнение к 1972 г. подземных вод бором. С подземными и паводковыми водами бор стал поступать в р. Илек, так что в 70-х гг. кон-

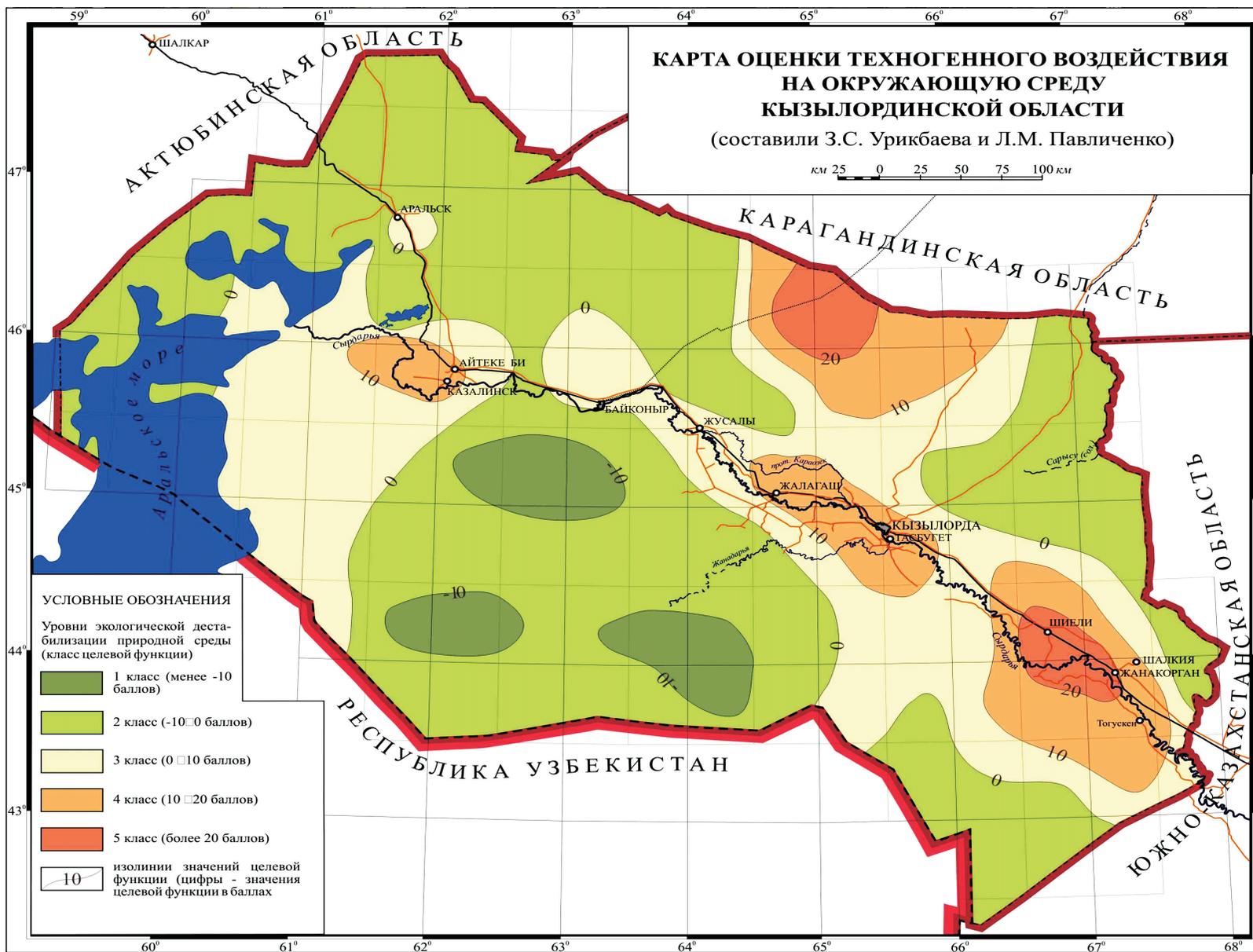


Рис. 1. Карта оценки техногенного воздействия на окружающую среду Кызылординской области

центрации бора, значительно превышающие ПДК для водотоков рыбохозяйственного значения, были зафиксированы в речных водах севернее г. Актобе. Загрязненные бором речные воды проникали в водоносный горизонт в аллювиальных отложениях в долине р. Илек в районе Илекских лево- и правобережного инфильтрационных водозаборов, обеспечивающих хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Актобе. В подземных водах этих водозаборов были зафиксированы концентрации бора, превышающие ПДК для питьевых вод. Бор в слаборастворимой форме накапливался и в донных отложениях р. Илек.

Позже, после строительства водохранилища на р. Илек южнее г. Актобе и осуществления мероприятий по предотвращению поступления бора в подземные воды и долину р. Илек загрязнение поверхностных вод и подземных вод бором в районе г. Актобе удалось значительно снизить. В настоящее время донные отложения задерживаются в чаше Илекского водохранилища, концентрация бора в речных водах ниже водохранилища снизилась до ПДК водотоков рыбохозяйственного значения, соответственно в водах Илекских инфильтрационных водозаборов концентрация бора снизилась до ПДК питьевых вод и ниже.

Примерно в то же время, в 1957 г., севернее г. Актобе в долине р. Илек был построен и введен в эксплуатацию Актюбинский завод хромовых соединений (АЗХС). Пруды-накопители этого завода, предназначенные для сброса жидких промышленных стоков, содержащих растворимый в воде шестивалентный хром ( $\text{Cr}^{6+}$ ), были размещены на незащищенных сверху аллювиальных песчано-гравийно-галечниковых отложениях; в этих отложениях в долине р. Илек развит мощный водоносный горизонт, подземные воды которого выклиниваются в р. Илек. Соответственно, с момента пуска АЗХС началось интенсивное загрязнение ПВ  $\text{Cr}^{6+}$ .

Очевидно, что вследствие тесной связи подземных и речных вод, через некоторое время, потребное для достижения ореолом загрязнения подземных вод  $\text{Cr}^{6+}$  уреза реки, хром начал фиксироваться в речных водах в концентрациях, превышающих ПДК для водотоков рыбохозяйственного значения, в том числе в контрольных створах на границе с Российской Федерацией (у села Яйсан). По этой причине на всем протяжении р. Илек от северной окраины г. Ак-

тобе до впадения ее в р. Урал поверхностные воды реки выведены из хозяйственного освоения. Из хозяйственного освоения выведены также и ПВ долины р. Илек, так как на всем ее протяжении единственным вариантом обеспечения здесь потребностей в питьевой воде является строительство инфильтрационных водозаборов, основную приходную часть баланса которых обеспечивают именно речные воды.

Информационную базу для изучения закономерностей распространения загрязнения подземных вод обеспечена реализацией ТОО "Акпан" (2006 г.) мониторинга техногенного загрязнения подземных вод бассейна трансграничной р. Илек шестивалентным хромом.

Ясно, что предотвращение вероятных экономических и экологических исков со стороны России за сверхнормативное загрязнение трансграничной р. Илек требует реализации мероприятий по локализации и ликвидации загрязнения подземных вод в промзоне г. Актобе  $\text{Cr}^{6+}$ , и прекращение поступления его в речные воды или уменьшения до количества, обеспечивающего снижение концентрации в речных водах до ПДК в контрольном створе на границе с Российской Федерацией. При этом всю ответственность за сложившуюся к настоящему времени экологическую обстановку и мероприятия по реабилитации экосистемы р. Илек полностью приняла на себя Республика Казахстан, признавшая загрязнение подземных вод в долине р. Илек  $\text{Cr}^{6+}$  "историческим загрязнением".

В качестве важнейших мероприятий (в теории рисков обозначаемых как управленческие решения) по локализации и ликвидации загрязнения подземных и поверхностных вод в долине р. Илек севернее г. Актобе обсуждаются три взаимосвязанных и взаимообусловленных. Первое (нулевой вариант) предполагает полное сохранение современных тенденций и объемов загрязнения подземных вод от существующих источников поступления в водоносный горизонт  $\text{Cr}^{6+}$ , очевидно, что и сложившиеся закономерности и объемы переноса хрома речными водами, по крайней мере, сохраняются.

Второе решение основывается на полном прекращении "свежего" загрязнения ПВ на площадях существующих источников путем полной реконструкции производства либо их полную остановку, имеющие следствием исключение поступления  $\text{Cr}^{6+}$  в аллювиальный водоносный

горизонт. При этом существующее загрязнение подземных вод и особенности его транспортировки к реке сохраняются. Очистка подземных вод будет осуществляться естественным путем - выносом из водоносного горизонта в реку и переносом речными водами за границы промзоны.

Первое решение не предполагает вложение каких-либо средств на реализацию мероприятий, составляющих это решение (за исключением межгосударственных расчетов за загрязнение, причем загрязнитель, в первую очередь АЗХС, в силу "историчности" загрязнения платить не будет). Второе решение предусматривает солидное госбюджетное финансирование.

Третье управленческое решение предусматривает искусственную очистку подземных вод в промзоне г. Актобе. Очевидно, что результатом такого решения является эффективное прекращение поступления  $\text{Cr}^{6+}$  в речные воды и снижение концентрации хрома в них до ПДК для водотоков рыбохозяйственного значения. Неизбежным условием реализации этого решения является выполнение второго управленческого решения - поскольку без прекращения поступления в водоносный горизонт "свежего" загрязнения очистка подземных вод принципиально невозможна.

Следовательно, минимизация стоимости реализации управленческих решений - максимальная быстрота и эффективность осуществления процесса локализации и ликвидации загрязнения источника загрязнения и подземных вод. Это требование, заложенное в поручении Президента Республики Казахстан, во многом определяет выбираемый способ мероприятий.

В этой связи, существенно новым вкладом в решение проблемы реабилитации природных вод долины р. Илек являются разработки М.М. Бураковым геофильтрационной и геомиграционной моделей, обеспечивающих достоверные эпигнозно-прогнозные оценки выноса шестивалентного хрома в р. Илек с подземными водами. Действительно, проблема оценки загрязнения поверхностных вод загрязненными подземными водами относится к сложной - и слабо разработанной области "междисциплинарных" исследований, чем и определяется практическое отсутствие математических моделей, позволяющих учитывать переход загрязнителя из подземных вод, где его перенос подчиняется гидрогеологическим закономерностям (малые скорости движения, взаимодействие с водовмещающими породами, не-

большие изменения в объемах подземного стока, относительно слабое или полное отсутствие влияния атмосферных осадков), в водоток или водоем, где действуют уже гидрологические закономерности

Геомиграционная модель позволила выполнить сравнительные прогнозные оценки выноса шестивалентного хрома в р. Илек при различных (первых двух) вариантах мероприятий по реабилитации природных вод в долине р. Илек, поскольку р. Илек - водоток рыбохозяйственного значения, с которым связана хозяйственная деятельность не только в Республике Казахстан, но и в граничащих регионах Российской Федерации.

Прогнозные оценки переноса шестивалентного хрома речными водами и поступление хрома в речные воды, как установлено исследованиями, обеспечивается из зоны выклинивания подземных вод именно подземными водами. В этой связи сделан вполне однозначный и обоснованный вывод о необходимости очистки подземных вод в промзоне г. Актобе. Эта очистка обеспечит и полную реабилитацию речных вод севернее города вплоть до границы с Российской Федерацией. Тем самым будет снята проблема сверхнормативного загрязнения трансграничной реки Илек.

В качестве варианта очистки подземных вод на основе проведения натуральных экспериментов предложена химическая очистка непосредственно в водоносном горизонте с переводом растворимого шестивалентного хрома в трехвалентный нерастворимый с последующим осаждением последнего на водовмещающих породах. Рассмотренные химические реакции оказываются очень выгодными энергетически, а для перевода трехвалентного хрома снова в раствор потребуется создание щелочной среды с рН порядка 12, что в естественных условиях невозможно.

Важным направлением в развитии гидрогеологической науки являются также новые решения проблемы разработки научных и методических основ опытно-фильтрационного и опытно-миграционного опробования водовмещающих пород для целей изучения и прогнозирования техногенных гидрогеологических процессов, выполненные М.М. Бураковым [4-10]. В этом ключе осуществлен анализ современного состояния теоретической и методической базы для оценки фильтрационных параметров в слоистых системах с перетеканием. Разработаны принципиально новые методики (подкрепленные вычисли-

тельными алгоритмами) интерпретации результатов опытно-фильтрационного опробования слоистых водоносных систем, обеспечивающие достоверность значений определяемых фильтрационных и емкостных параметров этих систем.

Существенным научным вкладом в развитие гидрогеологии является обоснование волновых свойств основного уравнения фильтрации - закона Дарси [11]. Как известно, открытие и экспериментальное обоснование закона принадлежит французскому инженеру-гидравлику А. Дарси, а теоретическое русскому ученому Н.Е. Жуковскому, предпринявшему обстоятельное рассмотрение движения жидкости в поле тяжести, что и приводит к двучленной форме закону Дарси-Жуковского, содержащему фильтрационную силу (движущую силу фильтрации), потенциалом которой выступает давление либо напор. Преобразования фильтрационной силы приводят к модифицированным выражениям закона Дарси-Жуковского, отражающим волновые процессы (акустические и гравитационные), сопровождающие процесс собственно фильтрации. Следовательно, можно с уверенностью утверждать о зарождении нового направления в гидрогеологии - акустической геофильтрации.

При этом, необходимо напомнить, что акустические методы исследования скважин и пластов широко используются в практике разработки залежей углеводородов начиная с 60-х годов прошлого века (Ю.П. Коротаяев и др.), как в качестве акустического каротажа, основанного на искусственном возбуждении импульсов упругих колебаний, так и в качестве акустико-гидродинамического метода (АГДМ), состоящего в измерении и использовании естественных колебаний, вызванных движением флюидов по пласту с интенсивностью естественного акустического поля на порядки меньше искусственного. Однако следует отметить отсутствие строгой теоретической базы АГДМ исследований; следовательно, открытие и обоснование акустической геофильтрации в определенной мере ликвидирует этот пробел.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Махмутов Т.Т., Порядин В.И., Бураков М.М., Кожаква Н.Т. Гидрогеологические аспекты проблемы восстановления окружающей среды при эксплуатации и ликвидации предприятий подземного выщелачивания гидрогенных месторождений урана на территории Казахстана // Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов. Алматы, 2009. С. 450-455.
2. Чигаркин А.В., Урикбаева З.С., Порядин В.И. К оценке техногенной нагрузки на геосистемы долины р. Сырдарья на основе целевой функции // Вестник КазГУ. Серия Географическая. 2002. № 2 (13). С. 89-96.
3. Бураков М.М. Современные геоэкологические проблемы в бассейне трансграничной реки Илек и возможные подходы к их разрешению // Подземные воды - стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана: Материалы Международной научно-практической конференции. Алматы, 2009. С. 218-220.
4. Бураков М.М. Метод обработки результатов опытной кустовой откачки в слоистой толще // Современное состояние и проблемы инженерной экологии, биотехнологии и устойчивого развития. Труды Первой Международной научно-практической конференции (Алматы, 31 мая 2010 г.). Алматы: Изд-во КазНТУ, 2010. С. 173-176.
5. Бураков М.М. Теоретические и методические проблемы экспериментального определения начального градиента // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 4. С. 408-417.
6. Burakov M.M. Theoretical and Methodological Problems of Experimental Determination of the Initial Gradient // Water Resources. 2010. Vol. 37. № 4. P. 446-454.
7. Бураков М.М., Хабиев С.Х. Методика определения фильтрационных и емкостных параметров слоистых водоносных систем с перетеканием. Алматы: АО "НЦНТИ", 2010. 67 с.
8. Бураков М.М. Физико-математические модели нелинейной фильтрации подземных вод. Алматы: АО "НЦНТИ", 2010. 162 с.
9. Бураков М. М. Методы интерпретации результатов опытных кустовых откачек из слоистых систем с перетеканием // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 2010. № 6. С. 35-42.
10. Бураков М.М., Хабиев С.Х. Методика интерпретации результатов опытных откачек из слоистых систем с перетеканием при реакции смежных горизонтов на возмущение. Алматы: АО "НЦНТИ", 2011. 88 с.
11. Порядин В.И. Модифицированные формы закона Дарси как отражение волновых свойств материи // Известия НАН РК. Серия геологическая. 2011. № 2. С. 17-27.

УДК 556.06(574.5)

М.А. МУХАМЕДЖАНОВ<sup>1</sup>, Ю.Н. ЛИВИНСКИЙ<sup>2</sup>

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПАСТБИЩНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА, ОЦЕНКА РЕСУРСОВ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Зерттеудің жана әдістерінің дамуы негізінде су қорларын қорғау және қолдану тиімділігі, Қазақстанның ұлттық қауіпсіздігі мен әлеуметтік-экономикалық дамуын қамтамасыз ететін техногенді гидрогеологиялық үрдістерімен басқару және болжау өмірлік маңызды мәселе болып саналады.

Эффективность использования и охраны водных ресурсов на основе развития новых методов изучения, прогноза и управления техногенными гидрогеологическими процессами становятся жизненно важными проблемами, обеспечивающими устойчивое социально-экономическое развитие и национальную безопасность Казахстана.

Efficiency of use and protection of water resources on the basis of development of new methods of studying, the prediction and management of technogenic hydro-geological processes become the vital problems providing steady social and economic development and national safety of Kazakhstan.

Комплексное изучение пастбищных территорий с целью развития кормовой базы животноводства является одним из способов использования природных ресурсов. В качестве природного ресурса особую роль играют земельные ресурсы. Казахстан является аграрно-индустриальной страной. Земля всегда кормила и давала человеку средства для существования. Количество и качество земли является одним из индикаторов устойчивого развития страны. Основными направлениями использования земли были земледелие и животноводство.

Республика Казахстан, обладая огромной территорией, богата пастбищными массивами, приуроченными к различным природно-географическим зонам страны, простираясь от берегов Каспия на западе, до предгорий Алтая на востоке. Общая площадь пастбищных угодий Казахстана превышает 189 млн. га, что составляет 69,4% от общей площади земель сельскохозяйственного назначения страны.

Наряду с этим, рост численности населения, недостаток и нерациональное использование пахотных и пастбищных земель, отход от традиционных знаний и утрата векового опыта приводят к деградации земельных угодий, снижению ее плодородия и, как следствие, к снижению качества и количества растениеводческой и животноводческой продукции.

Изучение подземных вод пастбищных массивов, оценка их естественных ресурсов и экологического состояния, разработка мер по повышению эффективности их использования на основе применения современных методов исследований представляют собой важные и актуальные проблемы фундаментальной гидрогеологии. В современную индустриально-инновационную эпоху возвращение к мировому опыту человечества в области сельского хозяйства наряду с использованием новейших технологий кормопроизводства, развития промышленных методов мелиорации земель и повышения их плодородия становится первостепенной научно – практической задачей.

Эта проблема актуальна как с научной, так и с практической стороны. Ратификация Казахстаном Конвенции по борьбе с опустыниванием требует решения накопившихся проблем в данной области, поэтому эффективное использование подземных вод в целях устойчивого развития пастбищного скотоводства весьма своевременно. Водные ресурсы пастбищных территорий играют ключевую роль в их безопасном и экологически оптимальном использовании.

Также актуальны и сложны проблемы, связанные с деградацией пастбищных и земельных ресурсов в Казахстане, которая несет в себе угрозу продовольственной безопасности страны.

<sup>1,2</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Ч. Валиханова, 94. Институт гидрогеологии и геоэкологии У.М. Ахмедсафина.

Общая площадь деградированных земель составляет в настоящее время почти 70% общих земельных ресурсов или занимает около двух третей всей площади Республики. Основными экономическими последствиями опустынивания и деградации земель являются снижение урожайности и объемов растениеводческой продукции, сокращение поголовья скота за счет уменьшения кормовой базы и снижения рентабельности скотоводства. Общие экономические потери Казахстана в результате опустынивания оцениваются компетентными экспертами ПРООН в размере 93 млрд. тенге (700 млн. дол.).

Казахстан занимает шестое место в мире по размеру своих травопольных ресурсов (189 млн. га). В большей своей части это сухие степи, где количество атмосферных осадков составляет 100-300 мм/год. В этих условиях вода является основным фактором, ограничивающим использование отдаленных пастбищ из-за слабой их обводненности [1]. По данным лугопастбищного НИИ Минсельхоза РК только 32 млн. га пастбищных угодий, или 17% обеспечены водой. После развала Союза и ликвидации государственных и коллективных форм собственности в сельском хозяйстве многие объекты водной инфраструктуры вышли из строя и в настоящее время требуют восстановления [2].

Актуальность изучения пастбищных территорий страны также вызвана задачей удовлетворения растущих потребностей населения в животноводческой продукции. В Казахстане необходимо вновь возрождать уже во второй раз утраченную за годы перехода от коллективных форм ведения сельского хозяйства к частной форме, систему отгонного животноводства.

Для улучшения кормовой базы животноводства к 2014 году в Казахстане, по данным министерства сельского хозяйства РК, планируется расширить сеть хозяйств по выращиванию семян трав для различных почвенно-климатических зон страны с ежегодным производством до 11,7 тыс. тонн семян высокоурожайных трав. Это в 2,5 раза превышает современный уровень производства. Наряду с этим, принимаются меры по введению в оборот более 3 млн. га новых пастбищных массивов за счет их обводнения и восстановления деградированных и сбитых пастбищ [3,4,5].

Также предусматриваются меры по увеличению объемов субсидирования семеноводства кормовых культур, с введением механизмов бюджетного кредитования мероприятий по обводнению,

созданию культурных пастбищ, восстановлению деградированных пастбищных угодий. Все эти меры закладываются в основу разрабатываемой в настоящее время программы по развитию животноводства и кормопроизводства в РК до 2015 года.

В целях совершенствования водохозяйственных отношений в республике начато создание ассоциаций водопользователей (АВП). С введением рыночных механизмов в управление водным хозяйством страны следует расширять меры по поддержке создаваемых АВП необходимыми техническими средствами и оказанию помощи по совместному управлению водными ресурсами на местах, поддержке создаваемых частных и государственных организаций по обслуживанию и ремонту объектов водной инфраструктуры.

Пастбищные массивы – это природные рекреационные системы, представляющие собой единое целое грунтовых вод, почвенного и растительного покрова и биоты. Их единство, взаимозависимое развитие и эволюция определяют экологическое равновесие пастбищных массивов. Выявление и анализ взаимодействия в них средообразующих факторов позволяет учитывать негативное влияние на них изменений климата, а также хозяйственной деятельности человека и, в конечном счете, управлять состоянием пастбищных массивов.

Снижение экологической нагрузки, проведение необходимых научно-исследовательских и гидрогеолого-мелиоративных работ позволят повысить устойчивость и продуктивность пастбищ, научно внедрить обоснованные решения наиболее сложных задач сохранения природного равновесия, снизить уровень экологического риска, дадут возможность остановить угрозу дальнейшего распространения таких опасных процессов, как деградация земель и опустынивание пастбищ.

В условиях дальнейшего экономического развития страны важное место занимает аграрный сектор, в том числе животноводство. Казахстан, являющийся аграрно-индустриальной страной, всегда занимал ведущее место на постсоветском пространстве в области производства животноводческой продукции. Именно животноводство было отмечено Президентом РК Н.А. Назарбаевым в качестве одного из важных приоритетов в области сельскохозяйственного производства в известной государственной программе форсированного индустриально-инновационно-

го развития (ГП ФИИР) на предстоящие годы. Согласно этой программе Казахстан не только должен обеспечить свое население животноводческой продукцией, но и стать крупным экспортером экологически чистой мясной продукции на рынки стран СНГ, Европы и Азии.

В этой связи разработка и широкое внедрение эффективных мер по широкому использованию запасов подземных вод для укрепления и расширения кормовой базы животноводства в Южном Казахстане является своевременной и весьма актуальной. Территория Южного Казахстана достаточно хорошо обеспечена разведанными запасами пресных и слабосоленых подземных вод, залегающих на небольшой глубине и пригодных для обводнения пастбищ. Приведенные оценки их ежегодно возобновляемых запасов и ресурсов (первых от поверхности земли водоносных горизонтов) позволяют решить задачу повсеместного обводнения пастбищ и обеспечить водопой всего поголовья скота, который может содержаться на этой территории.

Для территории Южного Казахстана разработана методология и выявлены основные средообразующие факторы пастбищных массивов. На основе изучения и анализа природно-климатических, геоморфологических и гидролого-гидрогеологических условий изучаемой территории, особенно Алматинской области, пастбищные массивы освещены как природно-рекреационные системы (ПРС). Ключевым элементом данной системы был принят агроландшафт, который рассматривается как самостоятельная целостная система единства почвенно-растительного покрова, подземных и поверхностных вод и биоты.

Их единство, взаимозависимое развитие и эволюция определяют их существование и экологическое благополучие. Выявленные причинно-следственные связи функционирования составляющих этой единой экологической системы позволяют учитывать и своевременно принимать правильные решения по управлению всей экосистемой, не допуская роста экологических рисков и усиления техногенных процессов, ведущих в конечном итоге к началу необратимых изменений в структуре экосистемы.

Важный момент полученных научных результатов исследований составляет факт необходимости постоянного контроля экологических нагрузок на почвенно-растительный покров и биоту, водный режим ландшафтов и контроль за проявлениями деградации земель и растительно-

го покрова, ухудшения гидрогеологических условий и загрязнения водных ресурсов.

Изучение средообразующих факторов формирования ландшафтов основывалось на двух подходах:

- учете региональных и зональных факторов, определяющих их типологические черты (различия в характере рельефа, степени увлажнения, почвенно-растительных составляющих в разных физико-географических территориальных единицах);

- учете местных факторов, определяющих их индивидуальные черты (влияние перехода из одних гидроклиматических условий в другие при преобладании одинаковых форм рельефа на почвы и растительные сообщества).

Ландшафтный анализ позволяет проследить переход ее из одного состояния в другое, выявить разнообразие переменных состояний, оценить факторы, вызывающие эти изменения. Переходы ПРС из состояния в состояние, преобразование ее строения и природных режимов (сезонные фазы, сукцессионные стадии, антропогенные модификации, перестройки под влиянием колебаний климата и активности солнца) большей частью выступают как элементы механизма устойчивости ПРС.

Количество влаги определяет степень гидроморфности ландшафтов. Наличие озер и водопроявлений являются признаками повышенной влагообеспеченности для ПРС. Биогенный оборот веществ (биогеохимический цикл или малый биокруговорот) – также один из главных звеньев функционирования ландшафтов и ПРС. Кроме этого, жизненный цикл функционирования ландшафтов и ПРС регулируется поступлением, преобразованием, накоплением и высвобождением приходящей на поверхность земли солнечной энергии. Следовательно, преобразование энергии – важный показатель интенсивности функционирования и связанной с ней устойчивости ландшафта.

Таким образом, указанные выше критерии служат той фундаментальной научной и практической основой, по которой следует диагностировать и отслеживать нормальное функционирование ландшафтов и ПРС, а в конечном счете – правильно управлять и поддерживать всю экосистему в природном равновесии.

Весьма важно при изучении и создании агроландшафтов оценивать антропогенное воздействие на них. Длительное и стабильное суще-

ствование агроландшафтов в составе ПРС предполагает соблюдение оптимального соотношения, по крайней мере, трех её основных параметров: степени устойчивости, открытости и биоразнообразия.

В конечном счете, для обоснования устойчивости создаваемых или оценки естественных агроландшафтов необходимо учитывать, с одной стороны, требования экологической устойчивости (равновесности экосистемы) и минимизации негативного воздействия хозяйственной деятельности на все параметры ПРС, с другой стороны – учитывать объемы произведенной в пределах агроландшафтов сельскохозяйственной продукции. Такой системный, выверенный во всех отношениях метод эксплуатации (использования) ПРС, а в нашем случае – агроландшафтов, позволяет не только сохранять его экологическое состояние в равновесном и стабильном состоянии, но и добиваться экономической эффективности агроландшафтов, контролировать и управлять антропогенными процессами, сводить их к безопасному для всей экосистемы уровню.

Таким образом, такая методология, основанная на применении конкретных критериев оценки экологической устойчивости агроландшафтов на основе создания их расчетных моделей для каждой изучаемой (осваиваемой) части сельскохозяйственных угодий, является гарантией сохранения природного равновесия и нормального функционирования экосистем.

Разработанные схемы структурно-гидрогеологического и ландшафтно-экологического районирования исследуемой территории являются основой для последующих работ по детализации эколого-гидрогеологических условий пастбищных массивов Южного Казахстана.

Авторы работы использовали принятую в Казахстане систему гидрогеологического районирования, разработанную академиком НАН РК Ж.С.Сыдыковым. В соответствии с ней при описании подземных вод используется следующее разделение водовмещающих соподчиненных единиц отложений: *гидрогеологический этаж* (единица первого порядка), *гидрогеологическая серия* (второго порядка) и *водоносный комплекс* или *горизонт* (третьего порядка).

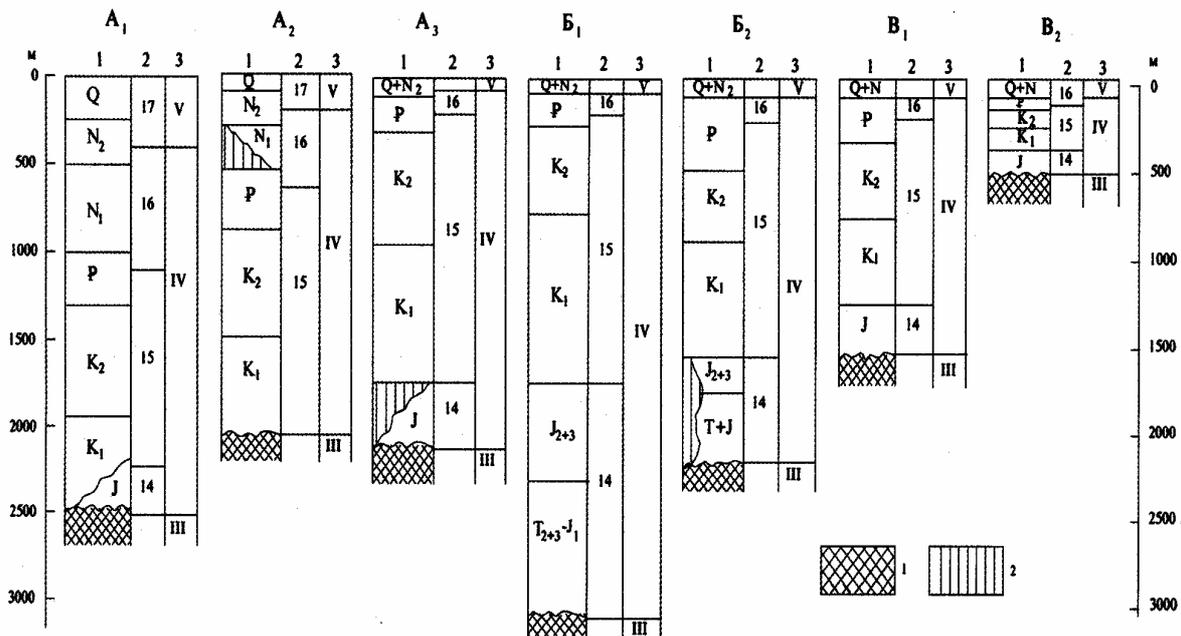
На описываемой территории Южного Казахстана в соответствии с гидрогеологической стратификацией составлена схема гидрогеологического районирования по типам гидрогеологических разрезов. На ней выделены цветом и обозна-

чены цифрами две главные категории гидрогеологических структур: *гидрогеологические массивы* и *гидрогеологические бассейны*.

Гидрогеологическое районирование, произведенное с учетом геолого-структурных и гидродинамических условий формирования подземных вод, позволяет более объективно отразить многообразие распространения подземных вод региона, а также правильно оценить их потенциальные ресурсы для обеспечения водоснабжения хозяйственных объектов и населения на рассматриваемой территории. Причем принятый принцип гидрогеологического районирования отличается глубиной и облегчает выбор наиболее подходящего водоносного горизонта или комплекса для решения задач водообеспечения в регионе.

Для системного подхода в деле рационального использования пастбищных массивов исследуемой территории необходимо было разработать типовые природно-сельскохозяйственные зоны по типам пастбищных массивов, развитых на них. Поэтому для территории Южного Казахстана произведена типизация пастбищных массивов по особенностям формирования подземных вод. Выделены зоны: высокогорная (альпийская и субальпийская), горная, предгорная, пустынно-степная, пустынная.

Многообразные компоненты ландшафта сгруппированы в три большие макрокомплекса: 1) зональные климатические и подчиненные им почвенно-растительные; 2) морфогенетическо-рельефные, носящие в основном высотно-поясный характер, поэтому могут быть обозначены одним, объединяющим их понятием – тип рельефа; 3) геолого-гидрогеолого-гидрологические, находящиеся в наиболее подвижном, динамическом равновесии. Выделение в ландшафте этих макрокомплексов в известной мере условно, так как многие (если не все) компоненты, входящие в разные макрокомплексы связаны между собой и взаимопроницающие. Тем самым это деление имеет не обособляющее, отделяющее друг от друга, а лишь упорядочивающее, систематизирующее, классифицирующее значение при рассмотрении весьма сложных и многокомпонентных комплексов, как, в данном случае, ландшафтных. Исходя из изложенных положений, в пределах описываемых бассейнов выделено две крупных таксономических единицы: а) климатические зоны и подчиненные им соответствующие почво-растительные компоненты и б) сложные, объе-



1 – Верхний (верхнепалеозойско-нижнетриасовый) ярус гидрогеологического фундамента,  
Сводные разрезы: Присырдарьинской части бассейна:

A<sub>1</sub> – Арысской впадины, A<sub>2</sub> – южной части левобережья р.Сырдарьи, A<sub>3</sub> – юго-восточного Приаралья.

Разрезы Северного Приаралья: Б<sub>1</sub> – центральной части Шалкарского прогиба, Б<sub>2</sub> – северо-западного Приаралья.

Разрезы Торгайского прогиба: В<sub>1</sub> – Южно-Торгайской впадины, В<sub>2</sub> – северной части Торгайского Прогиба.

Обозначения над разрезами: 1 – индекс геологического возраста, 2 – номер гидрогеологической серии, 3 – номер гидрогеологического этажа

Рис. 1. Схема сопоставления сводных геолого-гидрогеологических разрезов отдельных частей Северо-Приаральско-Торгайско-Сырдарьинских впадин Южного Казахстана

диненные морфогенетическо-рельефные (типы рельефа) и геолого-гидрогеолого-гидрологические макрокомплексы.

Разработанная схема гидрогеологической стратификации подземных вод структур первого и более низшего порядка пастбищных массивов областей Южного Казахстана позволит в каждом конкретном случае выявлять и сопоставлять перспективные водоносные комплексы и горизонты между собой, находить оптимальные пути использования подземных вод этих горизонтов при обводнении пастбищ для водопоя скота. Составленные структурно-гидрогеологические схемы отдельных частей бассейнов подземных вод или наглядные гидрогеологические профили и разрезы межгорных впадин позволяют выбирать самые перспективные водоносные горизонты и комплексы, которые будут удовлетворять необходимым условиям при обводнении пастбищных массивов и организации водопойных пунктов (рис. 1).

В Южном Казахстане – наиболее благоприятном по своим природно-климатическим и социально-экономическим условиям регионе Республики с населением, воспитанным на многовековых традициях пастбищного скотоводства, ведущем регионе Республики в области сельскохозяйственного производства, имеются все необходимые условия для резкого повышения эффективности пастбищного скотоводства как в ближайшей, так и отдаленной перспективе. Для этого здесь имеются высокопродуктивные пастбища и необходимые доброкачественные пресные и слабосоленоватые подземные воды, естественные ресурсы которых оценены в объеме 479,1 м<sup>3</sup>/с или 15 млрд. 334 млн. 530 тыс. м<sup>3</sup>/год. Суммарные естественные ресурсы подземных вод зоны активного водообмена на территории Алматинской области составляют 324,3 м<sup>3</sup>/с или 10 трлн. 455 млрд. 830 тыс. м<sup>3</sup>/год, Жамбылской – 43,56 м<sup>3</sup>/с или 1375,7 млрд. м<sup>3</sup>/год, Южно-Казахстанской – 84,44 м<sup>3</sup>/с или 2660,0 млн. м<sup>3</sup>/год, Кызылордин-

Таблица 1. Административные единицы, их площади (тыс. га); количество населенных пунктов в пустынной зоне Южного Казахстана, площади деградированных пастбищ вокруг них (тыс. га)

Область, район	Площадь	Кол-во населенных пунктов	Площадь деградированных пастбищ вокруг населенных пунктов	Область, район	Площадь	Кол-во населенных пунктов	Площадь деградированных пастбищ вокруг населенных пунктов
<b>Алматинская</b>				<b>Южно-Казахстанская</b>			
Балкашский	2830,053	14	109,9	Арыский	69,7	4	31,4
Жамбылский	120,193	25	196,25	Ордабасынский	99,439	9	70,65
Илийский	1692,353	16	125,6	Шардаринский	1806,798	18	141,3
Талгарский	125,95	2	15,7	Сарыагашский	695,288	5	39,25
Уйгурский	821,417	29	227,65	Сузакский	4104,94	32	251,2
Райымбекский	526,128	9	70,65	Отрарский	230,038	7	54,95
Енбекшиказахский	240,966	3	23,55	<b>Итого:</b>	7006,203	75	588,75
Алакольский	1548,656	26	204,1	<b>Кызылординская</b>			
Аксуский	2568,02	8	62,8	Аральский	2052,444	18	141,3
Караталский	2189,526	12	94,2	Джалагашский	2640,983	10	78,5
<b>Итого:</b>	13744,999	144	1130,4	Казалинский	2855,342	18	141,3
<b>Жамбылская</b>				Кармакчинский	2066,016	13	102,05
Жамбылский	318,095	8	62,8	Сырдарьинский	4373,247	19	146,15
Жуалынский	73,364	4	31,4	Чилийский	1688,866	18	141,3
Кордайский	382,127	25	196,25	Жанакорганский	1154,651	18	141,3
Турара Рыскулова	908,691	18	141,3	<b>Итого:</b>	16831,549	114	894,9
Меркинский	203,954	9	70,65	<b>Всего:</b>	50109,598	509	3995,65
Мойынкумский	5045,071	32	251,2				
Сарыусуский	3023,451	25	196,25				
Байзакский	154,462	9	70,65				
Таласский	1217,968	31	243,35				
Шуский	1199,664	15	117,75				
<b>Итого:</b>	12526,847	176	1381,6				

ской – 26,74 м³/с или 843,0 млн. м³/год. Причем эти ресурсы ежегодно возобновляются за счет инфильтрации атмосферных зимне-весенних осадков, паводковых и речных вод. При наличии или воссоздании соответствующей водной инфраструктуры по каптажу, водопою скота, внедрении передовых технологий мелиорации и обводнения земель, создании поливных земель для выращивания кормовых (соя, рапс и др.) культур на основе оазисного и лиманного орошения подземными водами и водами весеннего паводка, можно в кратчайшие сроки резко увеличить объемы качественной животноводческой продукции.

В рамках настоящей работы проведена оценка ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод с минерализацией только до 5 г/л с учетом наиболее доступных по глубинам залегания верхних, первых от поверхности Земли водоносных горизонтов преимущественно грунтового характера. Такой подход был предпринят, прежде всего, в связи с возможностью использования легкодоступных водных ресурсов подземных вод удовлетворительного качества и с малой глубиной залегания. Данный фактор особенно важен, т.к. эти воды могут эксплуатироваться самыми простейшими водокапажными средствами: колодцами и мелкими скважинами.

Важным результатом исследований стала возможность использования в научных исследованиях поверхности Земли т.н. дистанционных методов аэрокосмического зондирования и съемок (ДДЗ) с помощью фотографирования со спутников, запускаемых в околоземное простран-

ство. Практика применения этих методов дала огромные результаты и в настоящее время это направление набирает силу и совершенствуется. В условиях больших территорий, которыми обладает Казахстан, эти методы позволяют быстро увидеть и вовремя остановить те или иные негативные процессы, происходящие в окружающей природной среде. В частности, в состоянии пастбищных массивов, связанных с началом опустынивания и деградации почвенно-растительного покрова земель.

Анализ состояния земель, произведенный в настоящей работе, и результаты многих исследователей в последние годы свидетельствует о наличии негативных факторов, которые отрицательно сказываются на состоянии почвенно-растительного покрова на отдельных участках обследованной территории Южного Казахстана. Анализ космоснимков, представленных специалистами АО «Казгеокосмос» показал, что в целом территория Южного Казахстана и его пастбищные угодья в настоящее время находятся в удовлетворительном состоянии. Очаги деградации земель распространены, главным образом, в районах интенсивной горнодобывающей деятельности [6] и местах, где расположены экологически вредные химические производства с большими объемами токсичных отходов, связанных с производством фосфорных удобрений и др. Значительное место в нарушении почвенного покрова и деградации земель занимают открытые горные разработки полезных ископаемых, строительство трасс автомобильных дорог и нефтегазопроводов, разработки строительных материалов.

Особо вредное воздействие на окружающую природную среду, и в т.ч. на состояние пастбищных угодий, оказывают постоянно разрастающиеся вокруг крупных, средних и даже мелких населенных пунктов свалки бытовых отходов. По данным ДДЗ площади земель, которые занимают эти свалки, растут и тенденции сокращения пока не видно. В целом, как показали снимки, деградация пастбищ происходит в настоящее время в основном вокруг населенных пунктов за счет перевыпаса скота. Установлено, что основной причиной перевыпаса является сосредоточение основного стада вокруг населенных пунктов и утрата прежних систем отгонного животноводства. Оставшееся незначительное поголовье скота, принадлежащее новым хозяйствующим субъектам на селе, мелким фермерам, начало концентрироваться только вокруг места проживания

его владельцев. Именно эти участки пастбищ стали подвергаться перевыпасу вокруг населенных пунктов. А пастбищные угодья за пределами дневного выпасного расстояния вокруг поселков (радиусом 5 км) стали постепенно восстанавливаться (таблица 1). Как один из главных моментов прогресса в животноводстве Казахстана, всеми специалистами признается возвращение и возрождение исконно традиционных методов отгонного животноводства, которые предполагают сменяемость пастбищных массивов по сезонам года, создавая условия для естественного восстановления растительного покрова и предотвращения процессов деградации земель за счет перевыпаса скота в первую очередь.

В настоящей работе рассмотрено современное состояние пастбищных массивов Южного Казахстана:

**Алматинская область.** По данным Агентства РК по управлению земельными ресурсами (по состоянию на 2009 год) общая площадь области составляет 22256,5 тыс. га, из которых площадь пастбищных массивов составляет 13469,8 тыс. га. Общая площадь нарушенных земель по Алматинской области по данным Агенства РК равна 3251,0 тыс. га. Однако, какова величина площадей деградированных пастбищ, Агенством не приводится, а дается площадь нарушенных земель в результате разработки месторождений полезных ископаемых, которая составляет 2954,0 тыс. га (табл. 2). Значительные площади засоления и деградации почв отмечены в Балхаш-Алакольском районе Алматинской области. В предгорных и горных районах Тянь-Шаня и Жонгарии до 70% площади почв, в т.ч. на пастбищах, приурочены к склонам, где широко распространены эрозия и депрессия угодий. Таким образом, можно констатировать, что деградация пастбищ Алматинской области во многом связана не только с перевыпасом скота, но и зависит от разного рода вмешательств человеческой деятельности в окружающую природную среду [7].

**Жамбылская область.** Общая площадь области составляет 15314,1 тыс. га, из которых 9973,5 тыс. га занимают пастбища. Из общего количества пастбищных земель области 6448,0 тыс. га являются нарушенными, т.е. большая часть из них — 5718,0 тыс. га нарушены при разработке полезных ископаемых и только около 600 тыс. га подверглось процессам опустынивания (табл. 2). В основном оно является результатом перевыпаса скота на низкопродуктивных участках паст-

Таблица 2. Земельные ресурсы и площади нарушенных земель Казахстана (данные агентства РК по управлению земельными ресурсами, 2009 г.), тыс. га

Административная область	Общая площадь	В том числе			Всего нарушенных земель ископаемых	В том числе	
		пашни	орошаемые	пастбища		при разработке полезных коммуникации	транспортные коммуникации
Алматинская	22256,5	3721,6	284,4	13469,8	3251,0	2954,0	104,7
Жамбылская	15314,1	996,3	222,6	9973,5	6448,0	5718,0	144,6
Южно-Казахстанская	12301,3	1175,9	433,2	9445,7	584,0	—	116,3
Кызылординская	24902,0	253,6	252,2	12572,7	5799,0	870,0	228,1
<b>Итого:</b>	<b>74773,9</b>	<b>6147,4</b>	<b>1192,4</b>	<b>45461,7</b>	<b>16082,0</b>	<b>9542,0</b>	<b>593,7</b>

бищных массивов и неблагоприятных условий их восстановления [8]. Важным фактором сохранения экологического равновесия на пастбищных массивах области явилась бы разработка специальной программы по обводнению пастбищ и возрождению былой сети водопойных пунктов и зон по созданию орошаемых участков для выращивания кормов для скота.

**Южно-Казахстанская область.** Общая площадь области составляет 12301,3 тыс. га, из которых 9445,7 тыс. га занимают пастбища. Из общего числа пастбищных земель только 584 тыс. га нарушены в результате перевыпаса скота и крайне низкой продуктивности их в зоне полупустынь (табл. 2). Особенности гидрогеологии и экологического состояния пастбищных массивов Южно-Казахстанской области весьма схожи с соседними областями Южного Казахстана.

В целом, современное состояние обводненности пастбищных массивов Южно-Казахстанской области требует решения целого ряда вопросов по подготовке новых участков для мелиорации земель, создания новой сети водопойных пунктов [1,2,5] и согласования общественных скотопроектных трасс для передислокации поголовья. Экологическое состояние земель, так же как и Жамбылской области, требует к себе пристального внимания, так как негативное воздействие техногенеза и аридизация климата способствуют снижению продуктивности пастбищ.

**Кызылординская область.** Общая площадь области составляет 24902,0 тыс. га, из которых пастбищные массивы занимают площадь в 12572,7 тыс. га. Из них в категорию нарушенных отнесено 5799,0 тыс. га, в т.ч. 870 тыс. га — из-за проведения горных работ при добыче полезных ископаемых и 228,1 тыс. га занимают различные транспортные коммуникации (табл. 2).

Таким образом, общая площадь деградированных пастбищных земель равна 4700,9 тыс. га.

По своим эколого-гидрогеологическим особенностям Кызылординская область является наиболее пострадавшей в результате усыхания Аральского моря и чрезвычайного загрязнения поверхностных вод реки Сырдарья. Ситуация с деградацией пастбищ в области находится в критическом состоянии, поэтому для развития животноводства, особенно каракулеводства, необходимо создать прочную кормовую базу за счет организации поливных участков в зонах с хорошими почвенными условиями. Мелиорирование таких земель позволит обеспечить создание страховых запасов кормов, и с учетом использования накопленного опыта отгонного животноводства можно повысить эффективность мясного скотоводства и каракулеводства.

Важное место в сохранении пастбищных угодий от деградации принадлежит мониторингу. Мониторинг земель представляет собой систематические наблюдения за качественным и количественным состоянием земельного фонда, проводимые в целях своевременного выявления происходящих изменений, их оценки, прогноза дальнейшего развития и выработки рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов. Содержанием мониторинга за состоянием пастбищных угодий, в частности, является организация систематических наблюдений за изменениями почвенно-растительного покрова пастбищных территорий для своевременного принятия необходимых мер по стабилизации экологической ситуации и сохранению продуктивности пастбищ на длительное время.

Вопросы мониторинга подземных вод в свое время широко обсуждались на правительственном уровне, где Комитету геологии и недрополь-

зования Министерства индустрии и новых технологий РК было поручено организовать государственную наблюдательную сеть по всей территории республики. Такая сеть существует и, в основном, она хорошо развита в густонаселенных и урбанизированных территориях, как например, город Алматы и его окрестности, Актюбинский, Карагандинский, Павлодарский, Семипалатинский, Шымкентский и Жамбылский промрайоны. Результаты мониторинговых наблюдений излагаются в ежегодных Бюллетенях Комитета геологии и недропользования МИНТ РК. Что же касается мониторинга подземных вод на сельскохозяйственных участках, то эта проблема даже не рассматривается.

Положение с организацией мониторинга пастбищных угодий во всех областях Южного Казахстана — Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызылординской примерно одинаковое и требует к себе пристального внимания с учетом конкретных особенностей природно-экологической обстановки и уровня деградации. Наибольшее число проблем, естественно, имеется в зоне Аральского региона в Кызылординской и прилегающей к ней Южно-Казахстанской области. В этих районах, наряду с организацией мониторинга пастбищных территорий, необходим комплекс мелиоративных мероприятий, направленных на приостановление начавшихся негативных процессов деградации земель. А в Кызылординской к ним прибавляются мероприятия, необходимые для борьбы с засолением земель.

Таким образом, с учетом эколого-мелиоративного состояния пастбищных массивов и наличия имеющейся сети наблюдательных постов, в каждом районе должна быть уточнена полнота наблюдательной сети, которая давала бы возможность адекватно сопоставлять состояние почвенно-растительного покрова между участками и видеть тенденции их изменения во времени и по сезонам года. Отсюда вытекает основной вывод о необходимости тех или иных практических мероприятий, которые необходимо проводить на этих землях, чтобы предотвратить деградацию почвенно-растительного покрова и обеспечить нормальные условия для выпаса скота в течение всех сезонов года.

Расширение наблюдательной сети мониторинга на всех действующих и резервных пастбищах Южного Казахстана позволит надежно управлять их экологическим состоянием и предохранит почвенный и растительный покров на этих

территориях от деградации и опустынивания. При этом необходимым условием сохранения экологического равновесия на пастбищных экосистемах является сбалансированность негативных процессов и мелиорированность земель, способствующая снижению процессов деградации [9].

Научно-обоснованные практические мероприятия по сохранению и повышению продуктивности пастбищ, постоянная работа по поддержанию растительных сообществ, препятствующих деградации почвы, укрепление корневой системы растительного покрова путем дополнительного высева семян полезных растений, соблюдение технологии выпаса скота в конечном итоге позволят повысить кормоемкость пастбищ и снизить уязвимость их от негативных процессов техногенеза [10].

Кроме этого, необходимо возрождение и приспособление к нынешним социально-производственным отношениям на селе прежних эффективных способов скотоводства, которые веками использовались у кочевых народов Центральной Азии и Казахстана [11]. Проверенная система животноводства, вновь восстановленная в советское время, оказалась почти утраченной по причине разукрупнения сельхозпроизводителей на мелкие крестьянские хозяйства, введения частной собственности на землю и потери пастбищных угодий, прежде использовавшихся коллективными формами хозяйствующих субъектов (колхозов, совхозов). Данная проблема впервые была высказана иностранными специалистами-аграриями, которым хорошо знакома система отгонного животноводства и все её преимущества. Одной из новых форм хозяйствования в настоящее время являются ассоциации или объединения фермерских и крестьянских хозяйств при содействии сельских окружных органов власти, предоставление земель общего пользования для выпаса скота и другие мероприятия. Однако данная проблема не находит своего решения, пока не будут внесены существенные поправки в Земельный Кодекс РК [12] и другие Законы и подзаконные акты РК, касающиеся жизни и деятельности сельских тружеников, благодаря труду которых Казахстан обеспечивает свою продовольственную безопасность. Решение многих социальных проблем сельских районов страны также положительно скажется на состоянии аграрного сектора экономики Казахстана, если будет проводиться последовательная и научно-обоснованная политика, направленная на возрожде-

ние села и повышение эффективности сельскохозяйственного производства страны. Таким образом, программа возрождения отгонного животноводства в Казахстане становится важной государственной задачей. Рост поголовья скота и повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства в Казахстане могут быть достигнуты только при условии глубокого научно-обоснованного решения всех проблем и уделения внимания государства в постоянной поддержке сельхозтоваропроизводителей с помощью различных экономических послаблений и своевременной помощи по сбыту и переработке полученной продукции.

Экологическая стабильность, обеспеченность животноводства страховыми кормами, создание необходимой водной инфраструктуры на пастбищах и зимовках, обеспечение фермеров всем необходимым для организации быта и проживания в местах отгона являются неотъемлемой частью всей программы возрождения отгонного животноводства в Казахстане.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Б.И. Обводнение пастбищ пустынь. – Ташкент, 1958. – 152 с.
2. Бабенко И.И. Водоснабжение животноводческих ферм. – М., 1964. – 181 с.
3. Аскоченский А.Н. Орошение и обводнение в СССР. – М., 1967. – 224 с.
4. Рациональное использование обводнительно-оросительных систем. М., 1970. 123 с.
5. Оводов В.С. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение, 2-е изд. М., 1960. 192 с.
6. Кравчино О.П., Мазуров А.А. Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными работами. – М., 1993. С.92-109.
7. Шариков Л.П. Охрана окружающей среды. Справочник. М., 1978. 96с.
8. Касымбекова Ж., Ни Н., Гранкина Ю.. Экологотехническое состояние системы сельскохозяйственного водоснабжения в депрессивных районах Жамбылской области//Экология и устойчивое развитие, 2003, №6. С.36-39.
9. Коробкин В.И. Экология 2000г. М., 2000. С.141-152.
10. Абдраимов С.А., Сафонов В.В., Сеиткаримов А. Обогащение пустынных пастбищ Южного Казахстана посевом смеси полукустарников//Природные ресурсы пустынь и их освоение. Тезисы докл. V Всесоюз. науч. конф. Ашхабад, 14-16 октября 1986. С.239-241.
11. Традиционные знания в области землепользования в странах Центральной Азии: Информ. сборник под общ. ред. Г.Б.Бектуровой, О.А.Романовой. Алматы: S-Принт, 2007. – С.15-31.
12. Кодекс Республики Казахстан от 20.06.2003 N 442-2 «Земельный Кодекс РК». – 43 с.

УДК 551.009:621.382\_38

Г. ЕРДЕМКУЛ<sup>1</sup>

## ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Бүгінгі таңдағы геологиялық зерттеулердің ғарыштық озық технологияларын пайдаланудың әдіс-тәсілдері мен негізгі жолдары айқындалып көрсетілген. Бұл бағыттағы негізгі ғарыштық әдістері арқылы гео-эко-зерттеулерінің маңыздылығы мен онтайлылығы қамтылған.

Дается краткое описание аэрокосмических методов в геологических исследованиях, используемых для получения необходимой информации, при изучении какого-либо объекта или при прогнозировании и поиске месторождений нефти и газа, рудных полезных ископаемых и др. природных ресурсов.

Short-story description of aerospace methods is given in geological researches in-use for the receipt of necessary information at the study of some object or at prognostication and search of deposits of oil and gas, ore minerals and other of natural resources.

На сегодняшний день в современном мире комплексно рассматриваются обширные и разнообразные сведения о средствах и способах получения, обработки и геологического использования аэрокосмической информации. Во многих странах используются дистанционные и особенно космические методы геологических исследований (рис.1).

Космические методы исследования применяются и в Казахстане, например ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М.Султангазина» проводит научные исследования в области дистанционного зондирования, космического мониторинга, геоинформационного моделирования, космического материало-ведения. Созданные в Институте технологии широко используются для космического мониторинга в геологических исследованиях, мониторинга сельскохозяйственных угодий, земельных ресурсов, чрезвычайных ситуаций, экологически напряженных регионов Казахстана. Также, институт математики МО и Н РК с 1973 г. активно занимается проблемой обнаружения предвестников землетрясений из космоса с помощью ИСЗ. Их исследования показали, что, несомненно, перспективные космические наблюдения не могут быть идентифицированы без данных наземных измерений. В институте разработаны принципы комплексного использования

космических и наземных наблюдений, которые использовались в программе «Полет-М2» для оценки сейсмической опасности в различных регионах Земли.

Особо важным обстоятельством является то, что космические съемки (КС) являются высокоэкологичными. При их выполнении не нарушается целостность и не происходит загрязнение исследуемых территорий [1]. Широкое применение КС стало возможным благодаря ускоренному развитию научно-технического прогресса в 20 веке, особенно во второй его половине. В начале 1970-х годов были созданы специальные технические средства, сканерная, тепловизионная и другие виды съемок. Был значительно расширен диапазон технических возможностей и решаемых задач [1-2].

В направлении развития системы космического мониторинга территории Казахстана получены важные фундаментальные и прикладные результаты в области физических основ дистанционного зондирования Земли, разработаны и внедрены современные отечественные технологии приема и обработки космической информации, созданы математические модели и методы решения задач устойчивого развития территорий, базирующиеся на данных космического мониторинга. Кроме того, космометоды по мнению К. Абдрахманова, В. Меньшикова, М. Абдрах-

<sup>1</sup> Казахстан, 161200. г. Туркистан. ул. Валиханова, 27. Международный Казахско-Турецкий университет.

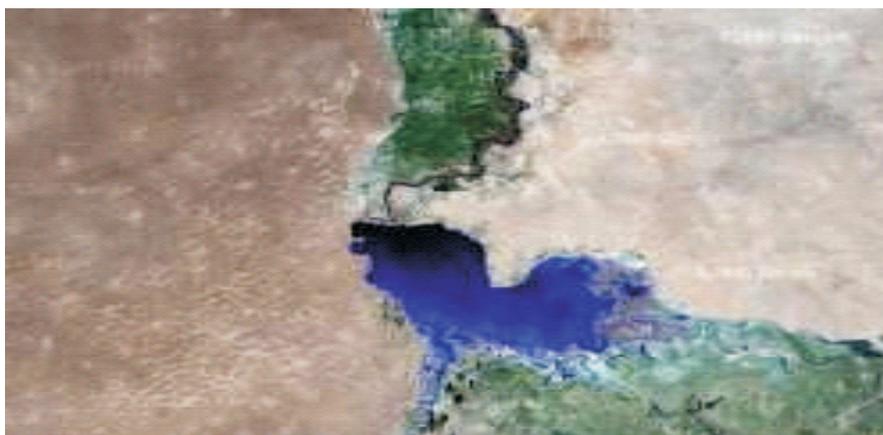


Рис. 1. Аэросъемка Чардаринского водохранилища (Казахстан)

манова в методологии космического прогноза минерального сырья должны базироваться на создании космических моделей (или портретов) крупных месторождений промышленно-генетических типов руд. Это возможно при наличии их индикаторных параметров (признаков), которые могут выявляться разными методами дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). В свою очередь индикаторные параметры месторождений выявляются на основе геолого-геодинамико-генетических моделей рудообразования. В последующем они будут изучаются методами дистанционного зондирования земли на космоснимках разного масштаба и детальности с целью обоснования их эффективности и последующего применения на прогнозируемых площадях и локализованных участках. Такой методологический подход в космическом прогнозе месторождений представляется нам наиболее результативным. Поскольку ограничиваются: а) прогнозируемые площади; б) конкретизируются индикаторные параметры, типичные для разных генетических типов месторождений. На основе этой методологии космического прогноза минеральных ресурсов будут обоснованы индикаторные параметры крупных месторождений Казахстана, изучение которых методами ДЗЗ позволит значительно локализовать металлогенический прогноз [3].

Аэрокосмические фотосъемки используются также при изучении стратиграфии и литолого-петрографического состава пород, на космических снимках высокого разрешения в видимом диапазоне породы различного литолого-петрографического состава и возраста в открытых районах дешифрируются по цвету, фототону или рисунку изображения. Осадочные породы обособляются от изверженных магматических и мета-

морфических, консолидированные осадки — от рыхлых. Даже на очень мелкомасштабных глобальных снимках выделяются темноцветные пятна древних изверженных пород в Африке и на Аравийском полуострове. Выходы осадочных и метаморфических пород выделяются среди рыхлых четвертичных отложений характерным параллельно-полосчатым рисунком, который может отражать слоистость и дислоцированность пород. Рыхлым четвертичным отложениям обычно свойственна неопределенно-пятнистая структура изображения, а магматические породы часто отличаются наиболее ровным, бесструктурным тоном. В районах с растительным покровом прямые дешифровочные признаки теряют свое значение и возрастает роль косвенного дешифрирования. Разумеется, изучение по космическим снимкам стратиграфии и состава пород актуально для геологически малоисследованных районов. В условиях же высокой геологической изученности, например территории нашей страны, несравненно большее значение имеет структурно-тектоническое изучение территории, для чего космические снимки дают уникальную информацию.

Применение материалов КС становится обязательным в системе геологической службы страны при проведении геологосъемочных работ среднего и крупного масштабов. Они все более широко используются при прогнозировании и поиске месторождений нефти и газа, рудных полезных ископаемых, кимберлитовых трубок, строительных материалов, подземных вод. Значительные успехи были достигнуты в области использования космоматериалов при изучении состояния природной среды, выявлении уровня и источников ее загрязнения, проведении мониторинга природных систем, подверженных ин-

тенсивному антропогенному воздействию, проведении геоэкологического картографирования [4-6].

Технические средства дистанционного зондирования (ДЗ) нового поколения позволяют получать с космических носителей информацию в нескольких диапазонах электромагнитного спектра с регистрацией измерений в цифровой форме с малым (1000 м и более), средним (600–300 м) и высоким (10–<1 м) пространственным разрешением. Пространственное разрешение является одним из главных параметров ДЗ. Наряду с задачами исследования состояния ОС и картографирования ресурсов мелкого (1: 5000 000 – 1: 500 000) и среднего (1: 200 000 – 1:50 000) масштабов, когда требуется невысокое пространственное разрешение, все больше решается задач методами ДЗ при крупномасштабных (1: 25 000 и крупнее) исследованиях, когда требования к разрешению ограничиваются техническими воз-

можностями ДИ. Применение космических методов в геологических исследованиях имеет исключительно важное значение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Поцелуев, доцент, Ю.С. Ананьев, доцент, В.Г. Житков, доцент Томский политехнический университет, г. Томск, Россия. Центр дистанционных исследований и мониторинга окружающей среды, г. Томск, Россия.
2. Корчуганова Н.И. Геологические структуры на космических снимках.
3. К. Абдрахманов, В. Меньшиков, М. Абдрахманов, *Казахстанская Правда*, 5 декабря 2008.
4. Кирсанов А.А. Развитие дистанционных методов изучения нефтегазоносных территорий // *Отечественная геология*, 1994, № 6. С. 34–38.
5. Перцов А. В. Аэрокосмические методы в геологии на рубеже веков // *Отечественная геология*, 1999, № 1. С. 7–12.
6. Поцелуев А.А., Архангельский В.В. Дистанционные методы исследования окружающей среды. Учебное пособие для вузов. Томск: СТТ, 2001. 184 с.

*Коллектив Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина сердечно поздравляет академика НАН РК А.К. Джакелова со славным юбилеем, искренне желает новых творческих успехов, доброго здоровья и счастья на долгие годы!*

*Редколлегия*



### **ДЖАКЕЛОВ АБДИКАППАР КЕНЖЕБАЕВИЧ**

*(к 80-летию со дня рождения)*

9 мая 2012 года исполняется 80 лет крупному ученому-гидрогеологу страны, академику Национальной Академии наук Республики Казахстан, академику Инженерной академии РК, члену-корреспонденту Международной инженерной академии, лауреату Государственной премии СССР и имени К.И. Сатпаева, доктору геолого-минералогических наук, Главному научному сотруднику Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина **Абди-каппару Кенжебаевичу Джакелову**.

А.К. Джакелов родился 9 мая 1932 г. в колхозе Пулаткоши Жамбылского района Жамбылской области, где в годы войны и послевоенные годы во время летних каникул начал свою трудовую деятельность в колхозе. За проявленную активность, высокие показатели работы он в возрасте 16 лет был награжден медалью СССР «За доблестный труд во время Великой Отечественной войны в 1941-1945 гг.».

В 1954 г. окончил геологоразведочный факультет Казахского горно-металлургического института, получив специальность инженера-гидрогеолога, направлен на работу в Северо-Казахстанское геологическое управление, где занимался поисками пресных подземных вод для вновь создаваемых целинных совхозов. За высокую эффективность проведенных исследований, позволивших обеспечить доброкачественными источниками подземных вод много-

численные целинные совхозы, Джакелов А.К. был награжден медалью «За освоение целинных земель».

С 1958 г. работал старшим гидрогеологом, главным инженером и начальником гидрогеологической партии в Южно-Казахстанской и Жамбылской экспедициях Казахского гидрогеологического треста. Был ответственным исполнителем и методическим руководителем поисковых, разведочных работ, выполненных на Талас-Ассинском междуречьи, в предгорье Киргизского Алатау, долинах рек Бадам и Сайрам. За открытие Талас-Ассинского и Тассай-Аксуцкого месторождений подземных вод он дважды награжден дипломом и значком «Первооткрыватель месторождения».

А.К. Джакелов свою сложную производственную деятельность постоянно совмещает с проведением научных исследований. Его первые научные труды посвящены установлению региональных закономерностей формирования подземных вод южной, юго-восточной части Шу-Сарысуской впадины, песчаного массива Мойынкум. Результаты этих работ, дополненные данными экспериментальных исследований, легли в основу его кандидатской диссертации, успешно защищенной в 1969 г.

В 1964-1990 г.г. А.К. Джакелов плодотворно трудится в системе Мингео КазССР: главным инженером Казахского гидрогеологического треста, началь-

ником Опытной-Методической и Центральной гидрогеологических экспедиций, генеральным директором объединения «Казгидрогеология». Этот период его работы совпал с бурным развитием геологоразведочных работ на нефть, газ и химическое сырье. Освоение их выявленных запасов, строительство на их базе добывающих и перерабатывающих предприятий потребовали усиления работ по поискам и разведке источников подземных вод в безводных районах Западного и Южного Казахстана. Для решения этих задач им были организованы поисково-разведочные работы с целью выявления новых месторождений подземных вод; проводились специальные экспериментальные исследования по установлению закономерностей формирования ресурсов подземных вод песчаных массивов в отмеченной части Казахстана, а также в пределах сложного Шу-Сарысусского артезианского бассейна. Результаты его многолетних исследований были изложены в виде крупной монографии, которая в 1984 г. была защищена в качестве докторской диссертации. В ней им развиты идеи и взгляды ряда крупных ученых страны по вопросам происхождения пресных подземных вод в аридной зоне, теории образования различных типов рассолов в условиях артезианских бассейнов, низкоминерализованных содовых вод, залегающих в глубоких частях недр.

Под руководством А.К. Джакелова в Республике были проведены большие объемы гидрогеологических работ для водоснабжения различных объектов сельского хозяйства. Для повышения их эффективности им были приняты меры по внедрению прогрессивной методики поисков подземных вод в низкогорных областях Центрального и Восточного Казахстана, а также прогрессивных способов бурения гидрогеологических скважин. Большое внимание А.К. Джакелов уделяет развитию научных исследований в производственных условиях. По его инициативе в руководимом им объединении «Казгидрогеология» были организованы лаборатории по изучению изотопного, газового состава подземных вод, определению их возраста. Он принимает активное участие в исследованиях, связанных с проблемами экологически неустойчивых районов Арала и Балхаша. Результаты этих исследований опубликованы в коллективных монографиях и многочисленных статьях.

Многогранная активная производственная деятельность А.К. Джакелова отмечена высокими правительственными наградами. Он награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени, Почетной грамотой Верховного Совета Каз.ССР и знаком «Отличник разведки недр». В 1981 г. за разработку

теоретических основ и методики разведки пресных подземных вод и их внедрение, обеспечивших эффективное решение проблемы водоснабжения крупных городов и промышленных центров страны он был удостоен звания Лауреата Государственной премии СССР, а в 1992 г. награжден медалью «За заслуги в разведке недр»; за высокие результаты работ награжден медалью «За доблестный труд к 100-летию со дня рождения В.И. Ленина». За высокие производственные показатели он был занесен в Книгу Трудовой славы.

С 1990 г. А.К. Джакелов переходит в систему НАН РК, работает зам.директора Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР и одновременно зав.лабораторией. Здесь он проводит фундаментальные исследования, связанные с выяснением генезиса подземных вод высокогорных областей Тянь-Шаньского орогенного пояса, их предгорных равнин, оценкой роли гляциальной зоны и вечномерзлых пород в пополнении ресурсов подземных вод горных и предгорных районов. Особое внимание было уделено установлению закономерностей формирования глубокого подземного стока, разработке методов его количественной оценки. Под его руководством проводились также работы по изучению степени радиоактивного загрязнения подземных и поверхностных вод зоны Семипалатинского ядерного полигона, выделению участков сильного радиоактивного загрязнения, установлению площадей, где подземные воды могут использоваться для хозяйственно-питьевых нужд населения.

Его вклад в решение сложных научных проблем отмечен Правительством и Академией наук Республики. Указом Президента РК был награжден юбилейной медалью «В честь 65<sup>ой</sup> годовщины победы в Великой Отечественной войне». За цикл работ по разработке научных основ комплекса методов гидрогеологического прогнозирования ему присуждена премия им. Академика К.И. Сатпаева.

Он был членом Правительственной комиссии по подготовке Водного кодекса, Закона о недрах РК, заместителем председателя экспертного совета ВАК РК по наукам о Земле, членом диссертационного совета по гидрогеологии, а также Республиканского Совета по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений, заместителем председателя Совета по проблемам экологии НАН РК.

На всех должностях на производстве и в сфере науки А.К. Джакелов удачно сочетает в себе качество умелого, инициативного руководителя и незаурядного исследователя. Он автор более 100 научных трудов, в том числе четырех монографий.



**ВОЦАЛЕВСКИЙ  
ЭДГАРД  
СЛАВОМИРОВИЧ**

Научная и геологическая общественность Республики Казахстан понесла тяжелую, невосполнимую утрату, 6 марта 2012 года ушел из жизни главный научный сотрудник Института геологических наук им. К.И. Сатпаева Воцалевский Эдгард Славомирович.

Печальная весть о смерти крупнейшего ученого, выдающегося деятеля науки по геологии нефти и газа Эдгарда Славомировича Воцалевского объединяет в скорби всех геологов Казахстана и всех, кто его знал, далеко за пределами Республики. Имя этого замечательного ученого было окружено большим уважением всех, кто его знал, и с ним сотрудничал по работе. Его научная слава в нефтегазовой геологии была велика и бесспорна. Его с глубоким уважением встречали на научных и практических совещаниях. Его авторитет в геологии нефти и газа был непоколебим. Он составил бы гордость всякого коллектива, который считал бы его руководителем своих научных разработок.

Э.С. Воцалевский по достоинству представлял казахстанскую геологическую науку в ближнем и дальнем зарубежье. В его лице подлинная наука по геологии нефти и газа, знающая только познания и раскрытия богатств углеводородного сырья в интересах Республики и его народа, имела ученого без упрека. Он был неистощимым источником научного, теоретического богатства нефтегазовой геологии. Он зажигал своей исследовательской страстью коллектив сотрудников, работающих рядом с ним, вооружая их живой струей оптимизма.

Эдгард Славомирович Воцалевский родился 21 октября 1935 г. в Читинской области Российской Федерации. После окончания Грозненского нефтя-

ного института (1959 г.) он был направлен на работу в Казахстан (г. Гурьев) в Казахский научно-исследовательский геолого-разведочный нефтяной институт (КазНИГРИ). Занимал должности: старший лаборант; научный сотрудник; заведующий лабораториями подсчетов запасов нефти и газа; поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений; прогноза нефтегазоносности осадочных бассейнов Западного Казахстана (1957-1974 гг.) заместитель директора института по научной работе (1974-1978 гг.). Развитие направлений: оценка запасов нефти и газа месторождений Узень, Тенге, Жетыбай и др.; разработка методики разведки многопластовых нефтегазоносных месторождений; оценка нефтегазоносности потенциала осадочных бассейнов Западного Казахстана; научное обоснование первоочередных направлений месторождений нефти и газа (1959-1978 гг.).

Переведен главным геологом, заместителем генерального директора объединений «Казнефтегазгеология», «Гурьевнефтегазгеология», Главного территориального управления «Прикаспийгеология». Руководство разработкой и реализация крупных программ развития геологопоисковых и разведочных работ нефти и газа в Казахстане. Реализация направлений поисков новых месторождений нефти и газа в осадочных бассейнах преимущественно Западного Казахстана и прилегающих районах России (1978-1991 гг.).

В 1968 г. Воцалевский защитил кандидатскую, а в 1990 г докторскую диссертацию. В 1994 г. ему присваивается звание профессора, а в 1996 г. он избирается действительным членом (академиком) Национальной Инженерной Академии наук РК.

С 1991 г. Воцалевский Э.С. главный научный сотрудник лаборатории нефти и газа Института геологических наук им. К.И. Сатпаева. Научный руководитель работ Института в области нефтяной геологии и ряда проведенных совместных научно-исследовательских проектов с Университетом Южной Каролины и Юта (США), с зарубежными фирмами компаний Шеврон, Эксон-Мобил, Бритиш Петролиум, Японским Консорциумом и др.

Опубликовано в печати свыше 150 научных трудов, в том числе пять монографий, посвященные обоснованию перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Казахстана. Он один из авторов Закона РК «О нефти» и член Государственной комиссии РК по запасам, экспертного совета Государственной аттестационной комиссии РК. Он выделялся среди ученых творческой энергией и умением отстаивать свои позиции и организаторским талантом.

Удостоен Государственной премии СССР за открытие и ускоренную разведку нефтяных месторождений на полуострове Бузачи (1982 г.) и Государственной премии РК (2009 г.).

Награжден орденами Трудового Красного Знамени, Парасат и медалями СССР и РК.

Признан первооткрывателем месторождений Каламкас, Забурунье, Карачаганак. Профессор-консультант Университета Южной Каролины (США). Член Межведомственной комиссии по делам первооткрывателей, редколлегий журналов «Геология Казахстана», «Нефть и газ Казахстана», известия «Серия Геологическая» НАН РК, зам. Председателя Совета по присуждению кандидатских и докторских степеней.

Вся научная и геологическая общественность вместе с семьей в тяжелый час невосполнимой утраты чтят память выдающегося ученого и замечательного человека, державшего с подлинным достоинством знамя геологической науки. Светлая память об Эдгарде Славомировиче навсегда останется в сердце каждого из нас.

*Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева  
Отдел «Нефти и газа»  
Редколлегия*

## **УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!**

Прошло более семидесяти лет, как издается журнал «Известия НАН РК. Серия геологическая», а с 2011 г. «Серия геологии и технических наук». За период существования журнал завоевал широкий круг читателей и стал известен не только в Казахстане, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

В журнале на русском, казахском и английском языках публикуются актуальные статьи, в которых отражаются результаты исследований по всем отраслям геологии, минерагении, месторождений твердых полезных ископаемых, нефти и газа, геофизики, гидрогеологии, экологии, географии, а также статьи методического характера. Все годы он служит источником оперативной информации о новейших достижениях науки для широкого круга геологов и призван способствовать повышению эффективности геологических исследований.

Приятно сознавать, что высокий научный уровень опубликованных статей и актуальность решаемых проблем не оставили равнодушными читателей: журнал удостоен диплома в номинации «Ведущие казахстанские научные журналы с высоким **импакт-фактором** в области естественных и технических наук».

Мы приглашаем к сотрудничеству всех заинтересованных лиц, желающих поделиться своими идеями, мыслями и фактическими материалами на страницах нашего журнала.

**Наш адрес: Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.  
Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, ком. 334**

**Контактный телефон: 8(727)291-59-38, факс 8(727)2915679**

**Электронная почта: [ignkis@mail.ru](mailto:ignkis@mail.ru)**

*Адрес редакции:*

Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.  
Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334.  
Тел.: 2-91-59-38

Редактор: *Ж. М. Нургожина*  
Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 7.05.2012.  
Формат 70x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
7 п.л. Тираж 300. Заказ 2.

---

*Национальная академия наук РК*  
050028, Алматы, ул. Шевченко 28, т. 293-95-07, 272-13-19, 272-13-18