

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2024.4.1-22>

EDN AGNUEN

УДК 553.98:556.3(575.1)

**Особенности распределения микроэлементов
в приконтурных водах нефтегазовых залежей
Бухаро-Хивинского региона – как поисковые факторы
и гидроминеральное сырье**

¹Шоймуротов Т.Х., ¹Каршиев О.А., ²Хакимзянов И.Н.

¹ГУ «Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений»

Министерства горно-добывающей промышленности и геологии

Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

²Институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, Бугульма, Россия

**Features of the distribution of microelements
in the marine waters of oil and gas deposits
of the Bukhara-Khiva region – as exploration factors
and hydromineral raw materials**

¹T.Kh. Shoimurotov, ¹O.A. Karshiev, ²I.N. Khakimzyanov

¹State Institution «Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields» of the Ministry
of Mining Industry and Geology of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

²TatNIPIneft Institute - PJSC TATNEFT, Bugulma, Russia

E - mail: igirnigm@ing.uz

Аннотация. В статье рассматриваются особенности распределения микроэлементов в приконтурных и законтурных водах нефтегазовых месторождений Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона и пути их использования в качестве гидроминеральных ресурсов. Пластовые воды во многих месторождениях углеводородного сырья являются обязательным элементом нефтяных и газовых залежей. Подземные минеральные воды и рассолы – это ценное минеральное сырье, представляющее интерес для извлечения при кондиционном содержании ряда микрокомпонентов и редких элементов, а также различных солей.

В мезозойских отложениях исследуемой территории пластовые воды представляют собой сложные растворы, насыщенные различными минеральными солями, микрокомпонентами и редкими элементами. Изучение проб пластовых вод из приконтактных зон на содержание редких и рассеянных элементов дает возможность проследить изменения их концентрации в зависимости от положения опробованного интервала, относительно контакта вода-углеводород, в плане и по разрезу. Для совместного учета удаленности изучаемого объекта от залежи по разрезу и по площади в работе использованы графики пространственного изменения содержаний редких элементов относительно положения залежи УВ.

На основе проведенного исследования установлено, что в распределении микрокомпонентов и редких элементов в системе залежь-вода-порода, в гидрохимической обстановке смещённого фазового равновесия для большинства микроэлементов проявляется связь их повышенных концентраций со скоплениями УВ. Основные проявления взаимодействия – геохимические процессы распространения компонентов в залежи и вмещающие их породы, а также окружающие подземные воды. В результате такого массопереноса вокруг залежи нефти и газа образуются водные ареолы рассеяния микроэлементов. Такие явления установлены в ряде структур и месторождений региона, особенно в пластовых водах юрского водонапорного комплекса.

Ключевые слова: микрокомпоненты, микроэлементы, подземная вода, гидроминеральное сырье, отложения, регион, бассейн, углеводород, залежь, месторождения

Для цитирования: Шоймуротов Т.Х., Каршиев О.А., Хакимзянов И.Н. Особенности распределения микроэлементов в приконтурных водах нефтегазовых залежей Бухаро-Хивинского региона – как поисковые факторы и гидроминеральное сырье // Нефтяная провинция.-2024.-№4(40).-С. 1-22. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.4.1-22>. - EDN AGNUEN

Abstract. The article examines the distribution features of trace elements in the marginal and aquifer waters of oil and gas fields in the Bukhara-Khiva oil and gas region and ways of using them as hydromineral resources. Formation waters in many hydrocarbon deposits are an essential element of oil and gas deposits. Underground mineral waters and brines are valuable mineral raw materials of interest for extraction with a standard content of a number of microcomponents and rare elements, as well as various salts.

In the Mesozoic deposits of the study area, formation waters are complex solutions saturated with various mineral salts, microcomponents and rare elements. Studying formation water samples from near-contact zones for the content of rare and trace elements makes it possible to trace changes in their concentration depending on the position of the sampled interval relative to the water-hydrocarbon contact, in plan and along the section. To jointly take into account the remoteness of the studied object from the deposit along the section and by area, the work uses graphs of spatial changes in the contents of rare elements relative to the position of the hydrocarbon deposit.

Based on the conducted research, it was established that in the distribution of micro-components and rare elements in the reservoir-water-rock system, in the hydrochemical environment of displaced phase equilibrium for most microelements, a connection is manifested between their increased concentrations and hydrocarbon accumulations. The main manifestations of interaction are geochemical processes of distribution of reservoir components and the rocks enclosing them, into the surrounding groundwater. As a result of such mass transfer, water areoles of microelement dispersion are formed around the oil and gas reservoir. Such phenomena have been established in a number of structures and deposits in the region, especially in the formation waters of the Jurassic aquifer complex.

Key words: *microcomponents, microelements, underground water, hydromineral raw materials, deposits, region, basin, hydrocarbon, deposit, fields*

For citation: T.Kh. Shoimurotov, O.A. Karshiev, I.N. Khakimzyanov Osobennosti raspredeleniya mikroelementov v prikonturnykh vodakh neftegazovykh zalezhey Bukharo-Khivinskogo regiona – kak poiskovyue faktory i gidromineral'noye syr'ye [Features of the distribution of microelements in the marine waters of oil and gas deposits of the bukhara-khiva region – as exploration factors and hydromineral raw materials]. Neftyanaya Provintsiya, No. 4(40), 2024. pp. 1-22. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.4.1-22>. EDN AGNUEN (in Russian)

Введение. В настоящее время во многих странах мира уделяется большое внимание использованию подземных промышленных вод для комплексного извлечения из них полезных компонентов. Подземные минеральные воды и рассолы – это ценное минеральное сырье, представляющее интерес для извлечения при кондиционном содержании ряда полезных компонентов – йода, брома, бора, лития, рубидия, стронция, молибдена, вольфрама, германия, рения, скандия и других элементов и их соединений, а также различных солей – поваренной, сульфата натрия, хлористого кальция, магниевых, калиевых и др. В ряде развитых стран (США, Япония, Италия, Германия и др.) достигнуты успехи в использовании гидроминерального сырья для добычи микрокомпонентов, редких элементов и минеральных солей, при этом ежегодная доля добычи из этого сырья составляет: поваренных солей – 30 %, калийных – 9 %, соды – 10 %, сульфат натрия – 30 %, хлорида кальция – 22 %, йода – 85 %, брома – 90 %, бора – 25 %, магния – 25 % и лития – 30 % [1, 2].

Современный уровень развития науки и техники создал условия для

экономически выгодного использования ресурсов, которые ранее учитывались лишь на отдаленную перспективу. Поэтому не только освоенные промышленностью типы месторождений имеют значение, но и любые возможные источники сырья, непригодные сегодня, которые могут быть завтра рентабельными, если будут разработаны новые технологии их поиска, переработки и утилизации. В свете вышеизложенного, отраслевая «Программа изучения редких и редкоземельных элементов на территории Республики Узбекистан до 2025 года» [3] еще раз подтверждает актуальность и своевременность проведения исследований по изучению сточных вод в промыслах нефтегазовой отрасли.

В зависимости от минерализации, ионно-солевого и газового состава, термобарических и гидродинамических условий нахождения подземные воды в промышленном отношении рассматриваются как питьевые, технические и бальнеологические, использующиеся в целях теплоснабжения и как источник генерации электроэнергии. Минерализованные подземные воды с высоким содержанием макро- и микрокомпонентов, а также их соединений, нередко выступают в качестве «жидких руд» и используются как гидроминеральное сырье для химической, легкой и пищевой промышленности, а также применяются в сельском хозяйстве, медицине и других отраслях. Подземные воды являются основным источником получения таких микроэлементов, как йод и бром [4, 5].

Пластовые воды во многих месторождениях углеводородного сырья являются обязательным элементом нефтяных и газовых залежей. Наряду с вмещающей структурой, водоносный горизонт, приуроченный к продуктивным отложениям, составляет естественную границу всех промышленно значимых залежей углеводородов (УВ). Поэтому любой нефтегазоносный бассейн является лишь частью гидрогеологического бассейна и подчиняется общим закономерностям его развития [6, 7].

Результаты изучения подземных промышленных вод Западного Узбекистана, особенностей их распространения и условий формирования освещены Б.А. Бедером, Л.С. Балашовым, А.Н. Султанходжаевым, В.А. Кудряковым, А.С. Хасановым, Л.А. Калабугиным, Т.Н. Авазовым, Д.С. Ибрагимовым, С.А. Бакиевым, А.М. Шапиро, Т.И. Муминджановым, Т.Х. Шоймуратовым и др.

Результаты исследования. Совместное залегание в недрах подземных вод и залежей УВ обуславливает их взаимное взаимодействие, которое, в частности, отражается в изменении химического состава подземных вод под влиянием залежей УВ и горных пород. При этом в пластовых системах породы-УВ-подземная вода осадочных бассейнов образуются водные ореолы залежей (зоны влияния микроэлементного состава пород или взаимодействия залежей УВ и подземных вод), без изучения которых не представляется возможным выяснения особенностей распределения гидрохимического поля в зоне нефтегазопроискового зондирования.

Использование особенностей распределения в природных системах различных типов водных ареолов позволяет однозначно и более определенно подходить к интерпретации материалов при гидрохимических исследованиях для локального прогноза нефтегазоносности [7]. В целях повышения эффективности научных разработок нефтегазопроисковой гидрогеологии, при оценке перспектив структур, помимо органо-газохимических показателей используется микроэлементный состав подземных вод в качестве дополнительных показателей продуктивности локальных структур на нефть и газ.

Исследование распространения микроэлементов в приконтурных и законтурных водах нефтяных и газовых залежей Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона (БХНГР) было направлено и на выявление их связи с нефтегазоносностью локальных структур и показателей наличия нефти и газа в отдельных элементах (Рис. 1). Для совместного учета удаленности

изучаемого объекта от залежи по разрезу и по площади, в работе использованы графики пространственного изменения содержаний редких элементов относительно положения залежи УВ [8, 9].

В пределах контурных вод юрского водонапорного комплекса месторождения Сев. Майманак (XV+XVa и XVIII горизонты) обнаружено повышенное содержание Rb, Sr, Се и Cr и изменение их концентрации происходит на различном удалении от контура газонефтеносности. Масштабы арельного эффекта, рассчитанные по графику их пространственного изменения, составляют по площади и разрезу соответственно для элементов: Sr-50/25 м, Со - 150/20 м, Rb - 100/30 м, Cr - 92/40 м, Sb - 68/50 м, Се - 220/18 м и Cs - 120/18 м (Рис. 2).

В водах газонефтяного месторождения Джарчи, расположенного в зоне сочленения Денгизкульского поднятия с Кушабским прогибом, изучены содержания редких элементов Rb, Sr, Au, Се, Cs, Sb в приконтурных водах. Общей тенденцией изменения гидрохимических условий является рост минерализации и концентрации редких элементов вверх по разрезу и от свода структуры к ее периферийным частям и с востока на запад и юго-запад. Тенденция изменения гидрохимических параметров по разрезу и по площади в депрессионной зоне верхней юры отражает процесс установления геохимического равновесия в системе залежь-вода-порода в обстановке затрудненного водообмена и влияние гидродинамической обстановки. Рост концентрации Rb и Cs, возможно, связано с направлением движения элизионных вод со стороны Бешкентского прогиба. Следовательно, арельное распространение концентрации Rb, Cs, Sb на расстоянии от контура залежи газа с нефтяной оторочкой составляет [10]: для Rb-260/75 м, Cs-380/48 м, Sb-165/15 м (Рис. 3).

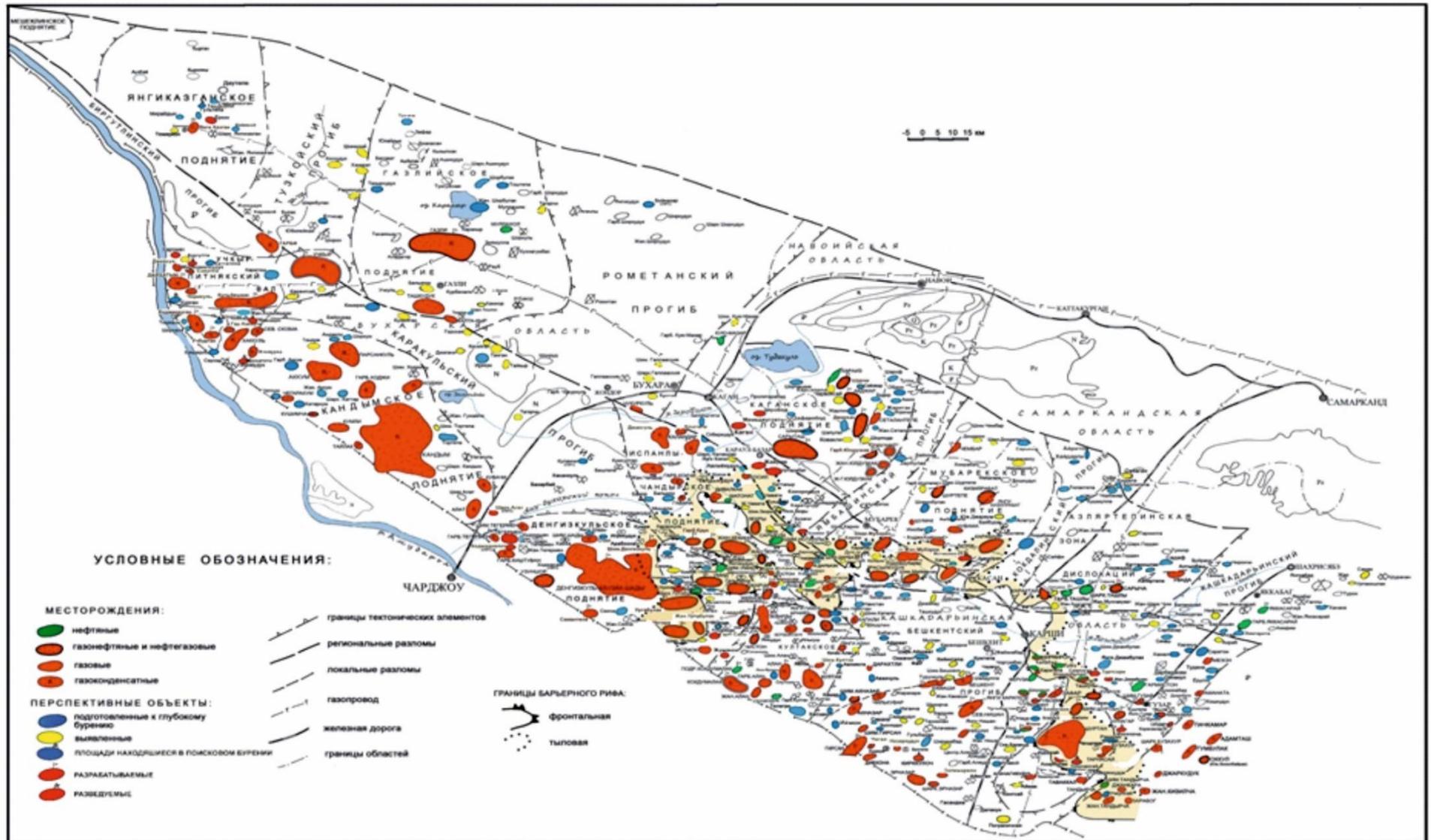


Рис. 1. Обзорная карта района работ (по материалам ГУ «ИГИРНИГМ», 2024 г.)

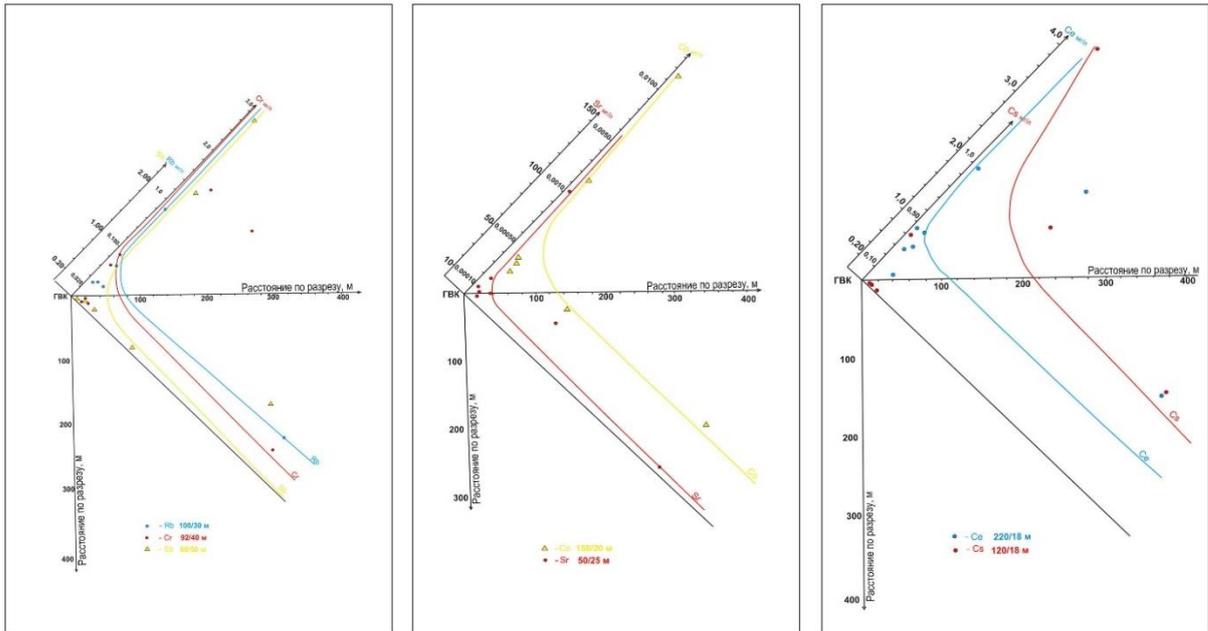


Рис. 2. График пространственного изменения содержания редких элементов пластовых вод (XV и XVIII горизонты) с приближением к ГVK месторождения Сев.Майманак

Содержание редких элементов в верхнеюрских пластовых водах XV_{нр} и XV_р горизонтов месторождения Кокдумалак изучены в пробах вод приконтурной скважины Кокдумалак-5 (два объекта) и в законтурной площади Охир-1 (четыре объекта).

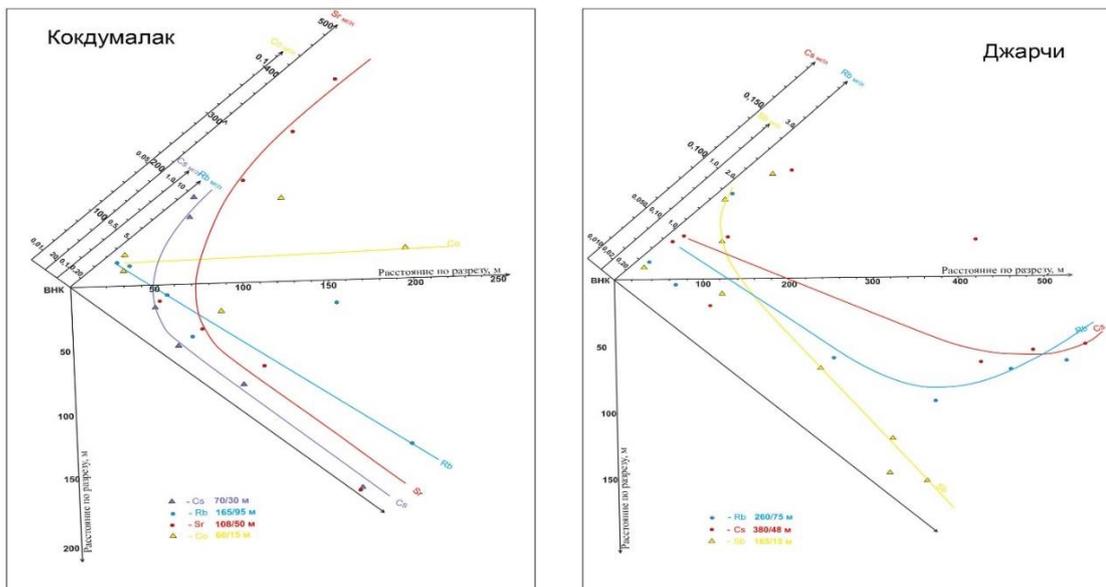


Рис. 3. График пространственного изменения содержания редких элементов пластовых вод (XV горизонт) с приближением к ВНК месторождений Кокдумалак и Джарчи

Различное изменение гидрохимической обстановки по площади и по разрезу структуры обуславливает неоднозначное и широкое изменение содержаний редких элементов в приконтурных и законтурных водах месторождения. Однако в распространении элементов Co, Cs, Sr, Rb обнаружено увеличение их концентрации вблизи ВНК, несмотря на значительные колебание значений: Co - 60/15 м, Cs - 70/30 м, Sr - 108/50 м и Rb - 165/95 м (Рис. 3).

На Газлинском поднятии, на нефтяном месторождении Муллахол в пластовых водах нижнего мела (XII продуктивный горизонт) изучены такие редкие элементы как Sr, Rb, Ce, Li, Be, Ge. На особенности изменений содержаний редких элементов в различной степени повлияла гидрохимическая обстановка меловых и юрских отложений месторождения. На Газлинском поднятии существует зона, в которой происходят процессы смешивания высокоминерализованных вод, нижележащих горизонтов с водами XIII и XII горизонтов. Эти процессы протекают с различной интенсивностью в течении длительного геологического времени, что привело к неравновесному состоянию и формированию зоны со сложной гидрохимической обстановкой, химическим составом пластовых вод при взаимодействии с залежами УВ.

Содержание Sr, Rb, Li в приконтурных водах месторождения Газли увеличивается с ростом минерализации и метаморфизации при широком диапазоне изменения концентрации, при отсутствии повышения их значений по мере приближения к водонефтяному (ВНК) и газоводяному (ГВК) контактам. На многообразие факторов, обуславливающих взаимодействие УВ и влияние составляющих их компонентов на приконтурные воды, в основном, оказывает водонапорная система Зеравшанской впадины с явными признаками инфильтрационного водообмена, а также длительная разработка крупной Газлинской залежи УВ в большом объеме.

Содержание редких элементов (Rb, Cr, Sr, Sb, Ce, Cs, Eu, Ni) в верхнеюрских приконтурных водах (XV_{нр} и XV_р горизонты) газоконденсатных месторождения Жейнов и Пирназар, колеблется в широких пределах – от низких концентраций до высоких их значений, т.е. в приконтурных скважинах, в водах, полученных вблизи ГВК, значения редких элементов изменяется от очень низких до аномально высоких значений и, в целом, прослеживается тенденция увеличения концентрации их значений по мере приближения к ГВК при минимальных значениях концентрации в законтурных скважинах. Ареальное распространение редких элементов в пластовых водах месторождения Жейнов отмечается в следующем порядке: Cr - 60/56 м, Sr - 100/70 м, Ce - 78/65 м, Eu - 100/38 м, Ni - 100/40 м, а в месторождении Пирназар – Cr - 85/45 м, Sb - 120/40 м, Sr - 105/40 м, Ce - 60/50 м, Eu - 90/40 м, Ni - 80/58 м, Rb - 80/45 м (Рис. 4, 5).

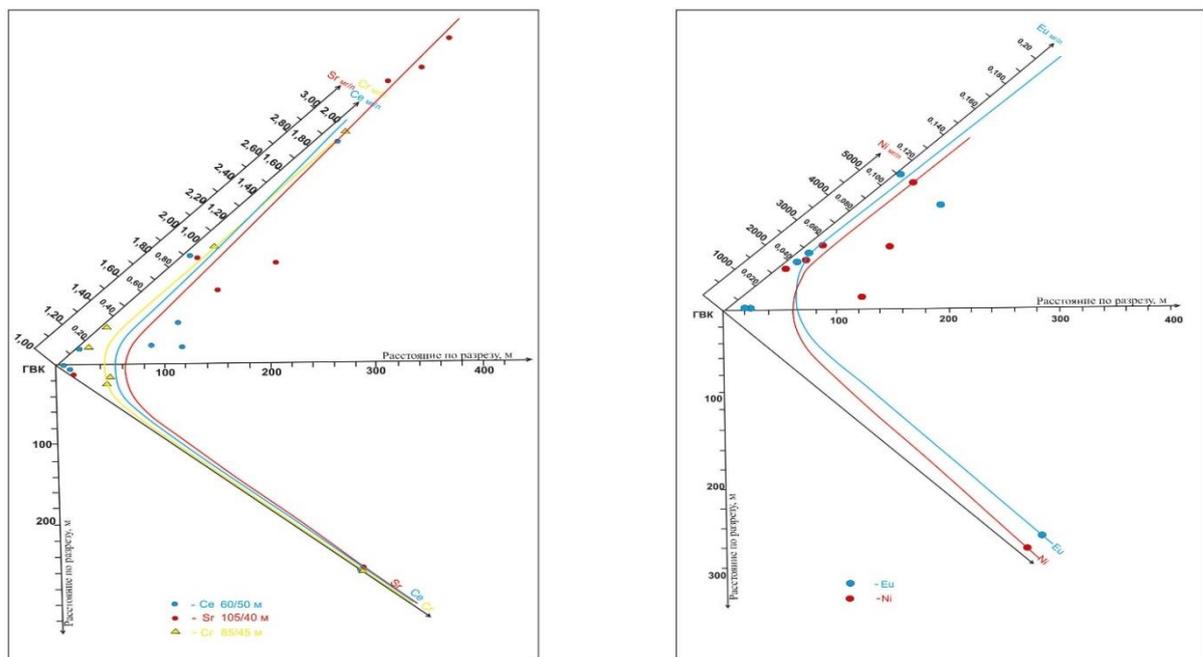


Рис. 4. График пространственного изменения содержания редких элементов пластовых вод (XV горизонт) с приближением к ГВК месторождения Жейнов

Таким образом, изучение влияния УВ на содержание редких элементов в приконтурных и законтурных водах юрского воднапорного комплекса

показало, что рост концентрации элементов происходит в различной степени и на различном расстоянии от ВНК и ГВК и, в основном, в зависимости от гидрохимических и гидродинамических условий месторождений.

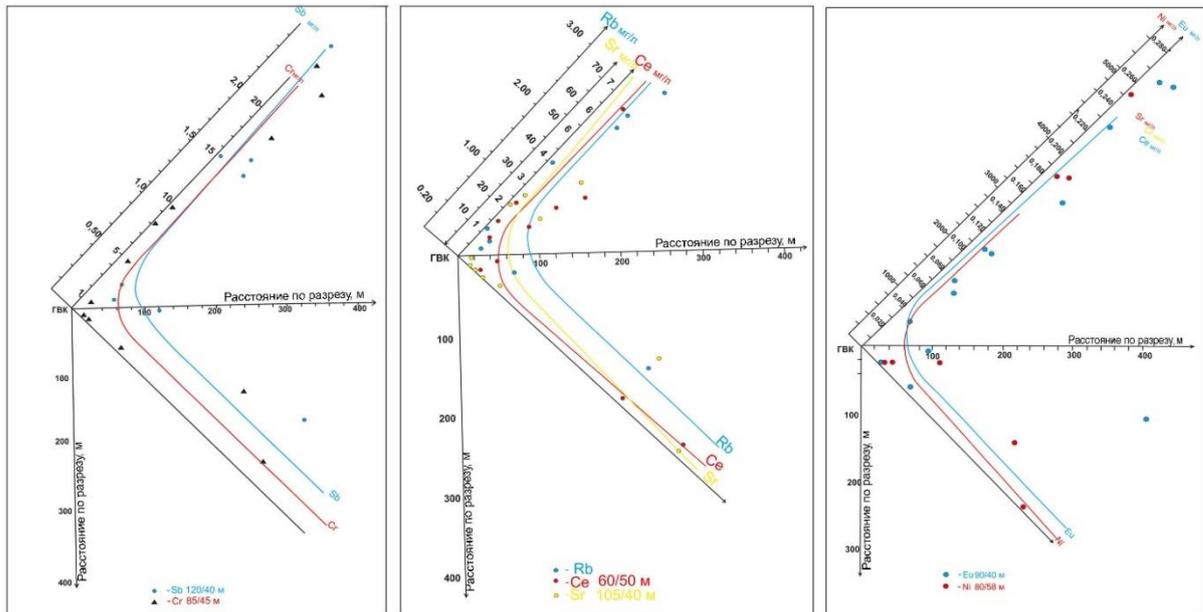


Рис. 5. График пространственного изменения содержания редких элементов пластовых вод (XV горизонт) с приближением к ГВК месторождения Пирназар

Гидрохимические и гидродинамические условия во многом определяют миграционные способности микроэлементов, их склонность к рассеиванию и концентрации в подземных водах.

Результаты проведенных исследований по выявлению влияния скоплений УВ на окружающие их подземные воды показали, что углеводородные и неуглеводородные компоненты (редкие и рассеянные элементы) в условиях смещённого фазового равновесия находятся в сложном взаимодействии с окружающими подземными водами и породами. Основные проявления взаимодействия – геохимические процессы распространения компонентов залежи и вмещающих их пород в окружающие подземные воды. В результате такого массопереноса вокруг залежи нефти и газа образуется водные ареолы рассеяния микроэлементов [10].

Таким образом, на основе рассмотренных материалов установлено, что в распределении микрокомпонентов и редких элементов в системе залежь-вода-порода, а также в гидрохимической обстановке смещённого фазового равновесия для большинства микроэлементов проявляется связь повышенных концентрации со скоплениями УВ. Такие явления установлены в ряде структур и месторождений исследуемой территории, особенно в пластовых водах юрского водонапорного комплекса. Соответственно, установленную зависимость изменения содержания редких элементов от расстояния ВНК и ГВК можно использовать в качестве поискового показателя при прогнозе нефтегазоносности локальных структур и участков.

Известно, что подземные воды глубоких горизонтов БХНГР насыщены различными микрокомпонентами и редкими элементами, которые, в большинстве случаев, сопровождают известные, уже выявленные и эксплуатируемые месторождения нефти и газа, а также расположены в перспективных зонах на обнаружение УВ скоплений. При выборе наиболее перспективных объектов по содержанию в попутных водах микрокомпонентов и редких элементов в работе использована классификация [11, 12], ориентированная на минимально-промышленные концентрации (МПК) полезных компонентов (Табл. 1).

Таблица 1

***Минимально-промышленные концентрации микрокомпонентов
и редких элементов, мг/л.***

Йод (J)	10	Хром (Cr)	1	Галлий (Ga)	0,01
Бром (Br)	200	Никель (Ni)	1	Рений (Re)	0,01
Бор (B)	50	Кобальт (Co)	0,1	Золото (Au)	0,001
Литий (Li)	10	Мышьяк (As)	5	Ниобий (Nb)	0,01
Рубидий (Rb)	1	Сурьма (Sb)	1	Тантал (Ta)	0,01
Цезий (Cs)	0,5	Кадмий (Cd)	1	Индий (In)	0,01
Калий (K)	100	Висмут (Bi)	0,1	Бериллий (Be)	0,01
Стронций (Sr)	300	Молибден (Mo)	0,1	Ванадий (V)	0,1
Марганец (Mn)	10	Вольфрам (W)	0,03	Цирконий	0,1
Титан (Ti)	10	Германий (Ge)	0,02	Скандий (Sc)	0,1

В пластовых водах терригенных юрских отложений Бухарской ступени в гидрохимической зоне с минерализацией 50-100 г/л, содержания йода варьирует от 5,63 мг/л (Сев.Каракум) до 40 мг/л (Зап.Ташлы), а концентрация брома от 20,1 до 245,7 мг/л и выше 2608,7 мг/л (Ташлы), что в 13 раз превышает МПК. Содержание оксида бора колеблется в широких диапазонах от 0,1 до 600 мг/л и достигает на пл. Юж.Кунгуртау - 876,0 мг/л.

В пластовых водах терригенных юрских отложений Чарджоуской ступени (100-150 г/л), содержание микрокомпонентов установлено в широком диапазоне (мг/л): йода от 1,0 до 116 (Юж.Зекры); брома от 8,1 до 1424 (Юж.Кемачи) и оксида бора от 0,1 до 1337 (Шуртан) и выше 2440 (Юж.Зекры). На месторождениях Ходжиказган, Учбурган, Сев.Сюзма, Кандым, Денгизкуль-Хаузак-Шады, Сев.Денгизкуль, Чандыр, Зеварды, Арниез, Янги Каратепа и Феруза также наблюдается распространение подземных вод с высокими содержаниями йода – 22,7-91,9 мг/л, брома – 244,8-1650,0 мг/л и бора – 270,0-1436,0 мг/л.

В верхнеюрских крепких и весьма крепких рассолах Чарджоуской ступени (200-250 г/л и более 250 г/л) содержание йода варьирует от 10,2 до 65,5 мг/л (месторождения Кульбешкак, Хаккуль, Тайлак, Дивалкак, Чандыр, Зап.Кокчи, Нишан, Мангит, Илим), достигая значений – 99,9 мг/л (Сев.Уртабулак), брома – от 277,0 мг/л (Тайлак) до 1292,9 мг/л (Хаккуль) и оксида бора – от 35,0 мг/л (Алан) до 1989,0 мг/л (Сев.Уртабулак).

Содержание лития на Бухарской ступени (Чукуркуль, Джангуль, Пролетарабад-Ходжикаб, Зап. Сарыча, Зап. Ташлы), в зонах распространения рассолов с минерализацией 50-150 г/л, довольно высокое – от 12,0 мг/л до 40,2 мг/л. В пределах Чарджоуской ступени, где минерализация пластовых вод варьирует в пределах 150-250 г/л, содержание лития изменяется в широких пределах: от низких значений на пл. Сев. Чистон (0,375 мг/л) до высоких на месторождениях Гарби, Сев. Сюзма, Узуншор, Сев. Нишан и Сев. Гузар (50,0-75,9 мг/л).

Распространение рубидия свидетельствуют о том, что с повышением минерализации и метаморфизации подземных вод увеличивается его содержание. Так, в гидрохимической зоне с минерализацией 100-150 г/л, характерной для вод Тузкойского, Рометанского, Каракульского, Бешкентского прогибов и Кульбешкакского и Кандымкого поднятий, обнаружено высокое содержание Rb – в пределах от 1,7 мг/л до 6,9 мг/л. Аномально высокие значения установлены на Денгизкульском и Испанлы-Чандырском поднятиях – от 13,2 мг/л до 42,0 мг/л (месторождения Хаузак, Шады, Денгизкуль, Сарыкум), а также в Бешкентском прогибе на площади Кенгсай – 15,97 мг/л.

Концентрация стронция в пластовых водах при минерализации < 50 и 50-100 г/л низкая – от 82,2 мг/л до 272,7 мг/л, кроме месторождений Узуншор и Сев. Нишан (соответственно 604 и 644 мг/л).

Высокие значения Sr обнаружены в крепких и весьма крепких верхнеюрских рассолах месторождений (мг/л) Алан – 500; Юж. Кульбешкак – 500; Кандым – 603; Ходжи – 788; Уртабулак – 1085; Хаккуль – 1500; Сев. Сюзма – 1500; Ходжиказган – 2053; Парсанкуль – 4009. Зависимость повышенных концентраций в пластовых водах стронция, по мере возрастания минерализации и метаморфизации подземных вод, указывает на проявлении определенной тенденции, однако при этом характер изменения концентрации Sr не зависит от продуктивности структур.

Содержание молибдена составляет от 0,00009 мг/л до 0,033 мг/л и только в отдельных случаях значительно превышает МПК – от 1,03 мг/л до 3,0 мг/л (Кенгсай и Хамал). Содержание германия изменяется от следов до 0,0038 мг/л, кроме месторождения Гарби (0,8 мг/л). В крепких рассолах Кульбешкакского поднятия (Сев.Сюзма, Хаккуль, Юж.Кульбешкак) установлено ураганное содержание Ge – от 1,0 до 4,0 мг/л.

В нефтегазоконденсатных месторождениях Денгизкульского поднятия (Уртабулак, Умид, Курук, Юж.Кемачи) также отмечаются повышенные

содержания скандия, представляющие интерес для его извлечения в комплексе с другими элементами. Как показывают проведенные исследования [13], в маточных растворах пластовых вод после извлечения йода концентрации некоторых редких элементов увеличиваются в 10-20 раз.

Присутствие благородного металла (Au) в слабых рассолах с минерализацией 50-150 г/л, в основном, ниже 0,0001 мг/л. Значения, превышающие МПК, фиксируются на месторождениях (мг/л) Шимолий Дарбоза – 0,004, Шаркий Испанлы – 0,02, Сев. Гузар – 0,017 и Шимолий Акназар – 1,3. В крепких и весьма крепких рассолах (200-250 г/л и более 250 г/л) Култакского поднятия и Бешкентского прогиба установлено промышленное содержание золота на месторождениях (мг/л) Алан – 0,027; Мангит – 0,008; Феруза – 0,55; Янги Каратепа – 3,8.

Анализ количественных определений калия в юрском водонапорном комплексе исследуемой территории указывает на высокие значения концентраций калия, который востребован в сельском хозяйстве и химической промышленности. В зонах распространения слабых рассолов таких месторождений, как Кумли, Кандым, Чегаракум, Шим. Дарбоза, Юмай, Зап. Алан, Янги Каратепа установлены промышленные содержания калия – от 178,1 до 1620,6 мг/л, а на площади Кенгсай его концентрации достигают до 10000 мг/л, что превышает МПК в сто раз [14].

В целом, подземные воды юрского водонапорного комплекса БХНГР характеризуются повышенным содержанием микрокомпонентов, редких и рассеянных элементов, при этом, в водах ряда площадей и месторождений установлены аномально высокие концентрации отдельных редких элементов и микрокомпонентов, превышающие МПК в десятки и даже в сотни раз (Табл. 2).

В пределах БХНГР подземные воды мелового водонапорного комплекса также представляются перспективными в качестве

промышленной воды. В пластовых водах неоком-аптского горизонта (площади Янгиказган, Аузбай, Аладагир, Шорбулак, Муллахол, Кульбешкак, Памук, Култук и др.) установлены промышленные концентрации йода, брома, бора, рубидия, цезия, стронция и германия.

Таблица 2

Площади и месторождения с промышленным содержанием микрокомпонентов и редких элементов в юрском водонапорном комплексе БХНГР

Наименование площадей и месторождений	
По микрокомпонентам, (мг/л)	По редким и рассеянным элементам, (мг/л)
Даутепа – J = 61,0; Br = 383,6. Кульбешкак, Хаккуль – J = 27,5-15,35; Br = 591,5-1292,9; В ₂ О ₃ = 337,0-1003,9. С.Сюзьма – J = 35,7; Br=436; В ₂ О ₃ = 619,2. Ю.Зекры – J = 116; Br = 1265; В ₂ О ₃ = 2440. С.Уртабулак – J = 55,6; Br = 329; В ₂ О ₃ =1989. Ю.Кемачи – J=20,6; Br = 1207; В ₂ О ₃ =1014. Хаузак – J = 41,4; Br = 372; В ₂ О ₃ = 543,4. Зеварды – J = 77,6; Br = 1571; В ₂ О ₃ =898. Ташлы – J = 40,0; Br = 2609; В ₂ О ₃ = 179. Алан – J = 17,4; Br = 1292,9; В ₂ О ₃ = 224,8. Пирназар – J = 70,35; Br = 373,9; В ₂ О ₃ = 473. Шуртан – J = 54; Br = 357,8; В ₂ О ₃ = 1337. Ходжиказган, Учбурган, С.Денгизкуль, Крук, Умид, Чандыр, Арниез, Кандым, Джарчи, Мангит, Нишан, Илим, Фе- руза Янги Каратепа – J = 22,7-91,9; Br = 244,8-1650,0; В ₂ О ₃ = 270,0-1436,0.	Сев.Сюзьма – Li = 50,0; Rb = 4,5; Cs = 1,5; Sr = 1500. Юж.Кульбешкак – Rb = 2,6; Ge = 4,0. Хаккуль – Li = 43,0; Sr = 1500; Ge = 1,0. Кумли – Rb = 2,9; Au = 0,016; W = 7,0. Денгизкуль – Rb = 42,0. Сев.Уртабулак – Li = 25,5, Rb = 2,15, Au = 0,01. Юж. Уртабулак – Li = 15; Rb = 1,5; Co = 11,0. Узуншор – Rb = 6,9; Sr = 604. Алан – Rb = 13; Au = 0,027; Ga = 0.5; Mn = 100,0. Шимолий Культак – Rb = 3,3; Mn = 47,0. Шимолий Акназар – Au = 1,3. Феруза – Rb = 1,7; Au = 0,55. Парсанкуль – Sr = 4009,0. Янги Каратепа – Li = 51; Rb = 4; Co = 0,24; Au = 3,8. Сев. Гузар – Li = 5,9; Rb = 3,3; Au = 0,008; Cs = 1,3. Хамал – Rb = 6,2; W = 5,5; Mo = 3,0. Кувачи – Li = 44,5; Cs = 0,73. Кенгсай – Rb = 15,9; Cs = 1,2; K=10000; Mo = 3,0.

Кроме того, подземные воды меловых отложений являются одним из ценных природных ресурсов в качестве подземных лечебно-минеральных вод, которые насыщены многими полезными для живого организма элементами, имеющими бальнеологическое значение. В частности, в санаториях Ситораи Мохи-Хоса, Джуйзар, Иссик сув, Ходжакудук, Мубарек используются минеральные воды с бальнеологической группой: азотно-щелочные термы; без специфических компонентов и свойств азотные маломинерализованные хлоридно-сульфатные воды, приуроченные к неоком-аптским, альб-сеноманским и турон-сенонским водоносным горизонтам. Также в пластовых водах меловых отложений установлены минеральные воды с различными бальнеологическими свойствами: лечебно-йода-бромные (пл. Пролетарабад-Ходжикаб, Чукурукуль), лечебно-сульфидные (пл. Чандыр, Тегермен) и лечебно-сероводородные (пл. Камаши, Сардоба) [10].

Следовательно, в Бухаро-Хивинском нефтегазоносном регионе наиболее перспективными на выявление промышленных и минеральных вод являются подземные воды юрских и нижнемеловых отложений с преимущественным распространением в них крепких и весьма крепких рассолов хлоркальциевого типа. По результатам исследования в пластовых водах ряда месторождений и площадей исследуемого региона установлены аномально высокие концентрации отдельных микрокомпонентов, редких и рассеянных элементов, превышающие минимально-промышленные значения.

Выводы. На основе проведенного исследования установлено, что в распределении микрокомпонентов и редких элементов в системе залежь-вода-порода, в гидрохимической обстановке смещённого фазового равновесия для большинства микроэлементов проявляется связь их повышенных концентраций со скоплениями УВ. Основные проявления взаимодействия – геохимические процессы распространения компонентов в залежи и вмеща-

ющие их породы, а также окружающие подземные воды. В результате такого массопереноса вокруг залежи нефти и газа образуются водные ареолы рассеяния микроэлементов. Такие явления установлены в ряде структур и месторождений исследуемой территории, особенно в пластовых водах юрского водонапорного комплекса.

Попутная добыча и переработка подземных вод из эксплуатационных скважин добычных промыслов могут осуществляться на отдельных участках месторождений, выбор которых производится с учетом геолого-структурных и гидрогеологических условий на основе технико-экономических расчетов. Учитывая модернизацию и диверсификацию производства добычи нефти и газа в Республике, попутные воды нефтегазовых месторождений могут стать одним из перспективных источников получения микрокомпонентов, редких элементов и лечебных минеральных вод.

Для комплексного использования попутных вод нефтегазовых месторождений характерны следующие экономические особенности:

- для их выявления не обязательны капиталоемкие геологоразведочные работы, т.е. возможно использование существующих скважин и инфраструктуры;
- отпадает необходимость в затратах на добычу этих вод, поскольку они извлекаются на поверхность в процессе эксплуатации основного полезного ископаемого;
- использование попутных вод нефтяных и газовых месторождений обеспечивает возможность получения целого комплекса дополнительной, ценной товарной продукции без существенных затрат на добычу исходного сырья;
- снижаются затраты на мероприятия по охране окружающей среды;
- возможно создание бальнеологической лечебницы.

Соответственно перспективы промышленного использования гидро-

минеральных ресурсов определяет в полной мере комплекс технологических инноваций для извлечения микрокомпонентов, редких металлов и других компонентов, получения продукции (импортозамещения) для различных сфер народного хозяйства Республики Узбекистан.

Таким образом, использование попутных вод в качестве гидроминерального сырья является актуальным и способствует снижению себестоимости добычи единицы основного полезного ископаемого, за счет дополнительно получаемой ценной товарной продукции без существенных затрат на добычу исходного сырья с использованием вод после утилизации для технических целей, на орошение земель, и т.д. Следовательно, рациональное использование попутных промышленных вод, кроме большого экономического эффекта, может обеспечить еще и сохранение окружающей природной среды.

Список литературы

1. Бакиев С.А. Промышленные воды Узбекистана и перспективы их использования. Ташкент, ГП «Институт ГИДРОИНГЕО». 2012. -С. 101-106.
2. Шапиро А.М. Цены конъюнктуры. Металлы из подземных вод. // «Бизнес вестник Востока». Ташкент, 2002, №14. -С.4.
3. Турамурадов И.Б. Расширение минерально-сырьевой базы – основа динамичного развития экономики Узбекистана // Тез. Респуб. науч.-техн. конф. «Диверсификация сырьевой базы оценки промышленности Республики Узбекистан: критерии поиска и оценки нетрадиционных типов полезных ископаемых». Ташкент, ГП «НИИМР», 2012, -С. 3-4.
4. Любимов М.М. Редкие элементы и их география. -М.: Просвещение, 1977, -С. 110-115.
5. Попов Н.И., Федоров К.Н., Орлов В.М. Морская вода. Справочное руководство. -М.: Наука, 1979. -С.95.
6. Бакиев С.А., Калабугин Л.А. Методические рекомендации по поискам и разведке месторождений подземных минеральных и промышленных вод. Ташкент, ГИДРОИНГЕО, 2008. -С. 197.
7. Мирходжаев Б.И., Бакиев С.А., Ходжаев Х.С. Перспектива переработки попутных вод при добыче нефти на нефтяных месторождениях Узбекистана // Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы формирования и внедрения инновационных технологий в условиях глобализации». Ташкент, ТашГТУ, 2010, -С. 96-97.
8. Муминджанов Т.И., Шоймуротов Т.Х., Холмирзаев Ш., и др. Гидрохимическая характеристика и микроэлементный состав пластовых вод верхнеюрских карбонатных отложений БХР// Матер. Респуб. науч.-техн. конф. «Современных методы и технологии в решении гидрогеологических, инженерно геологических и геоэкологических задач». Ташкент, ГП «Институт Гидроингео», 2013, -С. 249-251.

9. Калабугин Л.А., Бакиев С.А., Калабугин А.Л. и др. Эксплуатационные запасы попутных промышленных вод разрабатываемого нефтяного месторождения Крук в Бухарской области // Геология и минеральные ресурсы, Ташкент, 2007, №6, -С. 40-43.
10. Шоймуротов Т.Х. Гидрогеологические критерии нефтегазоносности мезозойской водонапорной системы Бухаро-Хивинского региона. Автореферат дисс. на соискание ученой степени докора геол. -мин. наук. Ташкент, 2018.
11. Балашов Л.С., Галицин М.С., Еремочкин Н.В. Методические рекомендации по геохимической оценке и картированию подземных редкометальных вод. -М.: ВСЕИНГЕО, 1977, - С. 10-17.
12. Иовчев Р.И., Павленко Г.К. и др. Методические рекомендации по изучению и оценке попутных вод месторождений полезных ископаемых в целях использования в качестве гидроминерального сырья. -М.: ВСЕИНГЕО, 1985, -С. 97.
13. Шоймуратов Т.Х. Особенности распределения микрокомпонентов и редких элементов в подземных водах юрского водонапорного комплекса Бухаро-Хивинского региона с целью прогноза их промышленной значимости // Геология и минеральные ресурсы. Ташкент, 2014, №6. -С. 46-50.
14. Шоймуратов Т.Х. Особенности распределения микрокомпонентов и редких элементов в подземных водах мезозой-кайнозойских водонапорных комплексов Узбекистана с целью прогноза их промышленной значимости // Тезис. докл. междун. науч.-техн. конф. «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан». Ташкент, 2015. -С. 479-483.

References

1. Bakiev S.A. Industrial waters of Uzbekistan and prospects for their use. Tashkent, State Enterprise «Institute GIDROINGEO». 2012. - P. 101-106. (in Russian)
2. Shapiro A.M. Conjecture prices. Metals from underground waters. // "Business Bulletin of the East". Tashkent, 2002, No. 14. -P. 4. (in Russian)
3. Turamuradov I.B. Expansion of the mineral resource base – the basis for the dynamic development of the economy of Uzbekistan // Abstracts of the Republic scientific-technical conf “Diversification of the raw material base for assessing the industry of the Republic of Uzbekistan: criteria for searching and assessing non-traditional types of minerals”. Tashkent, State Enterprise “NIIMR”, 2012, pp. 3-4. (in Russian)
4. Lyubimov M.M. Rare elements and their geography. - М.: Education, 1977, - P. 110-115. (in Russian)
5. Popov N.I., Fedorov K.N., Orlov V.M. Sea water. Help Guide. -М.: Nauka, 1979. -P. 95. (in Russian)
6. Bakiev S.A., Kalabugin L.A. Methodical recommendations for prospecting and exploration of underground mineral and industrial water deposits. Tashkent, GIDROINGEO, 2008. - P. 197. (in Russian)
7. Mirkhodjaev B.I., Bakiev S.A., Khodjaev H.S. Prospects for processing associated waters during oil production at oil fields in Uzbekistan // Int . scientific-practical. conf. "Problems of formation and implementation of innovative technologies in the context of globalization". Tashkent, TashSTU, 2010, -P. 96-97. (in Russian)
8. Muminjanov T.I., Shoimurotov T.Kh., Kholmiraev Sh., et al. Hydrochemical characteristics and microelement composition of formation waters of the Upper Jurassic carbonate deposits of the BKhR// Materials of the Republic. scientific - technical to onf. "Modern methods and technologies V solving hydrogeological, engineering geological and geoeological problems". Tashkent, State Enterprise "Institute of Gidroingeo", 2013, -P. 249-251. (in Russian)

9. Kalabugin L.A., Bakiev S.A., Kalabugin A.L. et al. Operational reserves of associated industrial waters of the developed Kruk oil field in the Bukhara region // Geology and mineral resources, Tashkent, 2007, No. 6, -P. 40-43. (in Russian)
10. Shoimurotov T.Kh. Hydrogeological criteria of oil and gas potential of the Mesozoic aquifer system of the Bukhara-Khiva region. Abstract diss. for the degree of Doctor of Geological and Mineral Sciences. Tashkent, 2018. (in Russian)
11. Balashov L.S., Galitsin M.S., Eremochkin N.V. Methodical recommendations for geochemical assessment and mapping of underground rare-metal waters. -M.: VSEINGEO, 1977, -P. 10-17. (in Russian)
12. Iovchev R.I., Pavlenko G.K. et al. Methodological recommendations for the study and assessment of associated waters of mineral deposits for the purpose of using them as hydromineral raw materials. - M.: VSEINGEO, 1985, -P. 97. (in Russian)
13. Shoimuratov T.Kh. Features of distribution of microcomponents and rare elements in groundwater of the Jurassic aquifer complex of the Bukhara -Khiva region with the aim of predicting their industrial significance // Geology and mineral resources. Tashkent, 2014, No. 6. -P. 46-50. (in Russian)
14. Shoimuratov T.Kh. Features of distribution of microcomponents and rare elements in groundwater of Mesozoic-Cenozoic aquifer complexes of Uzbekistan with the purpose of forecasting their industrial significance // Abstract. report. int. scientific-technical. conf. "Integration of science and practice as a mechanism for effective development of the geological industry of the Republic of Uzbekistan". Tashkent, 2015. -P. 479-483. (in Russian)

Сведения об авторах

Шоймуротов Туйчи Халикулович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный советник, Государственное учреждение «ИГИРНИГМ» Министерства горно-добывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан
Узбекистан, 100069, Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, ул. Олимлар, 64
E-mail: igirnigm@ing.uz, tuychi@ing.uz

Каршиев Одаш Абдугаффарович, доктор философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам, директор, Государственное учреждение «ИГИРНИГМ» Министерства горно-добывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан
Узбекистан, 100069, Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, ул. Олимлар, 64
E-mail: igirnigm@ing.uz

Хакимзянов Ильгизар Нургизарович, доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией отдела разработки нефтяных месторождений, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина; профессор кафедры «Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений» Филиал УГНТУ в г. Октябрьском
Россия, 423462, Альметьевск, ул. Ленина, 75
E-mail: khakimzyanov@tatnipi.ru

Authors

T.Kh. Shoimurotov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Scientific Advisor of the State Institution "IGIRNIGM" of the Ministry of Mining and Geology of the Republic of Uzbekistan

64, Olimlar Str., Mirzo- Ulugbek district, Tashkent, 100069, Uzbekistan

E-mail: igirnigm@ing.uz, tuychi@ing.uz

O.A. Karshiev, Doctor of Philosophy (PhD) in geological and mineralogical sciences, Director of the State Institution "IGIRNIGM" of the Ministry of Mining and Geology of the Republic of Uzbekistan

64, Olimlar Str., Mirzo- Ulugbek district, Tashkent, 100069, Uzbekistan

E-mail: igirnigm@ing.uz

I.N. Khakimzyanov, Doctor of Engineering Sciences Sciences, Professor, Head of the Laboratory of the Oil Field Development Department TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT; Professor at the Department of Oil and Gas Field Exploration and Development Ufa State Petroleum Technological University, Branch of the University in the City of Oktyabrsky

75, Lenina Str., Almet'yevsk, 423462, Russian Federation

E-mail: khakimzyanov@tatnipi.ru

Статья поступила в редакцию 29.09.2024

Принята к публикации 17.12.2024

Опубликована 30.12.2024