

ISSN 2224-5278

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР  
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ

ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES

OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

4 (412)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.

JULY – AUGUST 2015

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

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

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

**Ж. М. Әділов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бейсенова А.С.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғалиев Г.Х.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қожахметов С.М.**; геол.-мин. ғ. докторы, академик НАН РК **Курскеев А.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., академик НАН РК **Оздоев С.М.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рақышев Б.Р.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүктүков Н.С.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.Р.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.** (бас редактордың орынбасары); геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сейітмұратова Э.Ю.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәткеева Г.Г.**; техн. ғ. докторы **Абаканов Т.Д.**; геол.-мин. ғ. докторы **Абсаметов М.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Байбатша Ә.Б.**; геол.-мин. ғ. докторы **Беспаев Х.А.**; геол.-мин. ғ. докторы, ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Ж.С.**; геол.-мин. ғ. кандидаты, проф. **Жуков Н.М.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Әзірбайжан ҰҒА академигі **Алиев Т.** (Әзірбайжан); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Бакиров А.Б.** (Қырғызстан); Украинаның ҰҒА академигі **Булат А.Ф.** (Украина); Тәжікстан ҰҒА академигі **Ганиев И.Н.** (Тәжікстан); доктор Ph.D., проф. **Грэвис Р.М.** (США); Ресей ҰҒА академигі РАН **Конторович А.Э.** (Ресей); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Курчавов А.М.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Постолатий В.** (Молдова); жаратылыстану ғ. докторы, проф. **Степанец В.Г.** (Германия); Ph.D. докторы, проф. **Хамфери Дж.Д.** (АҚШ); доктор, проф. **Штейнер М.** (Германия)

Главный редактор

академик НАН РК

**Ж. М. Адилов**

Редакционная коллегия:

доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Бейсенова**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Кожаметов**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **А.К. Курскеев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Оздоев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Б.Р. Ракишев**; доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.С. Буктуков**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Р. Медеу**; докт. геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омисериков** (заместитель главного редактора); доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Э.Ю. Сейтмуратова**; докт. техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор техн. наук **Т.Д. Абаканов**; доктор геол.-мин. наук **М.К. Абсаметов**; докт. геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Байбатша**; доктор геол.-мин. наук **Х.А. Беспнаев**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **Ж.С. Сыдыков**; кандидат геол.-мин. наук, проф. **Н.М. Жуков**

Редакционный совет

академик НАН Азербайджанской Республики **Т. Алиев** (Азербайджан); доктор геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Бакиров** (Кыргызстан); академик НАН Украины **А.Ф. Булат** (Украина); академик НАН Республики Таджикистан **И.Н. Ганиев** (Таджикистан); доктор Ph.D., проф. **Р.М. Грэвис** (США); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчатов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **В. Постолатий** (Молдова); доктор естественных наук, проф. **В.Г. Степанец** (Германия); доктор Ph.D., проф. **Дж.Д. Хамфери** (США); доктор, проф. **М. Штейнер** (Германия)

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

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

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

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

Editor in chief

**Zh. M. Adilov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.S. Beisenova**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **G.Kh. Yergaliev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **S.M. Kozhakhmetov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.K. Kurskeev**, dr.geol-min.sc., academician of NAS RK; **S.M. Ozdoyev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **B.R. Rakishev**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **I.V. Severskiy**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.S. Buktukov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.R. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, dr. geol-min. sc., corr. member of NAS RK (deputy editor); **E.Yu. Seytmuratova**, dr. geol-min. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.D. Abakanov**, dr.eng.sc., academician of KazNANS; **M.K. Absametov**, dr.geol-min.sc., academician of KazNANS; **A.B. Baibatsha**, dr. geol-min. sc., prof.; **Kh.A. Bospayev**, dr.geol-min.sc., academician of IAMR; **Zh.S. Sydykov**, dr.geol-min.sc., academician of NAS RK; **N.M. Zhukov**, cand.geol-min.sc., prof.

Editorial staff:

**T. Aliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **A.B. Bakirov**, dr.geol-min.sc., prof. (Kyrgyzstan); **A.F. Bulat**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.N. Ganiev**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **R.M. Gravis**, Ph.D., prof. (USA); **A.E. Kontorovich**, RAS academician (Russia); **A.M. Kurchavov**, dr.geol-min.sc. (Russia); **V. Postolatiy**, NAS Moldova academician (Moldova); **V.G. Stepanets**, dr.nat.sc., prof. (Germany); **J.D. Hamferi**, Ph.D, prof. (USA); **M. Steiner**, dr., prof. (Germany).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences. ISSN 2224-5278**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev  
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 4, Number 412 (2015), 68 – 79

## FORMATION AND DEVELOPMENT OF HYDROGEOCHEMISTRY SCIENCE IN KAZAKHSTAN

Zh. Sydykov

LLP “Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin”, Almaty, Kazakhstan

**Keywords:** hydrogeochemistry, biosphere, mineralization, solid residue, filtration effect, hardness, alkalinity, salinity, genesis, macrocomponent, microcomponents, province, area, zonality, hydrogeochemical indicators, precursors.

**Abstract.** The main ions of salt composition of underground waters, their different combinations, different amount of microelements and cut-in in them gases, are fixed in basis of hydrogeochemical classification. Taking into account distinction of chemical composition, the degrees of mineralization of underground waters there were distinguished six groups of hydrogeochemical classifications on: to a 1) degree mineralization of underground waters; to 2) prevailing components of their chemical composition; 3) to the betweenness by the separate components of ionic composition; to 4) prevailing elements and their correlation; 5) prevailing medical to the valuable elements and composition of cut-in in water gases; 6) totalities of different main types of chemical signs of water. These provinces are characterized by the large variety of environmental, morphometric and hydrogeological conditions, that result in forming of very different types of underground waters on the terms of bedding, orientation of migration, intensity of water exchange and features of their genesis.

By the nature marked indexes on territory of republic there were distinguished four hydrogeochemical provinces: 1) fold-mountain middle- and alpine areas; 2) low mountain and low hill hydrogeological areas; 3) intermountain and large intermontane cavities; 4) vast platform plains. The complex of searching hydrogeochemical indexes of underwaters is in-process certain – ore and oil and gas deposits, concentrated brines - sources of chemical raw material, balneological underground waters; the most informing hydrogeological and geochemical precursors of earthquakes are educed.

УДК 550.42: 551.48/49 (574)

## СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ В КАЗАХСТАНЕ

Ж. СЫДЫКОВ

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** гидрогеохимия, биосфера, минерализация, сухой остаток, фильтрационный эффект, жесткость, щелочность, соленость, генезис, макрокомпонент, микроэлементы, провинция, область, зональность, гидрогеохимические показатели, предвестники.

**Аннотация.** В основу гидрогеохимической классификации положены главные ионы солевого состава подземных вод, различные их сочетания, разное количество микроэлементов и растворенных в них газов.

С учетом различия химического состава, степени минерализации подземных вод были выделены шесть групп гидрогеохимических классификаций по: 1) степени минерализации подземных вод; 2) преобладающим компонентам их химического состава; 3) соотношению между отдельными компонентами ионного состава; 4) преобладающим элементам и их соотношению; 5) преобладающим бальнеологически ценным элементам и составу растворенных в воде газов; 6) совокупности разных главных типов химических признаков воды. Эти провинции характеризуются большим разнообразием природных, геолого-структурных, морфометрических и гидрогеологических условий, которые приводят к формированию весьма разных типов подземных вод по условиям залегания, направленности миграции, интенсивности водообмена и особенностям их генезиса.

По характеру отмеченных показателей на территории республики выделяются четыре гидрогеохимических провинции: 1) горноскладчатых средне- и высокогорных областей; 2) низкогорных и мелкосопочных гидрогеологических областей; 3) межгорных и крупных внутригорных впадин; 4) обширных платформенных равнин. В работе определен комплекс поисковых гидрогеохимических показателей подземных вод – рудных и нефтегазовых месторождений, концентрированных рассолов – источников химического сырья, бальнеологических подземных вод; выявлены наиболее информативные гидрогеологические и геохимические предвестники землетрясений.

Геохимия подземных вод, или, как сейчас принято называть ее гидрогеохимией, сравнительно молодая научная отрасль гидрогеологии, возникла на стыке гидрогеологии, геохимии, химии и некоторых других наук. Она изучает вещественный состав подземных вод, процессы их формирования, историю и миграцию химических элементов в подземной гидросфере.

Зарождение гидрогеохимии, как писал крупный русский ученый – педагог А. М. Овчинников [13], можно датировать 1929 годом, когда выдающийся ученый В. И. Вернадский в своем докладе в Русском минералогическом обществе в том же году впервые сформулировал содержание этой науки. В нем он отмечал, что минералогическое и геохимическое изучение вод не только уточняет наше понимание гидрогеохимических явлениях и процессах, дает в руки геолога новые возможности для решения вопросов о нахождении природных вод, о их значении в выяснении научных и практических задач. В 1931 г. в докладе на Первом Всесоюзном гидрогеологическом съезде В. И. Вернадский четко выразился, что в земной коре нельзя найти ни одного твердого тела, которое бы не заключало воды, что она охватывает, проникает насквозь всю земную кору. Далее он обосновал все сложнейшие процессы формирования химического состава пресных, соленых и рассольных пластовых вод. Тогда же он дал первое представление о классификации минерализации и химического состава пластовых вод. В 1933 г. в другом докладе на ученом Совете химической ассоциации АН СССР академик еще более определено указал, что геохимия вод является одной из жизненно важных геологических проблем, так как она изучает воду, а вода определяет основные черты биосферы и окружающей нас среды, с которой все живое непрерывно и закономерно связано [3].

В последующие годы вопросами гидрогеохимии и ее различными аспектами занимались многие ученые [1, 2, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 16-18 и др.].

В Казахстане исследования в области гидрогеохимии были начаты с изучения минерализации и химического состава подземных вод, установления их формирования. В проведении их в пределах Арасан-Капальского санатория еще до начала Великой Отечественной войны участвовали видные ученые страны Н. Н. Салавянов, Ф. А. Макаренко, Е. В. Посохов. Во второй половине 1940-х годов исследования неглубоких подземных вод по установлению возможности их широкого использования для обводнения пастбищных территорий, обширных песчаных массивов на юге Казахстана проводили У. М. Ахмедсафин, и Н. Я. Давыдов, И. М. Манасыпов. Тогда же Н. А. Кенесарин проводил такие же исследования для расширения орошаемого земледелия в песчано-глинистой равнине среднего течения р.Сырдарьи. В первой половине 1950-х гг. гидрогеохимические исследования в целях решения вопросов водоснабжения нефтяных объектов начали В. Б. Колпаков и Ж. С. Сыдыков в пределах песчано-глинистой равнины северо-восточной части Каспийского моря. Несколько позже аналогичные исследования по гидрогеохимии проводились на трудно доступной территории обширного песчаного массива Нарын в междуречье Волги – Урала (Н. Ф. Федин, Ж. С. Сыдыков, Н. М. Владимиров). В дальнейшем в целях установления возможностей использования подземных вод для водоснабжения и обводнения пастбищ И. М. Манасыповым, В. А. Стрельниковой, Ж. С. Сыдыковым впервые были выполнены полевые исследования с качественной оценкой водоносных горизонтов на территории обширных каменисто-песчаных,

известковисто-ракушечных пустынях Мангыстау. Качественные исследования подземных вод в пределах горноостровных и мелкосопочных территорий Центрального Казахстана, в эти годы проводили С. К. Калугин, С. М. Мухамеджанов, С. М. Шапиро и другие ученые и специалисты производства.

Значительные успехи, достигнутые в начальной стадии гидрогеохимических исследований требовали проведения таких же работ и в других районах Казахстана. Учитывая это, Президиум АН КазССР по инициативе ее руководителя, выдающегося ученого – геолога, академика АН СССР К. И. Сатпаева в 1959 г. принял решение о создании в составе Института геологических наук лаборатории гидрогеохимии, через год преобразованной в сектор гидрогеохимии. Руководителем сектора, по предложению Н. А. Кенесарина, был назначен кандидат наук Ж. С. Сыдыков. Этим решением Президиума АН КазССР организационно была закреплена необходимость развития гидрогеохимических исследований применительно к различным условиям обширной территории республики.

В течение первых 10–15 лет научные работники сектора (Ж. С. Сыдыков, М. К. Абсаметов, М. А. Мухамеджанов, К. М. Давлетгалиева, В. И. Порядин, С. И. Полторацкий и др.) интенсивно стали заниматься изучением и обоснованием ряда важных вопросов в области теоретической и практической гидрогеохимии в условиях некоторых промышленных и сельскохозяйственных районов республики.

**РАЗРАБОТКА ОТДЕЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ГИДРОГЕОХИМИИ.** Прежде всего продолжались исследования минерализации и химического состава подземных вод Актюбинского Приуралья, Муголжар, примуголжарских равнин, а также основного источника водоснабжения альб-сеноманского водоносного комплекса в восточной части Прикаспийской впадины и Северного Приаралья. Были выявлены новые водоносные горизонты неокома, апта, нижнего и верхнего мела, на изучение которых раньше не было обращено внимания. В результате были обнаружены некоторые водоносные горизонты, содержащие высокопроизводительные слабоминерализованные воды нового химического состава.

Для выяснения их образования обращалось особое внимание теории фильтрационного эффекта академика Д. С. Коржинского [10]. Было обнаружено раздельное движение в пластовых водах растворителя (воды) и растворенных веществ при вертикальной фильтрации жидкости через толщи слабо водопроницаемых отложений (в 1964 г.). Было установлено, что чем выше тонко-зернистость водопроницаемого слоя, тем сильнее проявляется этот процесс. При этом минерализация жидкости в нижних частях пласта становится более повышенной, а в верхних – мене минерализованной. Еще раньше была установлена (в 1962 г.) минерализация (величина сухого остатка) нефтяных вод по результатам полевых определений их солёности. Внесена поправка к известной формуле видного ученого О. А. Алекина путем деления его III гидрохимического типа на два самостоятельных типа (в 1963 г.) – III а (хлорнатриевые воды) и III б (хлоркальциевые). Было определено весовые содержания основных ионов в составе подземных вод из формулы другого видного ученого М. Г. Курлова (1962). Нами совместно с Б. С. Кукабаевым впервые были установлены гидрогеохимические особенности вод пермо-триасовых нефтеносных отложений междуречья рек Урала и Эмбы (1962), в пределах Кенкиякского месторождения в юго-восточной части Прикаспийской впадины (1961) и в разрезе глубокой Хобдинской скважины на северо-западе Урало-Эмбенского плато (1970); определен Ж. Сыдыковым совместно с Е.В. Стадинком (ВНИИГаз, Москва) особый тип газоносности структуры северо-восточного Приаралья (1969), а совместно с И. Б. Дальняном (Актюбнефтеразведка), состав растворенных газов в нефтяных водах Актюбинского Приуралья (1969). Установлено, что микрокомпонентный состав подземных вод является одним из гидрогеохимических показателей рудоносности горноскладчатых территорий Муголжар (1970); впервые было обоснованы гидрогеохимические методы поисков медноколчеданных руд Зеленокаменной зоны Западных Муголжар (1963). Обоснованы некоторые особенности формирования химического состава подземных вод Западного Казахстана (1974), а также условия формирования подземных вод хлормагниевых и хлоркальциевых вод этого региона (в 1977–1978 гг.). Установлена доля биогенного азота от общего количества газов в пластовых водах нефтеносных отложений Западного Казахстана (совместно с М. А. Мухамеджановым (1975).

В дальнейшем мы от рассмотрения частных гидрогеохимических вопросов перешли к выяснению ее общих и закономерных положений.

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ.** Подземные воды имеют исключительно большое разнообразие по степени минерализации и химическому составу. В этих условиях существенное значение имело их рациональная систематика, составление классификации. В основу такой классификации могут быть положены разные принципы и показатели. В большинстве случаев в основу гидрогеохимической классификации могут быть положены главные ионы солевого состава подземных вод, различные их сочетания, разное количество микроэлементов и растворенных в них газов.

В 1972–1973 гг. нами с привлечением К. М. Давлетгалиевой, исходя из отмеченного положения, впервые в Казахстане была выполнена работа по составлению гидрогеохимической классификации. С учетом различия химического состава, степени минерализации подземных вод и их различные генетические соотношения были выделены шесть групп гидрогеохимических классификаций по: 1) степени минерализации подземных вод; 2) преобладающим компонентам их химического состава; 3) соотношению между отдельными компонентами ионного состава; 4) преобладающим элементам и их соотношению; 5) преобладающим бальнеологически ценным элементам и составу растворенных в воде газов; 6) совокупности разных главных типов химических признаков воды. Отмеченные гидрогеохимические группы классификации достаточно подробно были изложены в книге «Гидрохимические классификации и графики», изданной в 1974 г. [22]. Поэтому нет необходимости рассматривать их здесь. Тем не менее отметим, что основной классификацией используемой в повсеместной работе гидрогеологами и другими специалистами было деление подземных вод по степени их минерализации. Для ее количественного выражения разными исследователями были предложены единицы – граммы на килограмм воды (сокращенно г/кг) и граммы в литре воды (г/л), ее удельной вес или плотность (в г/см<sup>3</sup>), градусах по Боме (°Be). Величины их заметно отличаются, особенно при высоком содержании в воде растворенных веществ. Поэтому определенную значимость имеет их сопоставление. Для этой цели приводится здесь наша классификация [22], относящаяся к первой группе, где весовое содержание растворенных в воде веществ выражено разными отмеченными единицами (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация подземных вод по степени минерализации [по 22]

| Категория вод | Вид вод           | Минерализация |           | Удельный вес  | °Be       |
|---------------|-------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|
|               |                   | г/кг          | г/л       |               |           |
| Пресные       | Ультрапресные     | До 0,1        | До 0,1    | 1,0           | –         |
|               | Пресные           | 0,1-0,5       | 0,1-0,5   | 1,0-1,0001    | 0,02      |
|               | Умеренно пресные  | 0,5-1,0       | 0,5-1,0   | 1,0001-1,0005 | 0,02-0,08 |
| Солоноватые   | Слабосоленые      | 1-3           | 1-3       | 1,0005-1,0015 | 0,08-0,25 |
|               | Солоноватые       | 3-5           | 3-5       | 1,0015-1,0025 | 0,25-0,40 |
|               | Сильносолоноватые | 5-10          | 5-10,1    | 1,0025-1,0055 | 0,40-0,8  |
| Соленые       | Слабосоленые      | 10-25         | 10,1-25,4 | 1,0055-1,0155 | 0,8-2,2   |
|               | Соленые           | 25-35         | 25,4-36   | 1,0155-1,025  | 2,2-3,4   |
|               | Крепосоленые      | 35-50         | 36-52     | 1,025-1,035   | 3,4-4,8   |
| Рассолы       | Слабые            | 50-75         | 52-79     | 1,035-1,055   | 4,8-7,4   |
|               | Средние           | 75-135        | 79-150    | 1,055-1,105   | 7,4-13,4  |
|               | Крепкие           | 135-270       | 150-330   | 1,105-1,225   | 13,4-26,5 |
|               | Весьма крепкие    | 270-370       | 330-500   | 1,225-1,350   | 26,5-37,0 |
|               | Сверхкрепкие      | >370          | >500      | >1,350        | >37,0     |

Среди второй группы классификации практический интерес представляет классификация С. А. Щукарева с поправкой Н. Н. Славянова. В ней выделяются всего 49 классов воды по соотношению анионов и катионов (таблица 2).

Среди третьей группы классификации широкое применение при изучении вод нефтяных месторождений (в основном за границей) получила классификация Ч. Пальмера. По ней сила основности и кислотности выделяются 5 классов воды (таблица 3).



Таблица 2 – Классификация С. А. Щукарева с поправкой Н. Н. Славянова

| Ионы<br>(более 25% экв.) | HCO <sub>3</sub> | HCO <sub>3</sub><br>SO <sub>4</sub> | HCO <sub>3</sub><br>SO <sub>4</sub><br>Cl | HCO <sub>3</sub><br>Cl | SO <sub>4</sub> | SO <sub>4</sub><br>Cl | Cl |
|--------------------------|------------------|-------------------------------------|---|------------------------|-----------------|-----------------------|----|
| Ca                       | 1                | 8                                   | 15  | 22                     | 29              | 36                    | 43 |
| Ca Mg                    | 2                | 9                                   | 16  | 23                     | 30              | 37                    | 44 |
| Mg                       | 3                | 10                                  | 17  | 24                     | 31              | 38                    | 45 |
| Na Ca                    | 4                | 11                                  | 18  | 25                     | 32              | 39                    | 46 |
| Na Ca Mg                 | 5                | 12                                  | 19  | 26                     | 33              | 40                    | 47 |
| Na Mg                    | 6                | 13                                  | 20  | 27                     | 34              | 41                    | 48 |
| Na                       | 7                | 14                                  | 21  | 28                     | 35              | 42                    | 49 |

Таблица 3 – Распределение катионов и анионов по силе основности и кислотности

| К а т и о н ы |            |  | А н и о н ы                                  |  |
|---------------|------------|--|--|--|
| Сильные (а)   | Слабые (е) | Очень слабые (m)                         | Сильные (S)                                  | Слабые (A)   |
| K, Na         | Mg, Ca     | H, Zn, Fe, Al, прочие<br>тяжелые металлы | NO <sub>3</sub> , Cl, Br, J, SO <sub>4</sub> | HCO <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> , OНи неорганические<br>кислоты |

В классификации учитываются такие свойства подземных вод, как жесткость, мягкость (щелочность), соленность и реакция воды (рН). По соотношению силы анионов и катионов выделяются 5 классов вод: I – щелочные (ее формула  $S < \alpha$ ); II – в которых щелочи и сильные кислоты полностью насыщают друг друга ( $S = \alpha$ ); III – жесткие, в которых образуется избыток сильных кислот ( $\alpha < S < \alpha + e$ ); IV – воды только с постоянной жесткостью и содержат преимущественно хлориды и сульфаты щелочей ( $S = \alpha + e$ ); V – кислые, содержащие сульфаты железа, алюминия и тяжелых металлов ( $S > \alpha + e$ ).

Среди четвертой группы классификации наиболее популярны и характерны были классификации В. А. Сулина [18] и О. А. Алекина [1].

По новой классификации В. А. Сулина [1948], в отличие от прежней (1935), по величине трех основных коэффициентов:

$$\frac{rNa}{rCl}; \frac{rNa - rCl}{rSO_4}; \frac{rCl - rNa}{rMg},$$

выделяются 4 типа воды: сульфатно-натриевый, гидрокарбонатно-натриевый, хлоридно-магниевый и хлоридно-кальциевый. Каждый из этих типов по преобладающему аниону делится на группы: хлоридную, сульфатную и гидрокарбонатную, а каждая из группы по преобладанию катионов делится на подгруппы: кальциевую, магниевую и натриевую, каждая подгруппа делится по величине свойства воды (по Ч. Пальмеру) на классы. В результате получается довольно дробная и сложная классификация, которая, по мнению автора, определяет природную обстановку формирования (генезис) подземных вод.

По классификации О. А. Алекина, природные воды сначала по преобладающему аниону (по эквивалентам) расчленены на три класса вод: гидрокарбонатный (и карбонатный), сульфатный и хлоридный. Каждый класс по преобладающему катиону подразделяется на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую, а каждая группа делится на четыре типа вод, по соотношению ионов HCO<sub>3</sub>, Ca и Mg.

В пятой группе гидрогеохимической классификации учитывается состав растворенных в воде газов. Среди этой группы наиболее популярна бальнеологическая классификация В. В. Иванова и Г. А. Невраева (1964), которая делится по основным бальнеологическим группам вод на: 1 – без «специфических» компонентов и свойств; 2 – углекислых; 3 – сульфидных; 4 – железистых и мышьяковистых с высокими содержаниями Mn, Cu, Al, Zn; 5 – бромных и йодных с высоким содержанием органических веществ; 6 – радоновых и 7 – кремнистых термальных с температурой более 35<sup>0</sup>С. По величине рН среди них выделяются воды: а) сильнокислые и кислые (рН менее 5,5), б) слабокислые (рН 5,5-6,8), в) нейтральные (рН 6,8-7,2), г) слабощелочные (рН 7,2-8,5) и д) щелочные (рН более 8,5).

В научном отношении в этой группе ценна система природных вод А. М. Овчинникова (1954), которая по природным обстановкам образования вод по составу газов (и преобладающих ионов) делится на 1-окислительных, 2-восстановительных и 3-метаморфических.

Наконец, гидрогеохимическая классификация природных вод по совокупности различных равноценных по значимости природных факторов обоснована академиком В. И. Вернадским (1929, 1933, 1936). Классификация весьма сложна, обоснована в его монографических работах [3].

После рассмотренных частных и других гидрогеохимических вопросов, и гидрогеохимической классификации, нами в 1978–1985 гг. (по отдельным вопросам еще и раньше) с привлечением ряда ученых института гидрогеологии и гидрофизики (А. К. Джаkelова, М. А. Мухамеджанова, К. М. Давлетгалиевой, В. И. Порядина некоторых других) применительно к условиям Республики Казахстан впервые была подготовлена к печати и в 1989 г. опубликована монография «Гидрогеохимия Казахстана».

**ГИДРОГЕОХИМИЯ КАЗАХСТАНА.** Данная работа была заключительным этапом новый для нашей республики науки, результатом многолетних исследований и экспериментов, выполненных в этом направлении рядом научных работников Института гидрогеологии и гидрофизики (преобразованного позже в Институт гидрогеологии и геоэкологии) Национальной Академии науки АН РК. Однако, началом начал, как уже отмечено, было выделение и обоснование гидрогеохимических провинций и областей на территории республики, установление затем гидрогеохимической зональности, формирования минерализации и химического состава разных генетических типов подземных вод, их макро- и микрокомпонентов. Особое место уделено к гидрогеохимической оценке критериев поисков рудных и нефтегазовых месторождений, промышленного химического сырья, минеральных лечебных вод, гидрогеохимических предвестников землетрясений.

**Гидрогеохимические провинции** территории Казахстана характеризуются большим разнообразием комплексов природных, геолого-структурных, морфометрических и гидрогеологических условий, которые приводят к формированию весьма разных типов подземных вод по условиям залегания, направленности миграции, интенсивности водообмена и особенностям их генезиса, а также по неоднородности степени минерализации и химического состава.

По характеру отмеченных показаний на территории республики выделяются четыре гидрогеохимических провинций: 1) горноскладчатых средне высокогорных, местами непрерывно связанных с ними низкогорных областей (исключая межгорные и крупные внутри-горные впадины), в которых образуются трещинные и трещинно-жильные подземные воды в условиях весьма интенсивного водообмена; 2) низкогорных и мелкосопочных гидрогеологических областей, в которых формируются трещинные, трещинно-жильные, местами трещинно-карстовые пластовые воды в условиях меньшей интенсивности, местами замедленного водообмена; 3) межгорных и крупных внутригорных впадин, в которых формируются зональные пластовые воды в условиях замедленного и частично лучшего водообмена; 4) обширных платформенных равнин, в которых образуются широко зональные подземные воды с различной интенсивностью водообмена. Гидрогеологические условия названных провинций различаются самой различной обстановкой формирования гидрохимических типов подземных вод в пределах каждой провинции.

Первая (горно-складчатая) гидрохимическая провинция обрамляет территорию Казахстана, главным образом, с юга и юго-востока включает средне высокогорные, местами тесно связанные с ними низкогорные площади (с юго-запада на северо-восток) Северного Тянь-Шаня (Казахстанская часть Угам–Таласского, Киргизского, Терской–Кунгейского, Заилийского Алатау, Центрального Каратау и Кетменя), Жонгарского Алатау, Тарбагатая и Алтая с абсолютными отметками высот до 3–7 км. В строении провинции участвуют допалеозойские – палеозойские метаморфические, интрузивные, вулканогенно-осадочные сильно раздробленные породы интенсивной дислокации с частыми тектоническими нарушениями. В них образуются, как отмечено, трещинные и трещинно-жильные подземные воды в условиях сильной расчленённости рельефа и выпадения большого количества атмосферных осадков (до 1000–1600 мм/год). В этих условиях формируются подземные воды большей частью глубокого залегания (в основном до 50-70м, исключая приразломные зоны), интенсивного водообмена, коротким расстоянием миграции с однозональной вертикальной поясностью. Они обладают малой минерализацией (от 0,1–0,5 до 1 г/л), различным химическим свойством с разнообразными гидрогеологическими показателями.

Вторая гидрогеологическая провинция горноскладчатых областей занимает территории низкогорья в периферийных частях средне-высокогорья на юге и юго-востоке Казахстана, а также площадей горно-островных мелкосопочников Центрального Казахстана, Уралтау-Муголжар и отчасти Центрального Каратау (Мангыстау) и гор на юго-востоке республики (Саур и Калбинские массивы). Среди названных территорий самый большой площадью выделяется Центрально-Казахстанский горно-островной мелкосопочник, характеризующийся чрезвычайно разнообразными морфологическими, геоструктурными и гидрогеологическими условиями. Эта территория охватывает площадь с абсолютными отметками от 450–600 м в пределах резко высокогорных мелкосопочников до 1200–1600 м в низких горах на севере, юго-западе и юго-востоке с возвышенной впадиной Тениз высотой 300–400 м.

В геологическом строении названной территории участвуют дислоцированные, сложно расчленённые тектоническими нарушениями допалеозойско-палеозойские метаморфические и магматические породы, в разных местах которых залегают карбонатно-терригенные осадки. В пределах первых формируются неглубоко залегающие (до 80–100 м) трещинные и трещинно-жильные, а на площади вторых более глубокие подземные воды с минерализацией от 0,2–0,1 – до 2–3 г/л и более, и самым различным химическим составом, нередко с заметными признаками промышленной рудоносности. По своим гидрогеохимическим особенностям крупный и сложный горноостровной мелкосопочник Центрального Казахстана как бы суммирует и фиксируют такие же особенности всех других оставшихся «малых» областей второй горно-складчатой провинции.

Третья гидрохимическая провинция межгорных и крупных внутригорных впадин представляют собой отдельные сравнительно небольшие по площади артезианские и субартезианские бассейны, занимающие в основном южную и юго-восточную (Южно-Балхашский, Копа-Илийский, Кегень-Каркаринский, Жалагашский, Коньроленский, Алакольский, Зайсанский, Талдыкорганский, Саркандский и др.), а также Центрально-Казахстанскую (Тениз –Коргалжинский), Западную (Орский) и Юго-Западную (Прикаратауский на Мангыстау) части Казахстана. В них почти всюду подземные воды залегают в юрских, меловых, палеоген-неогеновых, отчасти в четвертичных отложениях на глубине первых сотен, реже нескольких сотен метров на поверхности подстилающих скальных палеозойских пород. В виду близости горных обрамлений (особенно на юге и юго-востоке) и не глубокого залегания эти воды формируются в условиях активного, а в более глубоких зонах замедленного водообмена. Они в основном пресные, в центре и западе республики солоноватые; в центральных частях впадин в центре и на западе – соленые и слабосоленые сложного химического (от гидрокарбонатного кальциевого до хлоридно-натриевого) состава. В этих горизонтах они имеют тесную связь к водами более глубоко залегающих горных пород, нередко образуют теплые и горячие воды бальнеологического и тепло- энергетического назначения.

Четвертая гидрогеохимическая провинция широких платформенных прогибов занимает обширные равнинные территории на западе, севере, северо-востоке и на юге Казахстана в пределах Прикаспийского, Мангыстау-Устюртского, Северного и Северо-восточного Казахстанского, Торгайского, Приаральских и Шу-Сарысуского гидрогеологических бассейнов. Здесь комплексы осадочных отложений имеют большую мощность от нескольких до 20–23 км в Прикаспийской впадине. В них содержатся многочисленные водоносные горизонты подземных вод от пресных и слабосоленоватых в верхних и краевых частях прогибов, которые пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения, до высоко рассольных (особенно в Прикаспийской впадине), используемых для промышленного извлечения в качестве минерального сырья.

По химическому составу и гидрогеохимическим показателям подземные воды являются весьма разнообразными. Рассолы занимающие, главным образом, нижние глубокие горизонты зачастую обогащены органическими веществами и микроэлементами – признаками нефтегазонасности.

Все отмеченные выше гидрохимические разделы подробно, во всех деталях впервые рассмотрены в монографии «Гидрогеохимия Казахстана», опубликованной в 1989 г. [21].

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА.** Впервые выделил гидрогеохимическую зональность по степени минерализации подземных вод выдающийся ученный В. И. Вернадский [3], который еще в 1929 г. предложил подразделить природные воды по этому показателю на классы с сухим остатком до 1 г/л, соленых от 1 до 50, и более 50 г/л –

рассольных. В последующие годы, видные ученые И. К. Зайцев и Н. И. Толстихин [9], несколько изменив это положение, выделили четыре гидрохимических зоны: зона А – пресных вод до 1 г/л (с подзонами до 0,5 и 0,5–1,0), зона Б – солоноватых вод от 1 до 10 г/л (с подзонами 1–3 и 3–10), зона В – соленых вод от 10 до 50 г/л и зона Г – рассольных, более 50 г/л.

Несколько позже нами [19] с учетом особенностей гидрогеохимических условий аридных территорий был расширен предел зоны А до 3 г/кг (с выделением подзоны  $A_{0,2}$  – ультрапресных – до 0,2 г/кг, пресных –  $A_{0,5}$  (0,2–0,5 г/кг), умеренно пресных –  $A_1$  (0,5–1 г/кг) и слабосоленых –  $A_3$  (1–3 г/кг), несколько сокращён предел зоны Б (с двумя подзонами:  $B_5$  и  $B_{10}$ ); зона В включает три подзоны –  $B_{25}$ ,  $B_{35}$  и  $B_{50}$ ; зона Г включает 5 подзон –  $G_{75}$ ,  $G_{135}$ ,  $G_{270}$ ,  $G_{370}$  (все эти зоны и подзоны описаны выше).

Подробно изучая сущность и пространственное размещение выделенных зон в процессе поисково-гидрогеохимических исследований в разных горноскладчатых провинциях Казахстана в 1977 г. нами отмечено существование в составе подземных вод трех видов рудных микроэлементных зон: 1) сидерофильных (Fe, Cr, Ni, Co, Ti, V, Pt, Mn, Hg); 2) халькофильных (Cu, Pb, Zn, Ag, Bi, As, Sb, Ge, Au); 3) литофильных (N, Mo, Be, Sz, Al, Si, Zn, Th, Ta и др.). Нами было установлена их приуроченность к определенным частям геолого-гидрогеологических структур и генетическим типам рудовмещающих пород. Эта идея была предложена нами в 1978 г. на Всесоюзной гидрогеохимической конференции в г. Томске и получила одобрение.

Продолжая гидрогеологические экспериментальные исследования в отмеченном направлении в 1979 г. нами было выделено четыре зоны по рудохимическому составу подземных вод: а) гидрокарбонатных вод с четырьмя подзонами: гидрокарбонатных кальциевых вод, по О. А. Алекину [1], зона гидрокарбонатных натриевых I-типа; б) зона сульфатных вод с тремя подзонами: сульфатных кальциевых II-типа и сульфатных кальциево-натриевых I и II-типов; в) зона хлоридных вод с тремя подзонами: хлоридных натриевых I и II-типов; хлоридных натриевых и натриево-магниевых III-типа и хлоридных кальциевых III-типа; подзона смешанных по химическому составу подземных вод. Установлено площадное размещение рудохимических зон и подзон в пределах всех горноскладчатых территорий Казахстана. Это положение было опубликовано в 1980 г. в журнале «Вестник АН Каз ССР» №1 [19].

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ.** Гидрогеохимические методы поисков полезных ископаемых является логическим следствием теоретических и экспериментальных исследований по миграции химических элементов в земной коре. Этим путем многие ученые, начиная от В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана и других, обосновали и практически использовали для поисков месторождений.

Применение этих методов на практике поисков полезных ископаемых имеет важное значение особенно сейчас (а также в будущем), когда их добыча осложняется и затрудняется вследствие того, что все меньше остается для обнаружения и разработки легкодоступных месторождений. В связи с этим приходится ориентироваться на месторождения все более глубоко залегающих рудных тел и нефтегазовых залежей, да и самих подземных вод хозяйственно-питьевой, бальнеологической, теплоэнергетической и промышленной значимости. Эти методы основаны на фактах существования ореолов рассеяния залежей рудных, углеводородных, солевых и газовых месторождений в подземных водах, устанавливаемых путем изучения их химического, микрокомпонентного, органического, газового и изотопного состава с учетом геоструктурных, гидрогеологических, гидрогеотермических и геохимических условий территории. Начиная с 1960 г. в Институте геологических наук им. К. И. Сатпаева, а затем в Институте гидрогеологии и геоэкологии НАН РК проводились поисковые гидрогеологические исследования в предполагаемых рудоносных и нефтегазоносных районах, в последующих годах для обоснования предвестников землетрясений. Результаты этих исследований в более или менее полной мере приведены в ряде наших работ и в монографии «Гидрогеохимия Казахстана». Нами о них будет дано только краткое изложение.

**Гидрогеохимические показатели поисков рудных залежей** обоснованы результатами многолетних полевых и экспериментальных исследований ученых Казахстана, главным образом, под нашим руководством. Не излагая все детали проведенных исследований, отметим, что был выделен по площади и в разрезе комплекс генетических типов рудогенных сидерофильных, халькофильных и литофильных элементов в составе подземных вод.

В процессе многолетних гидрогеологических исследований рудопоисковые работы были выполнены почти на всей территории горноскладчатых областей республики. По их результатам на всех основных горнорудных районах нами было выделено не меньше 11 рудных типов гидрогеохимических ассоциаций основных (в скобке – второстепенных) рудных компонентов, встречающихся в составе подземных вод, условно названных ниже наименованием рудных типов залежей, приведены в следующем виде:

I. Полиметаллический – Pb, Zn, Sr (местами присутствующие второстепенные элементы – Ti, V, Al, Cu, Ag, Fe);

II. Свинцово-цинково-молибденовый – Pb, Zn, Mo (Ti, Cu, Cr, V, Fe);

III. Олово-свинцово-цинковый – Sn, Zn, Pb, Cd (Cu, Ag, Sr, As, V);

IV. Медный – Cu, Zn, Pb (Co, Ni, Mn, Ti, Cr);

V. Медно-молибденовый – Cu, Mo, Mn, Pb (Ti, V, Al, Fe);

VI. Ультраосновных плутонов – Ni, Co, Ti, Cr, V, Cu (Fe, Mn, Mo, Ag, Al);

VII. Рудный – Hg, Zn, Mo, Cu, (F, Sb, As, W);

VIII. Золототипный – Au, Ag, Ba, As (Cu, Zn, Pb, Sr);

IX. Редкометалльный – Mo, Sn, li, (Ti, V, Al, Sr, Ga);

X. Фосфорно-молибденово-ванадиевый – Mo, V, F (Fe, Cu, Ni, Co);

XI. Железорудный – Fe, Mn, (Ti, Pb, Ni, Co, V, Zn, Mo).

Каждый из условно названных типов рудогенных ассоциаций в отдельных районах включает от 2 до 6 подтипов.

На основании выделенных типов и подтипов рудогенных гидрохимических ассоциаций элементов (в составе макро- и микроэлементов) оконтурены поля их рассеяния. Последние отражают, по нашему мнению, рудную специализацию отдельных структурно – металлогенических зон и гидрогеохимических особенностей возможно рудоносных комплексов пород, по которым должны решаться поисковые задачи по оценке их рудоносности по гидрогеохимическим показателем. По каждому из выделенных полей отмечается ряд возможных рудных зон.

**Гидрогеохимические показатели нефтегазаносности** разработаны многими учеными Советского Союза еще в 1930 годы прошлого столетия, а в 1950 нами научно- методический основной гидрогеохимических показателей является их тесная связь с формированием геохимического облика нефтяных попутных вод в процессах миграции углеводородов, сохранения и разрушения нефтегазовых залежей.

Обычно содержание макро – и микрокомпонентов в подземных водах не связаны с процессами нефтегазообразования, но они характеризуют гидрогеохимическую обстановку наличия или отсутствия нефтегазовых залежей и их сохранности в платформенных областях. Тем не менее, как показали наши многолетие исследования, имеется группа гидрогеохимических показателей, свидетельствующих о нефтегазаносности территорий. Среди этих показателей важное значение имеют установление гидрогеохимической зональности, особенностей минерализации и химического состава пластовых вод, гидрогеохимического типа, степени метаморфизации; выяснение их специфических ингредиентов, наличие соответствующего органического, газового и бактериального состава. Особое значение приобретают состав водорастворимого газа – углеводородных (особенно тяжелых), гелия, аргона, органического азота углекислого газа, газонасыщенности пластовых вод, упругости водорастворимых газов, углеводородов, в том числе ароматических, смол, гетероциклических, гидроксильных соединений, гумуса, эфиров и аминокислот.

По результатам многолетних и систематических исследований [12, 20, 21] установлен большой комплекс наиболее информативных гидрогеохимических и газохимических показателей в частности, по четырем районам нефтегазаносности Прикаспийской впадины: Тепловско-Карашиганакской, Кенкияк-Жаназольской (на юго-востоке), Южно-Эмбенской и Каратон-Тенгизской (на юге) зон.

Тепловско-Карашиганакская зона расположена в северной прибортовой части Прикаспийской впадины, характеризуется значительными глубинами залегания нефтегазаносных горизонтов (2990 – 4990 м) и наличием пластовых вод хлоридного кальциевого типа высокой минерализации (170 – 495 г/кг) и высоким значением коэффициента метаморфизации бессульфатных пластовых вод продуктивных (нефтегазаносных) горизонтов. Пластовые воды продуктивных горизонтов, не

посредственно контактирующихся углеводородными зонами, обогащены многими микроэлементами. Они являются высокоперспективными не только на нефть, газ и газоконденсат, но и на высококонцентрированные промышленные поликомпонентные воды с промышленными содержаниями йода, брома, бора, лития, рубидия, цезия, стронция и некоторых других микроэлементов. Среди наиболее информативных гидрогеохимических показателей особенно хорошо «работают» оказались группы ВРОВ (водорастворенных органических веществ), ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол), растворенные в воде газы – метан, тяжелые углеводороды, высокая газонасыщенность (от 560 до 3000 см<sup>3</sup>/л) и содержание специфических микроэлементов.

Кенкияк-Жаназольская зона характеризуется широким развитием сильно минерализованных вод (150–300 г/кг) хлоркальциевого типа с высоким коэффициентом метаморфизации, низкой сульфатностью. Среди косвенных показателей в продуктивных горизонтах лучше всего «работают» высокие концентрации йода, брома, лития, рубидия, цезия, стронция. Закономерности в распределении ВРОВ и органических элементов в основном совпадают с особенностями продуктивных горизонтов – метановый состав газов и некоторым количеством тяжелых углеводородов; газонасыщенность пластовых вод достигает 2000 см<sup>3</sup>/л.

Южно-Эмбенская и Каратон-Тенгизская нефтегазоносные зоны по гидрохимическим и газохимическим показателям подземных вод основных продуктивных горизонтов большей частью сходны с выше описанными нефтяными зонами.

**Подземные воды (рассолы) как химическое сырье** давно привлекали к себе внимание в мире (в первую очередь в США, Японии, Канаде и других странах) в качестве возможного промышленного источника редких и рассеянных элементов лития, бора, йода, брома, калия, рубидия, цезия и других.

Рассольные воды территории Казахстана, особенно западных районов и Шу–Сарысуикого нефтегазоносного района, достаточно перспективны для производства таких элементов из пластовой воды. Например, в северной части Прикаспийской впадины – в Тепловско-Карашиганской нефтегазоносной зоне, в подземных рассолах установлены высокие концентрации (в мг/л) йода – до 25–42, брома – до 300–750, бора – до 50–1000, магния – до 10 000–110 000, калия – до 1930–2000; здесь также установлены высокие концентрации в рассолах стронция, лития, рубидия, цезия. В рассолах нефтеносных горизонтов южной Эмбы обнаружены (мг/л): йод – до 24, бром – до 905, калий – до 7500, стронций до 370; на Южном Мангыстау: йод – до 15, бром – до 560, калий – до 1500, стронций – до 900; Шу-Сарысуиком бассейне: йод – до 20, бром до 5700, бор – до 100, стронций – до 4800, калий – до 3400, рубидий – до 130 и т.д.

Такие рассолы в перспективе при определении их эксплуатационных запасов могут быть успешно использованы для извлечения как источник промышленного сырья и рассеянных элементов.

**Гидрогеохимические критерии подземных вод бальнеологического значения** давно используются в Казахстане для разведки месторождений минеральных лечебных вод. Материалы о них освещены во многих работах и опубликованы казахстанскими учеными и специалистами производства. Поэтому здесь на них не будем останавливаться.

**Гидрогеологические показатели (предвестники) землетрясений** изучены во многих странах мира, в том числе СНГ и в нашей стране. Отмечено, что во время и перед землетрясением ряд показателей (в том числе качественный состав подземных вод) заметно изменяется. Ниже нами показано изменение содержания в подземных водах, в том числе в скважинах, концентраций радона, гелия, уголекислоты, хлоридов, фтора, изотопных отношений газа аргона и комплекса показателей (таблица 4).

Эти данные показывают неоднозначность отмеченных изменений ряда гидрохимических показателей. Тем не менее требует к себе особого внимания и дальнейшего изучения природных гидрогеохимических аномалий, условий их формирования и проявления для краткосрочного прогноза землетрясений. С методических позиций наиболее перспективно использовать комплекс гидрогеохимических показателей – газовый, ионно – солевой и изотопный состав подземных вод. Эти данные следует увязывать с другими геологическими, гидрогеологическими и геохимическими показателями. Только на пути комплексного учета всех предвестников землетрясений можно решать эту сложную научно-практическую задачу.

Таблица 4 – Гидрогеохимические предвестники землетрясений [по 11]

| Показатель   | Район и время землетрясений                                    | Изменение гидрогеологического показателя перед землетрясением   |
|--|--|---|
| Радон  | Ташкент, 2.6.4.1966<br>Газли, 17.05.1974<br>Япония, 14.01.1978 | В 1957–1965 гг. содержание радона заметно увеличилось. В воде из скв. Под Ташкентом содержание радона в течение нескольких дней до толчка увеличилось, затем начало падать.   |
| Гелий  | Таджикистан, октябрь 1978<br><br>Газли, 17.5.1976              | До землетрясений в радиусе 500 м скважинах Дусенбинского полигона содержание гелия изменилось в небольших пределах. Рост его содержания с последующим снижением в конце сентября – начале октября землетрясениям. За 3–7 дней до землетрясения содержащие гелия в изогенных водах |
| Угле кислород  | Газли, 17.5.1976<br>Дагестан, 14.5.1970                        | Снижение содержания CO <sub>2</sub> в подземных водах за 13–20 дней до землетрясения. Перед землетрясением наблюдался резкое снижение содержания CO <sub>2</sub> в районе Талги, разное повышение в Заузенбаше.   |
| Хлор-ион   | Анапа, Сочи 1966–1970 гг.<br>Дагестан, 1970                    | За несколько дней землетрясений содержание хлор-иона в подземных водах увеличилось – 4 раза. Перед землетрясением наблюдался 5 кратный рост содержания хлоридов в воде из скв. в районе Грозного, расположенной в 80 км от эпицентра.   |
| Общая минерализация удельная электропроводность фтор | Тоже<br>Газли, 1976  | Возрастание этих показателей перед землетрясением. Снижение концентрации фтора перед землетрясением в водах глубоких скважин. Восточно-Ферганского полигона   |
| 40Ar/36 Ar   | Дагестан, 1970   | За 1,5 суток до землетрясения рост изотопного отношения   |
| Комплекс показателей (CO <sub>2</sub> , Rn, F)       | Газли, 1976  | Аномальные изменения за несколько дней до землетрясения концентраций углекислоты, радона и фтора в воде из скв. Восточно-Ферганского полигона   |

В заключение следует отметить, что развитие новой гидрогеохимической науки все более способствует развитию гидрогеологии в целом, и отвечает требованиям сегодняшнего дня для казахстанской науки в области широкого использования ее достижений в повседневной жизни.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л., 1970. – 444 с.
- [2] Ахмедсафин У.М. Подземные воды песчаных массивов южной части Казахстана. – Алма-Ата, 1954. – 267 с.
- [3] Вернадский В.И. Избранные сочинения, том числе кн.ч. – М., 1960. – 651 с.
- [4] Гидрогеохимия. – Новосибирск, 1982. – 286 с.
- [5] Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов. – М., 1977. – 216 с.
- [6] Давлетгалиева К.М. Гидрогеохимия Южно-Уральского, Каратауского и Илийского рудных поясов. – Алма-Ата, 1987. – 232 с.
- [7] Давлетгалиева К.М., Абсаметов М.К. Рудноносная ассоциация микроэлементов в подземных водах // Изв. АН КазССР. Серия геол. – 1987. – № 2. – С. 66-70.
- [8] Зайцев И.К. Гидрогеохимия. – Л., 1986. – 240 с.
- [9] Зайцев И.К., Толстихин Н.И. закономерность распространения и формирования (промышленных и лечебных) подземных вод на территории СССР. – М., 1972. – 280 с.
- [10] Коржинский Д.С. Фильтрационный эффект в растворах и его значение в геологии // Изв. АН СССР. Серия геол. – 1947. – № 2. – С. 25-48.
- [11] Крайнев С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия. – М., 1992. – 463 с.
- [12] Мухамеджанов М.А., Антипов С.М. Гидрогеология подсолевых отложений восточной части Прикаспийской впадины. – Алма-Ата, 1970. – 180 с.
- [13] Овчинников А.М. Гидрогеохимия. – М., 1970. – 200 с.
- [14] Питьева К.Е. Гидрогеохимия. – М., 1978. – 325 с.
- [15] Подземный водный и солевой сток в бассейне Аральского моря: состояние и прогноз. – Алма-Ата, 1983. – 160 с.
- [16] Пасохов Е.В. Общая гидрогеохимия. – Л., 1975. – 208 с.
- [17] Самарина В.С. Гидрогеохимия. – Л., 1966. – 359 с.
- [18] Сулин В.А. Воды нефтяных месторождений. – М.-Л., 1948. – 479 с.
- [19] Сыдыков Ж.С. Гидрогеохимическая зональность подземных вод Казахстана по степени минерализации и химическому составу // Вестник АН КазССР. – 1980. – № 1. – С. 13-21.

- [20] Сыдыков Ж.С. Гидрогеологические критерии поисков полезных ископаемых в западном Казахстане // Вестник АН КазССР. – 1961. – № 5. – С. 64-78.  
 [21] Сыдыков Ж.С. и др. Гидрогеохимия Казахстана. – Алма-Ата, 1989. – 191 с.  
 [22] Сыдыков Ж.С., Давлетгалиева К.М. Гидрогеохимические классификации и графики. – Алма-Ата, 1974. – 140 с.  
 [23] Чу-Илийский рудный пояс. Гидрогеология и геоморфология. – Алма-Ата, 1979. – 191 с.  
 [24] Шварцев С.Л. Гидрогеохимические зоны гипергенеза. – М., 1978. – 288 с.

#### REFERENCES

- [1] Alekin O.A. Fundamentals of hydrochemistry. L., 1970. 444 p. (in Russ.).  
 [2] Akhmedsafin U.M. Underground waters of sandy massifs of the southern part of Kazakhstan. Alma-Ata, 1954. 267 p. (in Russ.).  
 [3] Vernadsky V.I. Chosen compositions, M., 1960. 651 p. (in Russ.).  
 [4] Hydrogeochemistry. Novosibirsk, 1982. 286 p. (in Russ.).  
 [5] Goleva G.A. Hydrogeochemistry of ore elements. M., 1977. 216 p. (in Russ.).  
 [6] Davletgaliyeva K.M. Hydrogeochemistry of the Southern Ural, Karatausky and Iliysky ore belts. Alma-Ata, 1987. 232 p. (in Russ.).  
 [7] Davletgaliyeva K.M., Absametov M.K. Ore-bearing association of microcells in underground waters. News of AS KazSSR, series geol., 1987, N 2. P. 66-70. (in Russ.).  
 [8] Zaytsev I.K. Hydrogeochemistry. L., 1986. 240 p. (in Russ.).  
 [9] Zaytsev I.K., Tolstikhin N.I. Regularity of distribution and formation (industrial and medical) underground waters in the territory of the USSR. M., 1972. 280 p. (in Russ.).  
 [10] Korzhinsky D.S. Filtrational effect in solutions and its value in geology. News of AS USSR, series geol., 1947. N 2. P. 25-48. (in Russ.).  
 [11] Kraynev S.R., Shvets V.M. Hydrogeochemistry. M., 1992. 463p. (in Russ.).  
 [12] Mukhamedzhanov M.A., Antipov S.M. Hydrogeology of subsalt deposits of east part of Caspian Depression. Alma-Ata, 1970. 180 p. (in Russ.).  
 [13] Ovchinnikov A.M. Hydrogeochemistry. M., 1970. 200 p. (in Russ.).  
 [14] Pityeva K.E. Hydrogeochemistry. M., 1978. 325 p. (in Russ.).  
 [15] Underground water and salt drain in the basin of the Aral Sea: state and forecast. Alma-Ata, 1983. 160 p. (in Russ.).  
 [16] Pasokhov E.V. General hydrogeochemistry. L., 1975. 208 p. (in Russ.).  
 [17] Samarina V.S. Hydrogeochemistry. L., 1966. 359 p. (in Russ.).  
 [18] Sulin V.A. Waters of oil fields. M.-L., 1948. 479 p. (in Russ.).  
 [19] Sydykov Zh.S. Hydrogeochemical zonality of underground waters of Kazakhstan on degree of a mineralization and a chemical composition. Messenger АН КазССР. 1980, N 1. P. 13-21. (in Russ.).  
 [20] Sydykov Zh.S. Hydrogeological criteria of searches of minerals in the western Kazakhstan. Bulletin of AS KazSSR, 1961, N 5. P. 64-78. (in Russ.).  
 [21] Sydykov Zh.S., et al. Hydrogeochemistry of Kazakhstan. Alma-Ata, 1989. 191 p. (in Russ.).  
 [22] Sydykov Zh.S., Davletgaliyeva K.M. Hydrogeochemical classifications and schedules. Alma-Ata, 1974. 140 p. (in Russ.).  
 [23] Chu-Iliysky ore belt. Hydrogeology and geomorphology. Alma-Ata, 1979. 191 p. (in Russ.).  
 [24] Shvartsev S.L. Hydrogeochemical zones of hyper genesis. M., 1978. 288 p. (in Russ.).

### ҚАЗАҚСТАНДА ГИДРОГЕОХИМИЯ ҒЫЛЫМЫНЫҢ ДАМУЫ ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСУЫ

Ж. Сыдыков

«У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** гидрогеохимия, биосфера, минералдылық, құрғақ қалдық, микроэлемент, провинция, аудан, белдемділік, гидрогеохимиялық көрсеткіштер, алдын ала хабаршылар.

**Аннотация.** Мақалада гидрогеохимиялық классификациялар туралы толық шолу беріліп, гидрогеологияның мақсатына қарасты талдау мен сипаттама көрсетілген, жерасты суларының методикалық және практикалық мәселелері қаралған. Қазақстанның үлгісі ретінде гидрогеохимиялық провинциялары мен аудандары белгіленген, гидрогеохимиялық белдемділігі анықталған, металдар мен мұнайгазды кенорындарының гидрогеохимиялық көрсеткіштері дәлелденген, тұздық жерасты суларының химиялық шикізаттар қанымдылығы, бальнеологиялық жерасты сулары, алдын ала пайда болатын жерсілкіну хабаршылары берілген.

Поступила 21.07.2015 г.



**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 03.08.2015.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

7,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.