



ТРОФИМУКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021

**ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С УЧАСТИЕМ ИНОСТРАННЫХ УЧЕНЫХ**

11–16 октября 2021 г.

МАТЕРИАЛЫ



**ИНГГ
СО РАН**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ
ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
ИМ. А. А. ТРОФИМУКА СО РАН
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ТРОФИМУКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021
Год науки и технологий – 2021

Материалы Всероссийской молодежной научной конференции
с участием иностранных ученых

г. Новосибирск, 11–16 октября 2021 г.

Новосибирск
2021

УДК 55:550.8+338.012(063)
ББК ИЗ6я431
Т 76

Программный комитет

Председатель – академик РАН *А. Э. Конторович*
Зам. председателя – д-р техн. наук *И. Н. Ельцов*

Члены программного комитета:

акад. РАН *В. А. Верниковский*, акад. РАН *М. И. Эпов*, чл.-корр. РАН *В. Н. Глинских*,
чл.-корр. РАН *В. А. Каширцев*, чл.-корр. РАН *В. А. Конторович*, чл.-корр. РАН *И. Ю. Кулаков*,
чл.-корр. РАН *Б. Н. Шурыгин*, д-р геол.-минерал. наук *Л. М. Буриштейн*,
д-р геол.-минерал. наук *Д. В. Гражданкин*, д-р геол.-минерал. наук *Б. Л. Никитенко*,
д-р геол.-минерал. наук *Н. В. Сенников*, д-р геол.-минерал. наук *А. Н. Фомин*,
канд. геол.-минерал. наук *И. А. Губин*, канд. геол.-минерал. наук *Д. А. Новиков*,
канд. геол.-минерал. наук *Т. М. Парфенова*

Организационный комитет

Председатель – *О. А. Локтионова*
Секретарь – *С. М. Ибрагимова*

Члены организационного комитета

М. В. Соловьев, *Д. В. Аюнова*, *К. В. Долженко*, *Ф. Ф. Дульцев*, *Е. А. Земнухова*,
К. И. Канакова, *А. А. Федосеев*, *Е. Е. Хогоева*

Т76 Трофимукские чтения – 2021 : Материалы Всерос. молодежной науч. конф. с участием иностр. ученых / Ин-т нефтегаз. геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2021. – 280 с.

ISBN 978-5-4437-1251-2

Сборник содержит материалы докладов, представленных на Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых «Трофимукские чтения – 2021», посвященной 110-летию академика АН СССР и РАН А. А. Трофимука (Новосибирск, Россия, 11–16 октября 2021 г.). В докладах отражены современные теоретические и практические проблемы геологии нефти и газа. Внимание уделено вопросам общей и региональной геологии нефтегазоносных осадочных бассейнов, решению актуальных задач тектоники, седиментологии, литологии, палеогеографии, геохимии, стратиграфии и палеонтологии. В публикациях обсуждаются новые результаты исследований в области геохимии нефти, гидрогеологии и гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов, углеводородного потенциала недр России. Серия работ посвящена моделированию нефтегазообразования в осадочных отложениях Сибири, методам компьютерного моделирования геологических процессов, оценке ресурсов и выявлению закономерностей размещения месторождений углеводородов. В сборник включены доклады, направленные на обсуждение проблем экономики и экологии нефтегазовой отрасли. В ряде докладов представлены результаты изучения геофизических исследований скважин, новые геофизические методы поисков углеводородов. Материалы конференции представляют интерес для специалистов-геологов широкого профиля, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области наук о Земле.

УДК 55:550.8+338.012(063)
ББК ИЗ6я431

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН, 2021
© Новосибирский государственный
университет, 2021

ISBN 978-5-4437-1251-2

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ (СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, ТЕКТОНИКА, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ОСАДОЧНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ)

Багаев Д. З. Геолого-геофизическая модель северной части бассейна Восточно-Сибирского моря с целью обоснования перспективных нефтегазоносных районов.....	8
Гришина А. А., Сапьяник В. В., Торопова Т. Н. Реконструкция обстановок осадконакопления байос-батских отложений в западной части Енисей-Хатангской НГО и сопредельных территорий.....	12
Гришина А. А., Торопова Т. Н., Сапьяник В. В. Геологическое строение западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и перспективы газоносности меловых отложений (на примере Подпимского ССК).....	15
Дроздов Д. К., Пахомова К. А., Виноградов Е. В. Палеогеографическое положение Сибири в позднем венде – раннем кембрии по результатам палеомагнитного анализа осадочной последовательности Оленекского поднятия	18
Ефременко В. Д. Белемниты и биостратиграфия нижнемеловых отложений Анабарского района Сибири.....	23
Злобина А. В. Стратиграфия и органическая геохимия нижней юры восточной части Анабаро-Ленского регионального прогиба (бассейн р. Келимяр).....	27
Нечаев М. С. Литологическая характеристика отложений овинпармского горизонта лохковского яруса нижнего девона в разрезе ручья Дэршор (гряда Чернышева).....	30
Пахомова К. А., Дроздов Д. К. Палеогеография Суханского осадочного бассейна по палеомагнитным данным хатыспытской свиты (венд Оленекского поднятия)	33
Пащенко А. А. Биостратиграфия синской и куторгиновой свит нижнего кембрия северо-запада Алданской антеклизы.....	38
Смольянова Д. В., Курагин Д. И., Зуева Е. А. Оценка перспектив нефтегазоносности доманиковых отложений юго-восточной части Мухано-Ероховского прогиба	42
Тахватулин М. М., Масленников М. А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности юрских, триасовых и пермских отложений южного борта Вилуйской синеклизы.....	45
Удегова В. В., Филиппов Ю. Ф. Потенциально нефтегазоносные комплексы Предъенисейского осадочного бассейна на юго-востоке Западной Сибири	48

СЕКЦИЯ 2. ГЕОФИЗИКА. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Глинских А. В. Численное моделирование потенциалов самопроизвольной поляризации с учетом глинистости пласта-коллектора.....	52
---	----

Кальяк А. А. Модель аппаратного комплекса для определения теплофизических свойств горных пород в условиях естественного залегания	56
Крошка Е. С. Сопоставление широкополосных диэлектрических спектров твердых и разрушенных песчаных пород	60
Крошка Е. С., Родионова О. В. Широкополосная диэлектрическая спектроскопия просеянных фракций песка и плавленых гранул.....	64
Москаев И. А. Численное моделирование данных скважинной электротомографии в геоэлектрических моделях с наклонной двухосной электрической анизотропией	68
Сизиков И. С., Тимофеев А. В., Ардюков Д. Г., Носов Д. А. Результаты измерений силы тяжести и смещений в районе Заполярного и Ямбургского нефтегазовых месторождений	71
Ульянов Н. А., Яскевич С. В., Дергач П. А. Детекция записей слабых локальных землетрясений с использованием машинного обучения.....	76
Федосеев А. А. Определение вещественного состава отложений баженовской свиты на основе электрофизических моделей смесей.....	79
Хогоева Е. Е. Динамика эмиссионного отклика геологической среды по материалам морской сейсморазведки	83
Шилов Н. Н., Грубась С. И., Дучков А. А. Построение сейсмических лучей по решению уравнения эйконала с использованием искусственных нейронных сетей.....	87
Яблоков А. В., Сердюков А. С. Способ подбора архитектуры искусственной нейронной сети для аппроксимации зависимости фазовой скорости поверхностной волны от параметров упругой модели геологической среды	91

СЕКЦИЯ 3. ТЕОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НЕФТИ И ГАЗА, ОРГАНИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОХИМИЯ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Бондоров Р. А., Фомин А. Н. Мацеральный состав и условия формирования углей васюганской свиты на юго-востоке Западно-Сибирского мегабассейна	95
Бурухина А. И., Фурсенко Е. А. Распределение углеводородов C ₄ –C ₉ в нефтях и конденсатах Бованенковского месторождения (полуостров Ямал, Западная Сибирь)	99
Дребот В. В. Изотопный состав углерода и кислорода гидрокарбонат-иона ($\delta^{13}\text{C}$) в подземных водах территории Торейских озер (Восточное Забайкалье).....	102
Иванников А. А. Органическая геохимия юрских отложений востока Енисей-Хатангского регионального прогиба.....	106
Мельник Д. С. Параавтохтонные битумоиды в породах хатыспытской свиты венда Оленекского поднятия на северо-востоке Сибирской платформы.....	109

Попова И. Д., Долженко К. В. Влияние асфальто-смолистой компоненты битумоида на пиролитические показатели террагенного органического вещества верхнепалеозойского комплекса Вилуйской синеклизы	113
Пыряев А. Н., Максимова А. А. Изотопный состав подземных вод нефтегазоносных отложений центральной части Зауральской мегамоноклизы	117
Черных А. В., Пыряев А. Н., Дульцев Ф. Ф. Новые данные об изотопном составе рассолов нефтегазоносных отложений Сибирской платформы.....	121

СЕКЦИЯ 4. МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Бардачевский В. Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров нижнемелового клиноформного комплекса Гыданского полуострова	126
Белоусов А. А., Титов Б. Г. Моделирование методики определения содержания в породе урана, тория калия методом пассивной гамма-спектрометрии	130
Зервандо Я. В., Елишева О. В. Предпосылки заполнения резервуаров неокомского интервала разреза Ай-Яунской площади углеводородами	133
Канакова К. И., Канаков М. С., Ибрагимова С. М. Методика выделения литотипов по данным ГИС в отложениях горизонта Ю ₁	138
Котухов П. Д. Влияние структурного строения и литологических особенностей вендских терригенных отложений на перспективы нефтегазоносности южного склона Байкитской антеклизы	142
Ошорова Е. М., Аюнова Д. В. Сейсмогеологическая характеристика и нефтегазоносность меловых отложений Ванкорской зоны нефтегазонакопления.....	146
Татевосян Л. С. Структурная характеристика отложений НГГЗК Чкаловского месторождения и прилегающих территорий	149

СЕКЦИЯ 5. МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НЕФТИ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИДРАТНОГО ГАЗА: МЕТОДЫ ИХ ПОИСКОВ, РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ

Кузнецова М. И. Выявление перспективных объектов баженовской свиты на территории ЯНАО с применением геолого-геофизических критериев	152
Соколов П. А. Поточный измеритель минерализации водных растворов	156

СЕКЦИЯ 6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКЕ

Кокорев О. Н., Кейслер А. Г., Истомин А. Д., Носков М. Д., Чеглоков А. А. Геоэкологический прогноз эксплуатации пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.....	160
---	-----

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗОТОПНОМ СОСТАВЕ РАССОЛОВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А. В. Черных¹, А. Н. Пыряев², Ф. Ф. Дульцев^{1*}

¹*Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск*

²*Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск*

Аннотация. Представлены новые изотопно-геохимические данные по сверхкрепким рассолам Сибирской платформы широкого стратиграфического диапазона (от рифея до ордовика). Для изученных рассолов характерен широкий интервал относительных концентраций дейтерия и кислорода-18: от -133 до $-17,5$ % для δD и от $-17,0$ до $-2,5$ % для $\delta^{18}O$. На основании значений кислородных и водородных дельт рассолов предполагается их седиментационно-метаморфический генезис. Значения $\delta^{13}C$ для DIC рассолов варьируют в диапазоне от -31 до $+12,7$ %. Предполагается биогенное (бактериальное) происхождение растворенной в водах углекислоты. В среднем, переход от более молодых комплексов к более древним сопровождается обогащением DIC легким изотопом углерода. Стронциевые отношения изученных рассолов делят их на две группы: с отношениями $^{87}Sr/^{86}Sr$, близкими к значениям в водах современного океана, и со значениями $^{87}Sr/^{86}Sr$, существенно их превышающими. Предполагается, что для рассолов второй группы захоронение вод происходило в присутствии обломочного материала выветривания континентальной коры, обогащенного радиоактивным ^{87}Rb .

Ключевые слова: гидрогеохимия, стабильные изотопы, генезис подземных вод, Сысконсынбинское газовое месторождение, Западная Сибирь, Арктика.

NEW DATA ON THE ISOTOPIC COMPOSITION OF BRINES OF OIL AND GAS DEPOSITS OF THE SIBERIAN PLATFORM

A. V. Chernykh¹, A. N. Pyrayev², F. F. Dultsev¹

¹*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk*

²*Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk*

Annotation. The new isotope-geochemical data on the Siberian platform supersaturated brines of a wide stratigraphic range (from Riphean to Ordovician) are presented. There is a wide range of oxygen and hydrogen stable isotope composition in the studied brines: from -133 to $-17,5$ % for δD and from $-17,0$ to $-2,5$ % for $\delta^{18}O$. The δD and $\delta^{18}O$ values point on the sedimentation-metamorphic genesis of the brines. The carbon isotope composition of the DIC in brines range from -31 to $+12,7$ %. It is supposed that DIC has the biogenic (bacterial) origin. The youngest brine DIC has the heaviest carbon isotope composition whereas the oldest brine DIC has the biggest concentration of ^{12}C . The strontium ratios of the studied brines divide them into two groups: with $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios, close to those of the modern ocean waters, and brines with $^{87}Sr/^{86}Sr$ values significantly exceeding modern ocean strontium ratios. It is assumed that the burial of the brines of the second group took place in the presence of clastic material of the continental crust, with a high content of radioactive ^{87}Rb .

Key words: brines, stable isotope composition $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, δD , isotopic ratios $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, water–rock interaction, methanogenesis, SMT processes, Siberian platform, Arctic.

Изученная коллекция представлена рассолами шести водоносных комплексов от рифейского до ордовикского, отобранных в пределах Байкитской (рифей) и Непско-Ботуобинской (венд, венд-кембрий) антеклиз, а также кимберлитовых трубок Удачная (кембрий) и Нюрбинская (ордовик) Якутской алмазонасной провинции. Рассолы рифейского водоносного комплекса преимущественно кислые (средние величины $\text{pH}=5,8$), имеют Cl Na состав с величиной общей минерализации от 327,9 до 329,8 г/дм³.

Исследования стабильных изотопов основаны на концепции постоянства исходного изотопного состава элементов, который с течением времени изменяется под действием различных природных и/или антропогенных процессов [1]. Так относительные концентрации кислорода-18 и дейтерия в рассолах варьируют в широких диапазонах: от -133 до $-17,5$ % для δD и от $-17,0$ до $-2,5$ % для $\delta^{18}\text{O}$. Построение пар значений $\delta^{18}\text{O}$ и δD исследованных вод относительно линии Крейга [2] (рис. 1, а) показало, что для всех изученных образцов наблюдается отклонение полученных точек от GMWL, зависящее от возраста вмещающих отложений. Так, рассолы среднекембрийских, венд-кембрийских и вендских комплексов обогащены легкими изотопами кислорода, в то время как для рассолов верхнекембрийского и рифейского комплексов наблюдается «дефицит» изотопа ^{16}O : точки располагаются ниже GMWL. В работе [3] предложена линия седиментационно-метаморфического генезиса хлор-кальциевых рассолов кимберлитовых тел. Интересно отметить, что полученные в настоящей работе значения $\delta^{18}\text{O}$ и δD рассолов рифейского и верхнекембрийского комплексов располагаются очень близко к этой линии, что позволяет сделать предположение о седиментационно-метаморфическом генезисе изученных рассолов, а их изотопный состав отражает, по-видимому, климатические условия на момент захоронения вод.

Особый интерес с точки зрения величин $\delta^{18}\text{O}$ и δD представляют рассолы вендского, венд-кембрийского и среднекембрийского комплексов. Для них, в противоположность вышеописанным рассолам рифейского и верхнекембрийского комплексов, характерен профицит легкого изотопа кислорода относительно линии Крейга. Относительные концентрации дейтерия и кислорода-18 в рассолах имеют довольно узкий интервал значений: от $-58,7$ до $-34,5$ % для δD и от $-12,6$ до $-8,4$ % для $\delta^{18}\text{O}$. В целом они могут быть ограничены областью, обозначенной эллипсом (см. рисунок, а). Наиболее интересными выглядят данные для проб № 11 и 14, в которых отклонения полученных точек от GMWL максимальны и достигают -6 % по кислороду и примерно $+50$ % по водороду. Вероятно, подобное проявление можно интерпретировать, как снижение среднегодовой температуры в момент осадконакопления относительно современной на $5-10$ °C, что является косвенным подтверждением гипотезы оледенения в вендском периоде [4], предложенной Н. М. Чумаковым в [5]. Здесь стоит упомянуть высокую вероятность смешения рассолов из разных водоносных комплексов.

Наличие этого эффекта, очевидно, проявляется для образцов 6, 12 и 13, для которых характерно смещение изотопного состава Н и О вод от области, ограниченной эллипсом, в сторону рассолов верхнекембрийских (более молодых) комплексов. Отсюда можно сделать предположение о вполне вероятном искажении значений $\delta^{18}\text{O}$ реликтовых (сингенетичных) рассолов вендского комплекса в положительную сторону.

В пользу этого предположения свидетельствуют и зависимости значений $\delta^{18}\text{O}$ (б) и δD (в) изученных рассолов от величины их общей минерализации (рис. 1). Из рис. 1 видно, что рассолы вендских и венд-кембрийских отложений имеют не только близкие пары величин $\delta^{18}\text{O}$ и δD (рис. 1, а), но и очень схожие значения общей минерализации, что является положительным аргументом в пользу гипотезы смешения рассолов. Для рассолов верхнекембрийского комплекса характерна наименьшая минерализация, что обусловлено, по-видимому, частичным разбавлением рассолов верхнекембрийского комплекса метеорными (низкоминерализованными) водами. Индивидуальность расположения точек для вод рифейских отложений

на рис. 1, б позволяет предположить отсутствие паразитного заражения этих рассолов водами более молодых возрастов на момент отбора.

Изотопный состав Н, О и С изученных рассолов Сибирской платформы

№ пробы Sample no.	Ком- плек	М, г/дм ³ TDS, g/l	$\delta^{13}\text{C}$, %	δD , %	$\delta^{18}\text{O}$, %	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\text{SD}$
1	Э ₃	158403	-0,4	-116	-14,5	0,00965	0,70909	0,00003
2	Э ₃	185343	-9,6	-109	-13,5	0,01044	0,70906	0,00003
3	Э ₃	102914	-15,9	-132	-15,7	0,01051	0,70857	0,00005
4	Э ₃	192863	-17,7	-103	-11,1	0,01664	0,70862	0,00004
5	Э ₂	372634	3,7	-53	-9,7	0,02889	0,70864	0,00003
6	Э ₂	196674	-5,3	-104	-11,5	0,02478	0,70856	0,00004
7	Э ₂	391280	12,7	-38	-10,7	0,02795	0,70926	0,00005
8	V-Э	430277	-31,0	-48	-8,4	0,01874	0,70813	0,00003
9	V	363909	4,6	-47	-11,3	0,01059	0,71440	0,00007
10	V	369655	-10,0	-44	-10,6	—	—	—
11	V	374218	4,4	-41	-12,4	0,00737	0,71222	0,00005
12	V	343978	4,4	-77	-12,6	0,00804	0,71014	0,00004
13	V	361613	-7,6	-133	-17,0	—	—	—
14	V	379249	6,3	-34	-11,5	—	—	—
15	V	353937	-7,4	-56	-10,2	—	—	—
16	V	335859	-22,5	-59	-9,7	—	—	—
17	V	359911	-15,2	-52	-10,1	0,01349	0,70955	0,00003
18	R ₂	327872	-24,1	-17	-2,5	0,01497	0,71985	0,00003
19	R ₂	329786	-22,2	-20	-2,5	0,01520	0,71984	0,00002

Примечания: «—» – не определялось; значения $\delta^{13}\text{C}$ приведены относительно стандарта VPDB, δD и $\delta^{18}\text{O}$ – относительно стандартов VSMOW-GISP-SLAP.

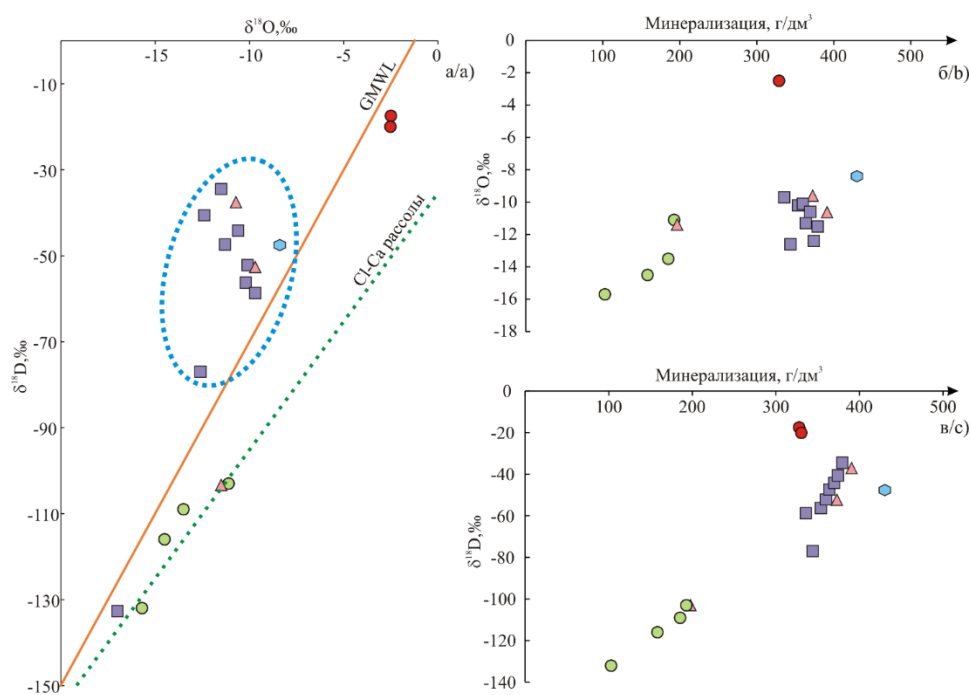


Рис. 1. δD – $\delta^{18}\text{O}$ (а) в рассолах, зависимости $\delta^{18}\text{O}$ (б) и δD (в) от величины общей минерализации рассолов

Fig. 1. δD – $\delta^{18}\text{O}$ (a) in brines, $\delta^{18}\text{O}$ (b) and δD (c) vs TDS

Значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ варьируют в очень широком интервале значений: от -31 до $+12,7$ %, что, безусловно, указывает на широкий спектр соединений и процессов, участвующих в формировании углекислоты рассолов. Принимая во внимание гипотезу седиментационно-метаморфического генезиса рассолов, основными источниками формирования в них DIC и определенных значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$, по-видимому, служили жизнедеятельность микроорганизмов и изотопный обмен углекислоты с окружающими породами, поскольку процессы обмена изотопами с атмосферой, вегетационного обмена (т. е. изменение изотопного состава DIC вод за счет жизнедеятельности растений), испарения и дегазации вод в нашем случае маловероятны.

Для большинства представленных в таблице рассолов были определены изотопные отношения $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Интерес, в первую очередь, представляли рассолы комплексов отличающихся возрастов. Для рассолов кембрийских и венд-кембрийских комплексов значения отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ – наименьшие и составляют от 0,70813 до 0,70926. По мере увеличения возраста комплекса-резервуара возрастает и величина соотношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ рассолов: от 0,70955–0,71440 в вендских до 0,71984–0,71985 в рифейских отложениях. В ряде случаев величина отношения $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ даже превышает эталонные значения для рассолов верхнекембрийских комплексов. Вероятно, это указывает на привнесение и накопление ^{87}Rb в рассолах из внешних источников – окружающей породы-резервуара либо из осколочного/выветренного материала, привнесенного временными потоками и захоронившегося вместе с водами.

В работе изучен ряд рассолов Сибирской платформы с точки зрения стабильной изотопии и рубидий-стронциевых отношений. На основании полученных данных авторами были сделаны следующие выводы: 1) для исследованных рассолов характерен широкий интервал значений относительных концентраций дейтерия и кислорода -18 : от -133 до $-17,5$ % для δD и от $-17,0$ до $-2,5$ % для $\delta^{18}\text{O}$. На основании изотопного состава кислорода и водорода рассолов предполагается их седиментационно-метаморфический генезис; 2) изотопный состав углерода в DIC рассолов варьирует в очень широком интервале значений: от -31 до $+12,7$ %. Предполагается биогенное (бактериальное) происхождение растворенной в водах углекислоты; 3) анализ рубидий-стронциевых отношений изученных рассолов позволил разделить их на две группы: рассолы со значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, близкими к значениям в водах современного океана, и рассолы со значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, существенно их превышающими. Предполагается, что для рассолов второй группы захоронение вод происходило в присутствии обломочного материала выветривания континентальной коры, обогащенного радиоактивным ^{87}Rb .

Список литературы

1. Алексеев С. В., Алексеева Л. П., Борисов В. Н., Шоуакар-Сташ О., Фрейн Ш., Шабо Ф., Кононов А. М. Изотопный состав (H, O, Cl, Sr) подземных рассолов Сибирской платформы // Геология и Геофизика. – 2007. – Т. 48. – № 3. – С. 291–304.
2. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // Science. – 1961. – V.133 (3465). – P. 1702–1703
3. Алексеева Л. П., Алексеев С. В. Геохимия подземных льдов, соленых вод и рассолов криоартезианских бассейнов северо-востока Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2018. – № 2 (59). – С. 183–197.
4. McCall G. J. H. The Vendian (Ediacaran) in the geological record: enigmas in geology's prelude to the Cambrian explosion // Earth-Science Reviews. – 2006. – V. 77. – P. 1–229.
5. Соколов Б. С., Федонкин М. А. Вендская система. Т. 2. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Стратиграфия и геологические процессы. – М.: Наука, 1985. – 246 с.

REFERENCES

1. Alekseev S. V., Alekseeva L. P., Borisov V. N., Shouakar-Stash O., Frejsh S. H., Shabo F., Kononov A. M. Izotopnyj sostav (H, O, Cl, Sr) podzemnyh rassolov Sibirskoj platformy // Geologiya i Geofizika. – 2007. – T. 48. – № 3. – S. 291–304.

2. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // *Science*. – 1961. – V.133 (3465). – pp. 1702–1703.
3. Alekseeva L. P., Alekseev S. V. Geokhimiya podzemnyh l'dov, solenyyh vod i rassolov krio-artezijskikh bassejnov severo-vostoka Sibirskoj platformy // *Geologiya i geofizika*. – 2018. – № 2 (59). – S. 183–197.
4. McCall G. J. H. The Vendian (Ediacaran) in the geological record: enigmas in geology's prelude to the Cambrian explosion // *Earth-Science Reviews*. – 2006. – V. 77. – P. 1–229.
5. Sokolov B. S., Fedonkin M. A. Vendskaya sistema. T. 2. Istoriko-geologicheskoe i paleontologicheskoe obosnovanie. Stratigrafiya i geologicheskie processy. – M.: Nauka, 1985. – 246 s.