



Москва

ОАО "ВНИОЭНГ"

12.2015

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# Геология, Геофизика

**и разработка  
нефтяных и газовых  
месторождений**

---

Geology,  
geophysics  
and development  
of oil and gas fields

Открытое акционерное общество  
"Всероссийский  
научно-исследовательский  
институт организации,  
управления и экономики  
нефтегазовой промышленности"  
(ОАО "ВНИИОЭНГ")



ЛАУРЕАТ  
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ SPI  
ПАРИЖ ФРАНЦИЯ

НАГРАЖДЕН ПАМЯТНЫМ ЗНАКОМ  
"ЗОЛОТОЙ ИМПЕРИАЛ"  
ЗА АКТИВНОЕ УЧАСТИЕ  
В МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ  
И ЯРМАРКАХ

# ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА И РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Geology, Geophysics and Development  
of Oil and Gas Fields

.....

12 ♦ 2015

МОСКВА ♦ ВНИИОЭНГ



# ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА И РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ежемесячный научно-технический журнал

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

### Главный редактор

**Дмитриевский А.Н.** – д. г.-м. н., профессор, академик РАН, генеральный директор Института проблем нефти и газа РАН,

### Зам. главного редактора

**Гогоненков Г.Н.** – д. т. н., первый заместитель генерального директора ОАО "ЦГЭ",  
**Астахова А.Н.** – к. т. н., главный менеджер ОАО "ВНИИОЭНГ",

**Бабаев Ф.Р.** – д. г.-м. н., профессор Азербайджанского Технического Университета,

**Брехунцов А.М.** – д. г.-м. н., директор ОАО "Сибирский научно-аналитический центр России",

**Варламов А.И.** – к. г.-м. н., генеральный директор ФГУП "ВНИГНИ",

**Гаверилов В.П.** – профессор, д. г.-м. н. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина,

**Грунис Е.Б.** – д. г.-м. н., руководитель дирекции Института геологии и разработки горючих ископаемых,

**Дарищева Е.Ю.** – с. н. с. ОАО "ВНИИОЭНГ",

**Захаров Е.В.** – д. г.-м. н., главный научный сотрудник ООО "ГазпромВНИИГАЗ",

**Михайлов Н.Н.** – д. т. н., профессор РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина,

**Салаватов Т.Ш.** – д. т. н., профессор, зав. кафедрой Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии,

**Сенин Б.В.** – д. г.-м. н., генеральный директор ОАО "Союзморгео",

**Старосельцев В.С.** – д. г.-м. н., профессор, зам. генерального директора Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья,

**Супруненко О.И.** – д. г.-м. н., зам. директора ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга,

**Холодильников В.А.** – д. г.-м. н., первый зам. генерального директора ООО "Газфлот",

**Юсифзаде Х.Б.** – д. т. н., профессор, академик НАНА, первый вице-президент Государственной Нефтяной Компании Азербайджанской Республики – Сокар.

Журнал по решению ВАК Министерства образования и науки РФ включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых могут быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук".

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ № 77-12330 от 10 апреля 2002 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Курчиков А.Р., Плавник А.Г., Ицкович М.В.** К вопросу о пространственном моделировании гидрогеохимических полей ..... 4
- Лобанова М.А., Некрасов А.А., Поляков И.Л., Хайдина М.П.** О необходимости использования детализированной модели неоднородного водогазового коллектора ..... 13
- Бабаев А.Ш.** Модели образования газогидратных залежей в авандельтах рек ..... 19
- Исмаил-Заде А.Д., Зейналова С.А., Ахмедов В.М.** Модель эволюционного преобразования углеводородных флюидов (на примере Каспийского бассейна) ..... 24

### ПОИСКИ И РАЗВЕДКА

- Коробов А.Д., Коробова Л.А.** Лавинообразная генерация петрогенной воды в тектонически активизированном рифтогенном седиментационном бассейне – движущая сила гидротермального процесса и миграции углеводородов ..... 34

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Астахов С.М.** Тонкодисперсное механоактивированное состояние органоминеральной системы илов как недостающий элемент при переходе от лабораторного к природному нефтегазообразованию ..... 44

### РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- Распопов А.В., Казанцев А.С., Леонтьев Д.В., Летунова С.В.** Комплексный подход к планированию боковых стволов ..... 52
- Кондратьев С.А., Жуковский А.А., Кочнева Т.С., Малышева В.Л.** Учет упругомеханических свойств пластов при выполнении ГРП на примере одного объекта разработки месторождений Пермского края ..... 56
- Информационные сведения о статьях ..... 60

ОАО "ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"

© ОАО "ВНИИОЭНГ", 2015



## CONTENTS

## GEOLOGICAL MODELING

- Kurchikov A.R., Plavnik A.G., Itskovich M.V.* Spatial modeling of hydro-geochemical fields .....4
- Lobanova M.A., Nekrasov A.A., Polyakov I.L., Khaidina M.P.* The necessity of using the detailed model of a heterogeneous gas-water collector .....13
- Babayev A.Sh.* Models of gas-hydrated deposits formation in the rivers delta-fronts .....19
- Ismailzadeh A.J., Zeynalova S.A., Akhmedov V.M.* Some model of evolutionary transformation of hydrocarbons fluids with reference to the Caspian basin .....24

## OIL AND GAS PROSPECTING

- Korobov A.D., Korobova L.A.* Avalanche-type generation of petrogenic water in tectonically activated rift sedimentary basin as a moving force of hydro-thermal process and hydrocarbons migration .....34

## GEOCHEMICAL RESEARCH WORK

- Astakhov S.M.* Finely dispersed mechanic-activated state of mud organic mineral system as the missing link between experimental and natural hydrocarbon generation .....44

## DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

- Raspopov A.V., Kazantsev A.S., Leontiev D.V., Letunova S.V.* Integrated approach to sidetracking planning .....52
- Kondratyev S.A., Zhukovsky A.A., Kochneva T.S., Malysheva V.L.* Accounting of layers' elastic mechanical properties when performing a formation hydraulic fracturing on the example of one of the objects of fields development in Perm region .....56
- Information on the articles .....62

Учредитель журнала –  
ОАО "ВНИИОЭНГ"Генеральный директор **А.Г. Лачков**

Оформить подписку можно в любом почтовом отделении РФ по каталогу "Издания органов научно-технической информации" Агентства "Роспечать" – индекс 58500 и Объединенному каталогу "Пресса России" – индексы 10329, 10330, а также в издательстве ОАО "ВНИИОЭНГ" по тел. (495) 322-06-15.

Ведущие редакторы:  
*А.Н. Астахова, Е.Ю. Дарищева*

Компьютерный набор  
*В.В. Васина*

Компьютерная верстка *Е.В. Кобелькова*

Корректоры: *Н.В. Шуликина, Н.Г. Евдокимова*

Зав. производственно-издательским отделом  
*В.И. Черникина*

Подписано в печать 09.11.2015.  
Формат 84×108 1/16. Бумага офсетная.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,56. Уч.-изд. л. 7,60.  
Тираж 1500 экз. Заказ № 81. Цена свободная.  
ОАО "ВНИИОЭНГ" № 6079.

Адрес редакции:  
117420 г. Москва, ул. Наметкина, д. 14, корп. 2.  
Тел. редакции: 332-00-35, 332-00-49.  
Факс: (495) 331-68-77.

Адрес электронной почты:  
vnioeng@mcn.ru, vnioeng@vnioeng.ru

# ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 553.98:550.845

## К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

А.Р. Курчиков, А.Г. Плавник, М.В. Ицкович

(Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН)

**Введение.** Изучение химического состава подземных вод и условий его формирования является важнейшей составной частью гидрогеологических исследований глубоких горизонтов Западно-Сибирского мегабассейна. Значимость и актуальность этого направления прослеживаются как в решении задач поиска и разведки месторождений углеводородов, так и в задачах обеспечения эффективного режима их разработки. К настоящему времени накоплен значительный фактический материал гидрогеохимического опробования, общее количество анализов проб подземных вод измеряется тысячами.

Систематизация и обобщение этих данных базируются на исследованиях закономерностей генезиса подземных вод, связи процессов формирования их химического состава и преобразования вмещающих отложений, воздействия на гидрогеохимические условия геолого-гидрогеологических, физико-химических, химических и микробиологических процессов [1, 3, 5, 11, 18, 24] и анализе геолого-гидрогеологических и гидрогеохимических особенностей Западно-Сибирского мегабассейна [6, 7, 12, 14, 19, 22, 23]. Несмотря на глубокую проработку многих вопросов гидрогеохимии подземных вод, современные модельные представления имеют преимущественно описательный характер, что затрудняет применение формализованных количественных методов для анализа результатов наблюдений.

Такого рода сложности возникают, в частности, в задачах пространственного моделирования (картирования) гидрогеохимических показателей, в которых фактически реализуются только интерполяция и экстраполяция значений показателей в точках опробования. Особенности геологических и гидрогеологических условий, как правило, учитываются опосредованно – выделением объектов для картирования (комплексы, горизонты, пласты) и участков для сопоставительного анализа с различной фациальной обстановкой, нефтегазоносностью отложений и пр.

В задачах картирования региональных закономерностей по достаточно крупным объектам (например водоносным комплексам) значимость этих проблем невысока, поскольку в построении может использоваться относительно большое количество фактических данных, а результирующие карты, как правило, представляются в достаточно мелком масштабе [12, 20, 23 и др.]. При переходе к более крупномасштабным построениям плотность данных резко уменьшается и при построении карт гидрогеохимических показателей без привлечения дополнительной модельной инфор-

мации о закономерностях формирования химического состава подземных вод результаты имеют схематичный вид, который сложно поддается содержательной интерпретации.

Очевидно, что эта дополнительная информация должна соответствовать основным теоретическим представлениям о влиянии различных факторов формирования состава подземных вод и базироваться на фактических данных, характеризующих изучаемый объект с большей детальностью по сравнению с имеющимися гидрогеохимическими опробованиями. При этом желательно, чтобы модельные параметры могли быть определены для значительной части глубоких горизонтов Западно-Сибирского бассейна, а не только для единичных объектов. В целом вопросы выявления эффективных модельных соотношений являются достаточно сложными и разноплановыми и, как представляется, требующими поэтапной отработки отдельных относительно независимых задач.

Условия седиментации являются одним из первоочередных генетических факторов, определяющих современный состав водорастворенного комплекса. Поэтому представляется актуальной и перспективной одна из таких задач – поиска количественных соотношений между гидрогеохимическими и палеогеографическими условиями и использование этих соотношений в качестве дополнительной информации при картировании свойств подземных вод.

**Объект исследований.** Анализ палеогеографической обстановки формирования отложений осадочного чехла Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна является одним из важнейших направлений геологических исследований. К настоящему времени выполнены построения как регионального масштаба [9, 10], так и по отдельным территориям или комплексам [2, 4, 8, 17 и др.].

Наиболее детальные реконструкции палеогеографических обстановок на время формирования отдельного горизонта (Ю<sub>2</sub>) выполнены в работе [17] для северо-восточной части Широкого Приобья. Для этого объекта, по материалам изучения кернового материала и их обобщения с учетом данных геофизических исследований более 200 скважин, выполнены палеогеографические реконструкции представлены в виде палеогеографических схем на три этапа времени – формирования нижней (континентальной), средней (переходной) и верхней (морской) частей горизонта Ю<sub>2</sub> (рис. 1). Поэтому именно этот объект выбран в качестве первоочередного для сопоставления состава водо-

растворенного комплекса подземных вод и условий седиментации вмещающих отложений.

Область исследования охватывает часть Вартовского и Сургутского нефтегазоносных районов и небольшую южную часть Ноябрьского НГР. По площади рассматриваемый объект занимает относительно небольшую территорию с размерами около 200 км как в широтном, так и в меридиональном направлениях. Горизонт Ю<sub>2</sub> относится к верхней части тюменской свиты и характеризуется небольшой (до нескольких десятков метров) толщиной.

В нижней части горизонта прослежены русловые алевролиты-песчаные тела, расположенные между ними отложения пойменных равнин с озерами, а также эрозионно-аккумулятивных равнин (см. рис. 1, а). В средней части фиксируются морские и прибрежные условия с выделением прибрежных маршей, береговых валов, дельт, подводных отмелей и барьерных баров (см. рис. 1, б), в верхней части морские условия становятся преобладающими (см. рис. 1, в).

Гидрогеохимическая изученность изучаемых отложений не очень высокая. Всего в пределах верхней части тюменской свиты в рассматриваемой северо-восточной части Широкого Приобья отобрано 28 проб подземных вод из 18 скважин. Анализ показал, что значительная часть результатов определения химического состава подземных вод (32 %) не могут быть при-

знаны достоверными. Основная доля анализов (8 проб) отбракована из-за несоблюдения количественных критериев – электронейтральности растворов (эквивалентного содержания анионов и катионов) и весового баланса общей минерализации и суммарного содержания отдельных компонентов. Также отбракован один анализ, характеризующий пробу технической воды.

Всего признано достаточно достоверными 19 анализов (табл. 1) химического состава подземных вод, отобранных из 15 скважин в пределах верхней пачки тюменской свиты, их расположение показано на рис. 1. Как видно из представленных в табл. 1 данных, несмотря на ограниченную, как в плане, так и по разрезу область изучения и небольшое количество данных и отбраковку недостоверных данных, в результатах гидрохимических опробований прослеживаются существенные вариации значений. Наименьшими коэффициентами вариации (около 30 %) характеризуются значения общей минерализации и содержание основных ионов – натрия и хлора. При этом минерализация проб подземных вод в абсолютных значениях изменяется в очень широких пределах – от 6 до 24 г/л. Для брома, который обычно тесно связан с содержанием хлоридов, коэффициент вариации немного выше (41,5 %). Коэффициенты вариации содержания основных микрокомпонентов (калия, кальция, магния, гидрокарбоната, йода и бора) составляют 61...106 %.

Таблица 1

Состав проб подземных вод

Площадь	Сква- жина	Минерализа- ция М, г/л	Содержание компонентов, мг/л										
			Na	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	I	Br	B	CO <sub>3</sub>
ВАРТОВСКИЙ РАЙОН													
Ватьеганская	11Р	22,639	8220		478	46	2	13332	561	3,15	46,57	5,8	0
		23,129	8400		472	56	0	13615	586	1,05	48,5	5,8	0
	4Р	10,456	3720	126	30		198	5026	1244	1,3	14,1	3,54	72
Вост.-Нонгеганская	58Р	18,962	6905	148	284	22	0	10993	610	3,54	40,7	6,75	0
Зап.-Локозовская	14Р	22,105	7780	155	512	17	8	12340	1293	0,44	46,17	4,99	
Локозовская	31Р	24,28	8854,4		540	36,6	35	14555	256,2				0
		17,44	5788,6		903	32	7	10612	76	16,5	60	13,9	
		18,26	5950,3		1026	50		11113	109	18,21	67,93	18,05	
		19,868	6644,8		1060			12070	48,8				36
Малосамотлорская	59Р	23,109	8142	126	494	95	10	13546	696	10,13	44,66	2,63	0
НОЯБРЬСКИЙ РАЙОН													
Пограничная	66Р	13,121	4431	60	526	15		7518	500	10,15	31,38	12,71	0
СУРГУТСКИЙ РАЙОН													
Вост.-Моховая	144Р	22,655	8464		192	27	10	12766	1196	2,54	50,81	12,71	0
Вост.-Русскинская	214Р	14,48	5050	400	12	2		7447	1061	1,72	26,07	3,3	144
Иминская	8Р	18,394	6842		118	21,87	8	9929	1427	1,69	35,11	2,8	48
Когалымская	22Р	22,248	8050	90	337	28	0	12340	1403	2,53	42,6	6	0
Минчимкинская	30Р	5,981	2073		76	24	16	2840	952	4,7	14,7	6,25	0
Ольгинская	17Р	7,9	2500	146	328	27		4433	268	2,56	8,64	7,5	0
Сев.-Сургутская	61Р	22,469	8174		255	33	0	11957	2050	5,55	39,4	9,91	0
Сукурьяунская	191Р	18,351	6540	207	196	29	64	9929	1305	0,87	34,5	3,15	36
Число анализов		19	19	9	19	17	14	19	19	17	17	17	16
Среднее значение		18,2	6448,9	162	412,6	33,0	25,57	10334,8	823,3	5,1	38,3	7,4	21
Вариация, %		29,95	31,92	60,7	75,49	62,52	205,83	32,6	67,97	106,47	41,5	61,08	189,52