

*А. А. Муравьева*<sup>1</sup>✉

## **Применение «традиционных» генетических коэффициентов для гидрогеохимических исследований Сибирской платформы**

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет,  
г. Новосибирск, Российская Федерация  
e-mail: MuravevaAA@ipgg.sbras.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрены особенности гидрогеохимических условий Ангаро-Ленской нефтегазоносной области. В пределах выделяемого верхнего структурного этажа развиты три гидрогеологические формации: подсолевая – в отложениях венда и низов кембрия (в нижней части состав терригенный, в верхней части – карбонатный); соленосная, сложенная отложениями нижнего кембрия и нижней частью среднего кембрия) и надсолевая – в верхнем и среднем кембрии и ордовике. Рассолы изученных формаций Ангаро-Ленского артезианского бассейна преимущественно хлоридного натриевого, хлоридного кальциевого и хлоридного натриево-кальциевого состава с величиной общей минерализации, варьирующейся в широких пределах от 28 г/дм<sup>3</sup> в скважине Нотайская 271 до 613 г/дм<sup>3</sup> в скважине Шамановская 16. Обширное развитие раннекембрийских соленосных комплексов сильно повлияло на химический состав подземных вод. Основная часть подземных вод находится на стадии садки галита (330 г/дм<sup>3</sup>), местами достигает стадии садки бишофита.

**Ключевые слова:** генетические коэффициенты, гидрогеохимические условия подземных вод, рассолы, Сибирская платформа

*А. А. Muraveva*<sup>1</sup>✉

## **Application of “traditional” genetic coefficients for hydrogeochemical studies of the Siberian Platform**

<sup>1</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation  
e-mail: MuravevaAA@ipgg.sbras.ru

**Annotation.** The work considers the peculiarities of hydrogeochemical conditions of the Angara-Lena oil and gas bearing area, and presents the results of geochemical studies. Three hydrogeologic formations are developed within the upper structural stage: subsalt - in Vendian and lower Cambrian sediments (terrigenous in the lower part, carbonate in the upper part); saline, composed of Lower Cambrian and lower part of Middle Cambrian sediments) and suprasalt - in Upper and Middle Cambrian and Ordovician. The brines of the studied formations of the Angaro-Lena artesian basin are predominantly sodium chloride, calcium chloride and sodium-calcium chloride with total mineralization varying widely from 28 g/dm<sup>3</sup> in the Notayskaya well - 271 to 613 g/dm<sup>3</sup> in the Shamanovskaya 16 well. Extensive development of Early Cambrian saline complexes strongly influenced groundwater chemistry. The main part of basin waters is at the stage of halite sedimentation (330 g/dm<sup>3</sup>), in some places reaching the stage of bischofite sedimentation.

**Keywords:** genetic coefficients, hydrogeochemical conditions of groundwater, brines, Siberian platform

## ***Введение***

Изучение гидрогеохимических условий подземных вод глубоких водоносных горизонтов Сибирской платформы сопряжено с рядом трудностей, обусловленных сложным тектоническим строением и длительной историей формирования, а также слабой изученностью. В данной работе предпринята попытка оценить применимость «традиционных» генетических коэффициентов в рамках процессов формирования подземных вод на примере юга Сибирской платформы. Оценка проводится на основе построения и анализа карт/графиков распределения генетических коэффициентов. Изучением гидрогеохимических условий подземных вод занимались А.С. Анциферов, М.Б. Букаты, В.И. Вожов, Е.В. Пиннекер, С.Л. Шварцев и др. [1-6].

## ***Методы и материалы***

В основу работы легли результаты полного химического анализа по 62 скважинам на территории Ангаро-Ленской нефтегазоносной области.

Для гидрогеохимических исследований использовались «традиционные» генетические коэффициенты, такие как  $rNa/rCl$  и  $Ca/Cl$ .

Для расчета генетических коэффициентов использовалась гидрогеохимическая база данных ИНГГ СО РАН.

Всего, в рамках работы были обработаны результаты гидрогеохимического анализа 513 проб подземных вод. Наиболее полно гидрогеологическим материалом охарактеризованы тирско-непский (275 проб), даниловский (119 проб) и бельско-усольский (62 пробы) гидрогеологические комплексы.

## ***Результаты и их обсуждение***

На территории юга Сибирской платформы выделены 6 гидрогеологических комплексов: тирско-непский и даниловский водоносные в подсолевой гидрогеологической формации; бельско-усольский, нижнеангарско-булайский и литвинцевский водоносные комплексы в соленосной гидрогеологической формации; майский водоносный комплекс в надсолевой гидрогеологической формации [7]. Подземные воды изучаемых комплексов хлоридные от натриевых до кальциевых (рис.1).

Тирско-непский водоносный комплекс сложен терригенными отложениями чорской свиты и преимущественно карбонатными осадками катангской свиты. Подземные воды этого комплекса имеют преимущественно хлоридный натриево-кальциевый и хлоридный кальциевый состав (рис.2). Величина общей минерализации изменяется в пределах от 175 до 470 г/дм<sup>3</sup> (скв. Балаганкинская-2). По коэффициенту  $rNa/rCl$  рассолы данного комплекса относятся к седиментогенному типу вод. По значениям коэффициента  $Ca/Cl$  основная часть подземных вод относится к сильнометаморфизованным рассолам. Некоторые пробы имеют пониженные величины данного коэффициента. Возможно, это вызвано попаданием в пробу фильтрата бурового раствора (табл.1).

Даниловский гидрогеологический комплекс представлен преимущественно карбонатными отложениями тэтэрской свиты и карбонатными, с примесью тер-

ригенного материала, отложениями собинской свиты. Значения минерализации варьируют от 235 до 600 г/дм<sup>3</sup>. Химический состав хлоридный кальциевый (рис.3). Рассолы данного комплекса, так же как и нижележащего, относятся к седиментогенным ( $rNa/rCl < 0,87$ ). По коэффициенту  $Ca/Cl$  воды даниловского комплекса принадлежат к сильно метаморфизованным водам (табл.1).

Бельско-усольский гидрогеологический комплекс сложен отложениями усольской и бельской свит, с доминирующим хлоридным натриевым составом подземных вод. Величина общей минерализации изменяется от 28 (скв. Нотайская 271) до 613 г/дм<sup>3</sup> (скв. Шамановская 16) (рис. 4). Основная часть рассолов бельско-усольского гидрогеологического комплекса по коэффициенту  $rNa/rCl$ , относится к седиментогенному типу вод. Только на Боханской, Балыхтинской и Большеразводнинской площадях значения коэффициента указывает на наличие инфильтрационной составляющей. Это можно объяснить отсутствием выдержанных пластов солей в разрезе этих площадей, что могло способствовать проникновению инфильтрационных вод. По коэффициенту  $Ca/Cl$  рассолы данного комплекса характеризуются началом метаморфизации состава (Боханская, Балыхтинская и Большеразводнинская площади) (табл.1).

Таблица 1

Формация	Гидрогеологический комплекс	Генетические коэффициенты	
		$rNa/rCl$	$Ca/Cl$
Надсолевая	Майский	0,95	0,02
Соленосная	Литвинцевский	-	-
	Нижнеангарско-булайский	0,71	0,02
	Бельско-усольский	0,04 - 0,97 (5) 0,41	0,004 - 0,44 (5) 0,22
Подсолевая	Даниловский	0,004 - 0,56 (32) 0,09	0,22 - 0,48 (32) 0,37
	Тирско-непский	0,04 - 0,84 (162) 0,29	0,05 - 0,72 (162) 0,3

Генетические коэффициенты по гидрогеологическим комплексам\*

\*в числителе: минимальное значение – максимальное значение (количество), в знаменателе: среднее значение

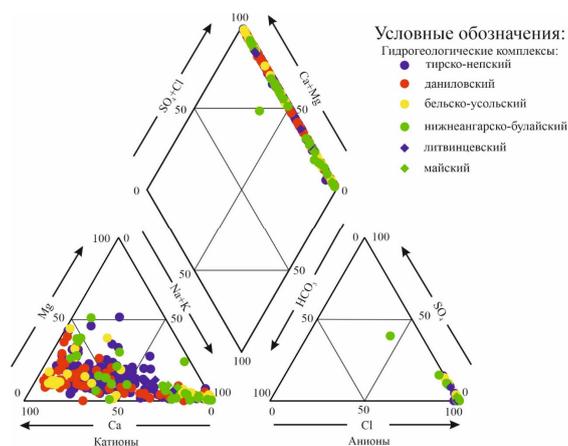


Рисунок 1. Диаграмма Пайпера подземных вод водоносных комплексов Ангаро-Ленской нефтегазоносной области

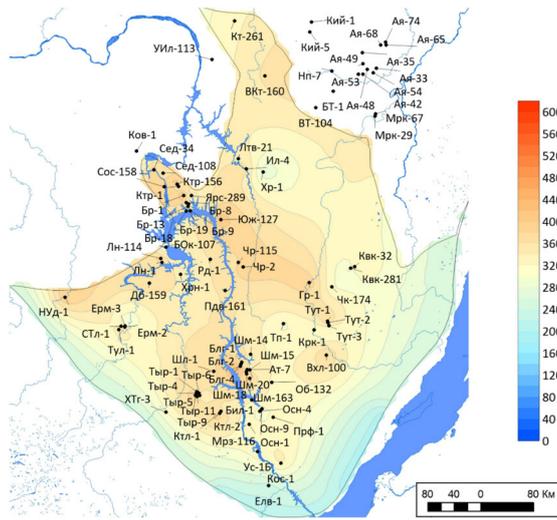


Рисунок 2. Карта минерализации тирско-непского гидрогеологического комплекса

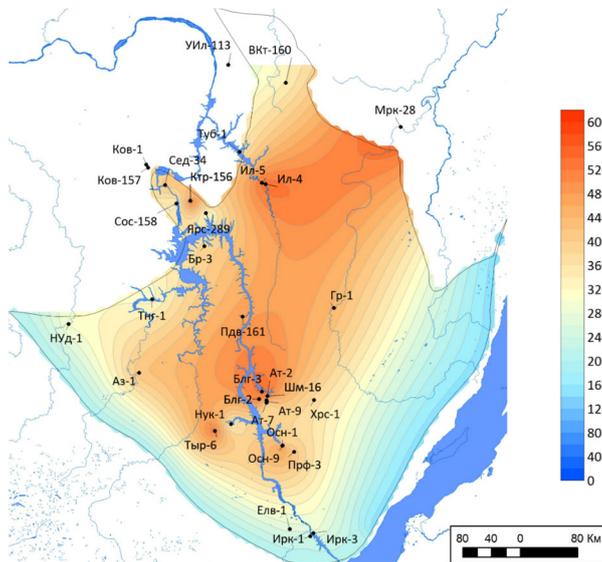


Рисунок 3. Карта минерализации даниловского гидрогеологического комплекса

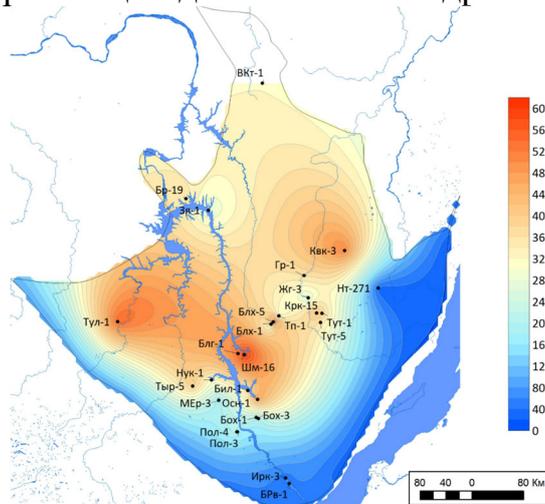


Рисунок 4. Карта минерализации бельско-усольского гидрогеологического комплекса

## ***Заключение***

Проведенные исследования позволили установить, что в пределах изученной территории распространены подземные воды различного генезиса. Верхние гидрогеологические комплексы представлены преимущественно инфильтрационными водами, находящимися на начальной стадии метаморфизации состава. В глубоких горизонтах преобладают седиментогенные воды, подвергшиеся значительному метаморфизму за счет длительного взаимодействия с породами и процессов растворения.

Несмотря на значительный объем гидрогеохимических данных, их представительность остается недостаточной из-за неравномерной изученности комплексов как по площади, так и по разрезу. Для достоверной оценки генезиса и эволюции подземных вод, помимо традиционных гидрогеохимических методов и генетических коэффициентов, необходимо применение изотопных исследований, позволяющих более точно определить источники формирования и условия преобразования вод.

## ***Благодарности***

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта Министерства науки и высшего образования РФ FWZZ-2022-0014.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Анциферов А.С. Гидрогеология древнейших нефтегазоносных толщ Сибирской платформы. М.: Недра, 1989.-176 с.
2. Гидрогеология Иркутского нефтегазоносного бассейна /А.С.Анциферов, А.Я.Артемко, О.В.Зехова и др. Иркутск: В-С книжное издательство, 1971. -124 с.
3. Пиннекер Е.В. Рассолы Ангаро-Ленского артезианского бассейна. – М.: Наука, 1966. – 332с.
4. Шварцев С.Л., Пиннекер Е.В., Перельман А.И., Кононов В.И., Назаров А.Д., Рассказов Н.М., Удодов П.А., Швец В.М. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия. Наука. Сиб. отделение – Новосибирск – 286с. – 1982
5. Букаты М.Б. Гидрогеологическое строение западной части Сибирской платформы (в связи с поисками, разведкой и разработкой месторождений нефти и газа) / Букаты М.Б. // Геология и геофизика, 2009, т.50, № 11, с. 1201-1217.
6. Геохимия подземных вод: теоретические, прикладные и экологические аспекты / С. Р. Крайнов, Б. Н. Рыженко, В. М. Швец; отв. ред. А. А. Глушко; Российская академия наук, Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского. – Москва: Наука, 2004. – 677 с.
7. Муравьева А.А. Гидрогеологическая стратификация осадочного чехла Ангаро-Ленской ступени. // Трофимукские чтения – 2023: 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 – 2023. – С.127-130

© А. А. Муравьева, 2025