

На правах рукописи



ИЦКОВИЧ МАРИНА ВЛАДИМИРОВНА

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮРСКИХ И МЕЛОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО
МЕГАБАССЕЙНА**

Специальность 25.00.07 - Гидрогеология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Тюмень - 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский индустриальный университет» в институте геологии и нефтегазодобычи и в Западно-Сибирском отделении института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: **Плавник Андрей Гарьевич**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

Официальные оппоненты: **Абукова Лейла Азретовна**, доктор геолого-минералогических наук, директор Института проблем нефти и газа Российской академии наук, г. Москва

Озерский Андрей Юрьевич, кандидат геолого-минералогических наук, главный гидрогеолог ОАО «Красноярскгеология», г. Красноярск

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет", г. Томск

Защита диссертации состоится 19 декабря 2019 г. в 16:00 на заседании диссертационного совета Д 212.273.05 при ТИУ, по адресу: г. Тюмень, ул. Володарского, 56, аудитория 113.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотечно-информационном центре ТИУ по адресу: 625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72.

Автореферат разослан 9 ноября 2019 г.

Отзывы заверенные печатью учреждения, в двух экземплярах просим направлять по адресу 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, Тюменский индустриальный университет, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.273.05. Факс 8(3452) 53-94-73, e-mail: semenovaty@tyuiu.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета



Татьяна Владимировна Семенова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. К настоящему времени с развитием компьютерных технологий появляется возможность анализа больших объемов различной информации, разрабатываются методы пространственного анализа данных, таких как картирование, моделирование, а так же методы, направленные на совместный анализ с особенностями условий формирования и современного строения вмещающих отложений.

Использование имеющихся программных средств, при пространственном анализе данных гидрогеологических параметров, осложняется значительной неравномерностью изученности подземных вод, фрагментарностью данных, невысокой их достоверностью, но и необходимостью учета структурно-литологического строения отложений, их анизотропии и влияния геотектонических факторов на состав подземных вод. Эти факторы определяют имеющиеся проблемы в формировании целостной системы представлений об условиях генезиса химического состава подземных вод глубоких горизонтов.

Данными условиями определяется актуальность разработки автоматизированных методов выявления пространственных закономерностей гидрогеохимических условий глубоких горизонтов Западно-Сибирского мегабассейна и количественной оценки влияния отдельных факторов на условия формирования состава подземных вод.

Степень её разработанности. Изучением гидрогеологических условий глубоких горизонтов Западно-Сибирского бассейна в разное время занимались М.С.Гуревич, О. В. Равдоникас, Н. М. Кругликов, Н.А.Ростовцев, Н.И. Толстихин, В.А.Нуднер, М.Я.Рудкевич, Л.С. Озеранская, В.В. Нелюбин, Н.И. Обидин, А.А. Розин, Б.П. Ставицкий, О.Н. Яковлев, А.А. Карцев, С.Б.Вагин, А.Р. Курчиков, А.Э. Конторович, В.М. Матусевич, С.Л. Шварцев, Ю.К. Смоленцев, В.М. Швец, А.Г. Плавник, М.Б. Букаты, Д.А. Новиков и другие.

В работах этих исследователей были обобщены материалы данных

гидрогеологических условий территории, определены основные подходы к изучению и анализу информации, обозначены главные факторы, определяющие условия формирования химического состава подземных вод. В пределах Западно-Сибирского бассейна за последние годы выполнены построения структурных карт основных горизонтов, гидрохимические карты подземных вод апт-альб-сеноманского, неокомского и юрского комплексов, проведено районирование химического состава вод и выделены основные типы вертикальной зональности, а так же построены тектонические карты и карты геодинамического районирования.

Цель работы. Установить основные пространственные закономерности изменения химического состава подземных вод и выявить факторы, влияющие на условия формирования основных компонентов химического состава подземных вод, с применением современных средств обработки и анализа данных.

Основные задачи исследования:

1. Анализ гидрогеохимических условий с помощью построения карт изменения минерализации и содержания основных компонентов химического состава подземных вод юрских и меловых отложений и гидрогеохимических разрезов, выполненных с учетом структурно-литологического строения отложений;

2. Разработка метода расчета и построение квазитрехмерной модели гидрогеохимических условий рассматриваемой территории;

3. Оценка взаимосвязи пространственных закономерностей гидрогеохимического режима глубоких горизонтов с условиями формирования химического состава подземных вод.

Научная новизна. В результате проведенного анализа химического состава подземных вод глубоких горизонтов Западно-Сибирского бассейна построены карты, разрезы и согласованная квазитрехмерная модель гидрохимических условий. На основе проведенных исследований выделены преобладающие факторы, влияющие на условия формирования отдельных

компонентов химического состава подземных вод.

Теоретическая и практическая значимость. Предложенный в работе метод построения квазитрехмерной модели гидрогеохимических условий подземных вод глубоких отложений обеспечивает согласованность построений, имеет возможность использования в областях с различной изученностью вод и обеспечивает достаточную надежность построений. Детальные построения серии гидрохимических разрезов и послойных карт существенно уточнили пространственные закономерности гидрогеохимических условий. Полученные результаты могут использоваться для обоснования проведения геологоразведочных работ, при интерпретации данных геофизических исследований, в оценке запасов подземных вод и др.

Материалы диссертации использовались в отчетных работах по договорам ГП «НАЦРН» им. Шпильмана, ООО «ТНК-Уват», ООО «Газпром геологоразведка», по научным проектам ИНГГ СО РАН и гранту РФФИ № 15-05-01982 А.

Объектом исследования являются подземные воды нижнего гидрогеологического этажа в пределах центральной части Западно-Сибирского бассейна, включающей Колтогорско-Толькинскую шовную зону, и прилегающие к ней крупные тектонические структуры.

Фактический материал и методы исследования. В основу данной работы положены фондовые материалы гидрогеохимических опробований состава подземных вод Западно-Сибирского бассейна собранные и систематизированные организациями ЗапСибНИГНИ, НИИГИГ и ЗСФ ИНГГ СО РАН за период с 1940 г. по сегодняшний день.

Изучение гидрогеохимических условий подземных вод нижних водоносных горизонтов проводилась по макро- и микрокомпонентному составу подземных вод. Большой объем гидрохимической информации и множественность атрибутивных показателей определяет необходимость активного использования современных программных продуктов как на стадии хранения, пополнения информации, так и при анализе данных. В

процессе работы активно использовались программные комплексы: Microsoft Excel, Access, Statistica 10, GST 7.1.2, ArcMap 9.3, Easy Trace 7.99, CorelDRAW 13.

Положения, выносимые на защиту.

1. Метод построения согласованной квазитрехмерной модели химического состава подземных вод глубоких отложений, основанный на автоматизированном расчете условно-двумерных профилей распределения гидрогеохимических показателей по глубине и обеспечивающий оценку надежности картирования.
2. Согласованная квазитрехмерная модель пространственных закономерностей изменения гидрогеохимических условий мезозойских отложений центральной части Западно-Сибирского мегабассейна в виде серии карт минерализации и содержания отдельных компонентов по свитам или подсвитам, а также разрезов субширотного и субмеридионального направлений.
3. Пространственные закономерности изменения минерализации подземных вод контролируются неотектоническими условиями развития рассматриваемой части бассейна, а содержание компонентов Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , HCO_3^- и микрокомпонентов I^- , Br^- и B^- преимущественно определяются условиями седиментации и постседиментационными преобразованиями отложений.

Достоверность полученных результатов обоснована использованием значительного объема исходных данных гидрохимических опробований подземных вод глубоких горизонтов за продолжительный период и использованием при анализе данных апробированных методов исследования.

Апробация и внедрение результатов. Основные результаты исследований докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна» (г. Тюмень, 2004г.), «Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа» (г.

Ханты-Мансийск, 2007г., 2013г.), «XIX совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока» (г. Тюмень, 2009 г.), «80 лет ГИГЭ ТПУ» (г. Томск, 2011 г.), «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна» (г. Тюмень, 2011 г.), «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна (опыт, инновации)» (г. Тюмень, 2012 г.), «Современное состояние, тенденции и перспективы развития гидрогеологии и инженерной геологии» (г. Санкт-Петербург, 2017 г.), «Геомодель 2019» (г.Геленджик, 2019 г.).

Личный вклад автора заключался в систематизации и анализе данных гидрогеохимических опробований; в векторизации геологической информации; построении карт химических параметров подземных вод; гидрогеохимических разрезов с учетом структурно-литологического строения отложений; создании системы хранения и использования, как исходными данными, так и выполненными построениями (проектов GST). Автор принимал участие в разработке и реализации метода построения квазитрехмерной модели гидрохимического поля рассматриваемой территории с использованием условно-двумерных (радиальных) гидрогеохимических разрезов.

Публикации. Основное содержание диссертационной работы отражено в 16 научных изданиях по теме исследования, из них – 7 в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа содержит 155 страниц, состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы включающего 94 наименования. Работа иллюстрирована 39 рисунками, содержит 7 таблиц и включает два приложения.

Автор глубоко благодарен директору ЗСФ ИНГГ СО РАН, член-корреспонденту РАН, доктору геолого-минералогических наук А.Р. Курчикову за научную и организационную поддержку.

Особую благодарность автор выражает научному руководителю – доктору технических наук А.Г. Плавнику, за помощь и постоянную

поддержку при написании работы, а также за ценные советы, которые помогли сформулировать и оценить необходимость проведения данных исследований.

Глубокую признательность хочется выразить В.М. Матусевичу и Б.П. Ставицкому, которые в значительной степени определили направленность научной работы, тематику исследований и подходы к решению задач. Искреннюю благодарность автор выражает О.С. Мартынову, советы, консультации и совместная работа по линеаментному анализу, оказала большое влияние при работе над диссертацией.

За неоценимую помощь и содействие на разных этапах исследований автор искренне благодарен Н.Ю. Галкиной, К.М. Погарцеву, Д.А. Курчикову, В.В. Шкабура, М.В. Кузнецовой и В.П. Астафьеву, а также своей семье, за оказанную моральную поддержку на протяжении всей работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе *«Состояние изученности и гидрогеологические условия района»* приводятся результаты основных исследований, посвященных изучению подземных вод глубоких горизонтов Западно-Сибирского мегабассейна. Описывается гидрогеологическая стратификация бассейна, основные закономерности изменения химического состава и гидрохимическая зональность подземных вод, тектонические условия и геодинамическое районирование территории.

Изучаемый район расположен в центральной части Западно-Сибирского мегабассейна, в административном отношении включает восточную часть Ханты-Мансийского округа, северо-западную часть Томской области и на севере захватывает юг Ямало-Ненецкого округа (рис.1). Район характеризуется сложными тектоническими условиями, центральную часть территории занимает Колтогорско-Толькинская шовная зона, протягивающаяся в центральной части с севера на юг, которая является унаследованной структурой Колтогорско-Уренгойского рифта и,

соответственно, одной из наиболее характерных областей проявления мощных тектонических движений.

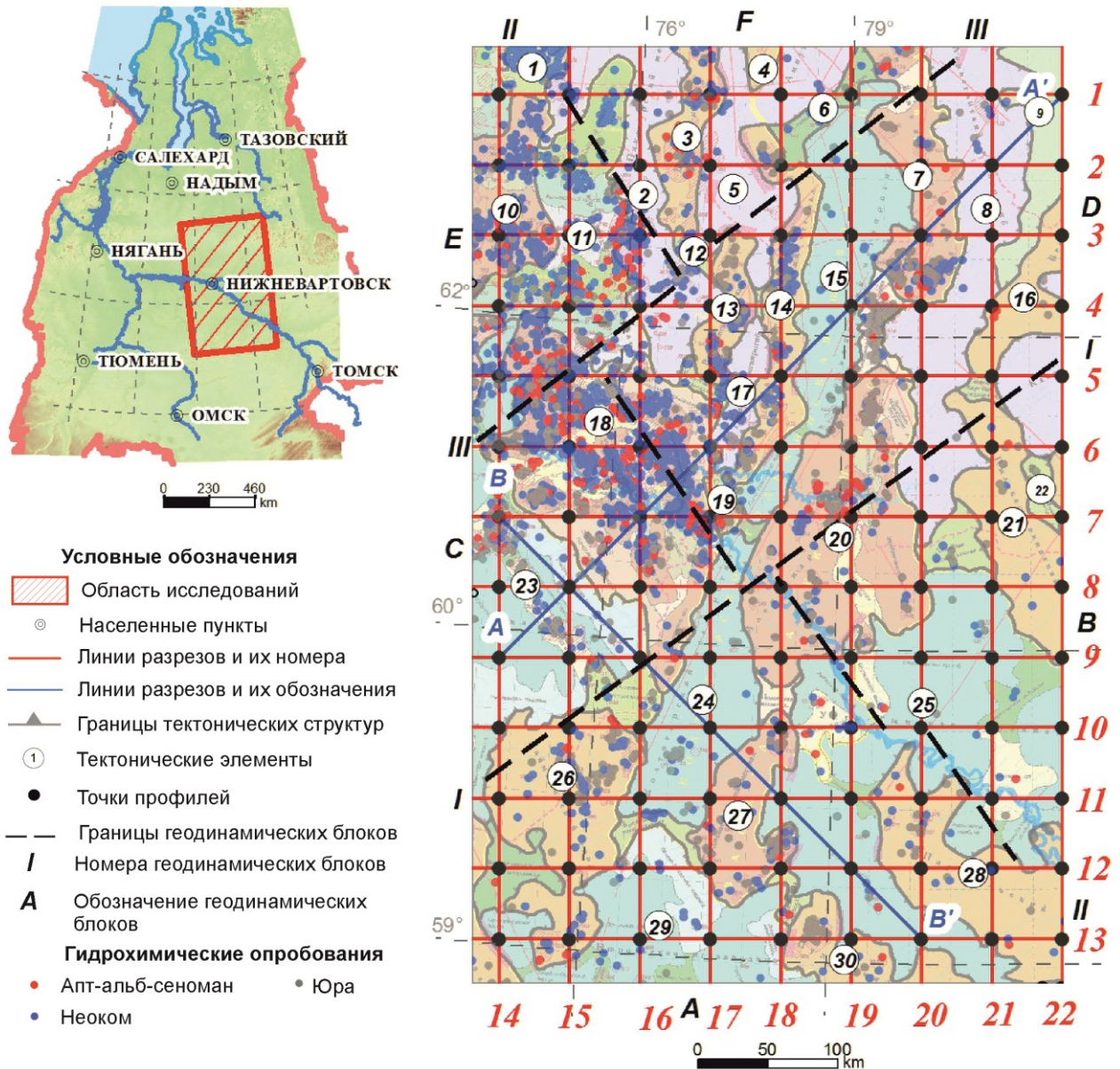


Рисунок 1 - Обзорная карта

(тектонические элементы: 1 - Суторминская мегаседловина, 2 - Пякупурский мегапрогиб, 3 - Вэнгапурский мегавал, 4 - Етыпурский мегавал, 5 - Ампутинский мегапрогиб, 6 - Стахановская мегаседловина, 7 - Бахилловский мегавал, 8 - Ларьеганский мегапрогиб, 9 - Верхнетолькинская мегатерраса, 10 - Сургутский свод, 11 - Северо-Вартовская мегатерраса, 12 - Валюнинская мегаседловина, 13 - Варьеганский мегавал, 14 - Тагринский мегавал, 15 - Толькинский мегапрогиб, 16 - Верхнекаралькинский мегавал, 17 - Тюменский мегапрогиб, 18 - Нижневартовский свод, 19 - Стрежевская мегаседловина, 20 - Александровский мегавал, 21 - Пылькарामинский мегавал, 22 - Пылькараминская мегаседловина, 23 - Юганская мегавпадина, 24 - Колтогорский мегапрогиб, 25 - Усть-Тымская мегавпадина, 26 - Каймысовский свод, 27 - Средневасюганский мегавал, 28 - Парабельский мегавал, 29 - Нюрольская мегавпадина, 30 - Пудинский мегавал)

Во второй главе «Методы исследований» описываются применяемые в диссертации статистические методы анализа гидрохимической информации, стандартные классификации химического состава вод, построение карт и гидрохимических разрезов.

При построении карт, изменения основных параметров химического состава подземных вод рассматриваемой территории, одновременно с использованием данных гидрогеохимических опробований, в качестве дополнительной информации, учитывались результаты картирования химического состава подземных вод водоносных комплексов всего Западно-Сибирского бассейна. Это позволило достаточно детально отслеживать пространственные закономерности гидрогеохимических условий в области исследований и обеспечило их надежное согласование с закономерностями регионального уровня.

Для анализа гидрогеохимических условий по разрезу отложений в работе реализовано два подхода, учитывающих структурно-литологическое строение отложений. В первом используется информация в пределах определенной полосы вдоль линии разреза, с проецированием интервалов опробования в скважинах относительно глубин залегания кровли и подошвы исследуемого горизонта в рамках модели унаследованного осадконакопления. Реализация автоматического построения описанного метода выполнена в программном комплексе GST и позволяет оперативно получить информацию, характеризующую химический состав подземных вод по заданной линии разреза. Однако использование этого метода при построении пересекающихся разрезов не обеспечивает согласованности построений в точке их пересечения, за счет различия в учете влияния скважин находящихся за областью пересечения зоны выбора данных для каждого разреза. Поэтому эта методика построения разреза применима для анализа трендовых закономерностей изменения химического состава подземных вод в определенной области.

В работе предложен другой подход, обеспечивающий построение

согласованной модели гидрохимического поля основанный на предварительном построении закономерностей изменения химического состава подземных вод по глубине в отдельных точках (профилях), расположенных по заданной сетке. При этом производится построение условно-двумерного радиального профиля, на котором по одной координате откладывается расстояние до интервалов опробования, а по другой – глубина отложений.

Фактические данные гидрогеохимических опробований, находящиеся в пределах окружности определенного радиуса, выносятся на этот условно-двумерный разрез, далее построение осуществляется методами двумерного картирования. Для оценки надежности выполненных построений строится карта устойчивости (соотношение ошибки аппроксимации к ошибке прогноза). Чтобы исключить необходимость учета изменчивости структурного плана отложений глубина отбора проб подземных вод проецируется (в рамках модели унаследованного осадконакопления с пропорциональным учетом залегания структурных планов основных горизонтов) на глубину в точке построения профиля.

В работе на основе многовариантного анализа проведено обоснование значений основных параметров, влияющих на конечные результаты применения предлагаемого подхода - радиус выборки и весовой коэффициент, контролирующий погрешность аппроксимации данных при картировании. В условиях значительной неравномерности распределения данных при анализе гидрохимической информации водоносных горизонтов Западно-Сибирского бассейна оптимальным радиус выборки данных составляет 200 км. При этом удаленные анализы уже не влияют на изменение параметров радиального профиля, а меньший радиус может оказаться недостаточным, чтобы охарактеризовать участки с невысокой изученностью. Значение весового коэффициента на данные, равное 1000, является наилучшим и обеспечивает дифференцированное изменение параметров по разрезу отложений и оптимальные значения коэффициента устойчивости.

Полученные результаты обосновывают первое защищаемое положение: метод построения согласованной квазитрехмерной модели химического состава подземных вод глубоких отложений, основанный на автоматизированном расчете условно-двумерных профилей распределения гидрогеохимических показателей по глубине и обеспечивающий оценку надежности картирования.

В главе 3 «Пространственные закономерности гидрогеохимических условий района» представлены результаты картирования, построения разрезов и расчета согласованной квазитрехмерной гидрохимической модели, отражающих изменения минерализации подземных вод и содержания основных компонентов химического состава изучаемой области.

Всего по рассматриваемой области проанализировано 4832 пробы подземных вод. По средним показателям в пределах водоносных комплексов отмечается увеличение с глубиной минерализации подземных вод (соответственно натрия и хлора), гидрокарбоната, карбоната и брома. Воды неокомских отложений характеризуются более высоким содержанием кальция и йода (табл. 1). По классификации В.А. Сулина подземные воды комплексов представлены преимущественно хлор-кальциевым и гидрокарбонатно-натриевым типом, воды остальных типов представлены единичными опробованиями.

Таблица 1 - Средние значения параметров химического состава подземных вод

Компонент	Комплекс								
	апт-альб-сеноманский			неокомский			Юрский		
	Кол-во	Среднее	Вар., %	Кол-во	Среднее	Вар., %	Кол-во	Среднее	Вар., %
М, г/л	421	14,45	36,43	2753	18,47	35,57	1661	26,57	46,25
Na, мг/л	421	5010,57	36,86	2753	5937,33	35,82	1661	9265,55	46,49
K, мг/л	152	50,24	53,65	1522	85,81	54,98	874	151,64	52,99
Ca, мг/л	418	442,86	58,65	2751	1059,39	63,91	1660	782,56	73,43
Mg, мг/л	415	86,09	63,0	2710	40,78	113,3	1599	102,56	90,17
SO ₄ , мг/л	296	3,63	236,67	2599	11,65	243,07	1435	10,65	278,28
Cl, мг/л	421	8633,22	37,76	2753	10951,62	36,79	1661	15597,99	48,3
HCO ₃ , мг/л	418	251,3	69,8	2742	405,82	75,36	1651	744,66	48,84
I, мг/л	231	7,53	61,47	2581	8,56	56,45	1468	4,57	68,56
Bг, мг/л	236	36,71	44,49	2581	46,77	38,60	1503	58,97	52,42
B, мг/л	186	6,67	82,86	2515	11,41	51,66	1367	8,08	63,50
CO ₃ , мг/л	318	2,79	303,52	2416	3,86	635,69	1313	5,32	413,92

По результатам картирования минерализации подземных вод и содержания в них отдельных компонентов химического состава, не наблюдается явных общих закономерностей их изменения. Это проявляется в существенном различии карт показателей в пределах разных водоносных комплексов, так и в различии закономерностей содержания отдельных компонентов в различных водоносных комплексах.

В качестве основы для построения квазитрёхмерной гидрогеохимической модели выбранного района исследований выполнены расчёты условно-радиальных профилей по сетке с шагом 50 км (рис. 1). Всего построено 117 условно-радиальных профилей, по основным параметрам ионно-солевого состава подземных вод – минерализации, кальцию, гидрокарбонату, йоду и бромю. На этой основе выполнено построение тринадцати гидрогеохимических разрезов субширотного простирания и девять разрезов характеризующих область в субмеридиональном направлении. Результаты построения гидрохимических разрезов по минерализации подземных вод, а так же соответствующее им изменение коэффициента устойчивости приведены по отдельным линиям разрезов на рис. 2.

Материалы квазитрёхмерного моделирования изменения гидрохимических параметров, представлены также в виде карт характеризующих отдельные геологические стратоны. Построение карт минерализации и основных макро- и микрокомпонентов химического состава подземных вод выполнено по отложениям котухтинской, тюменской, васюганской, мегионской, вартовской свит, а так же верхней, средней и нижней подсвитам покурской свиты (рис. 3).

Полученные результаты квазитрёхмерного моделирования гидро-геологических условий исследуемого района, дают возможность наиболее полно и всесторонне анализировать особенности геологического строения и гидрогеологических условий исследуемого объекта.

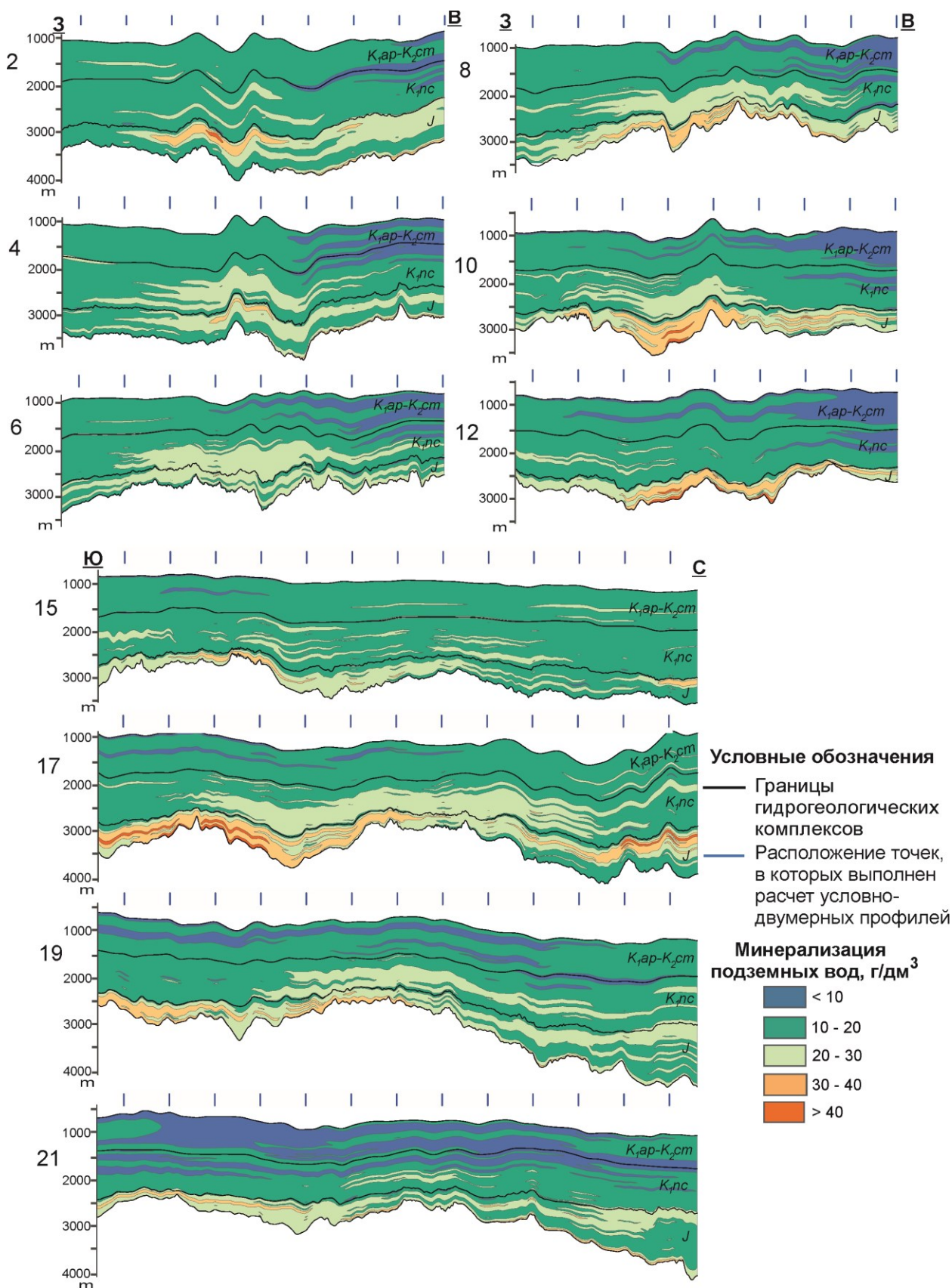


Рисунок 2 - Итоги квазитрехмерного моделирования в виде серии разрезов изменения минерализации подземных вод (по линиям разрезов - 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 17, 19 и 21)

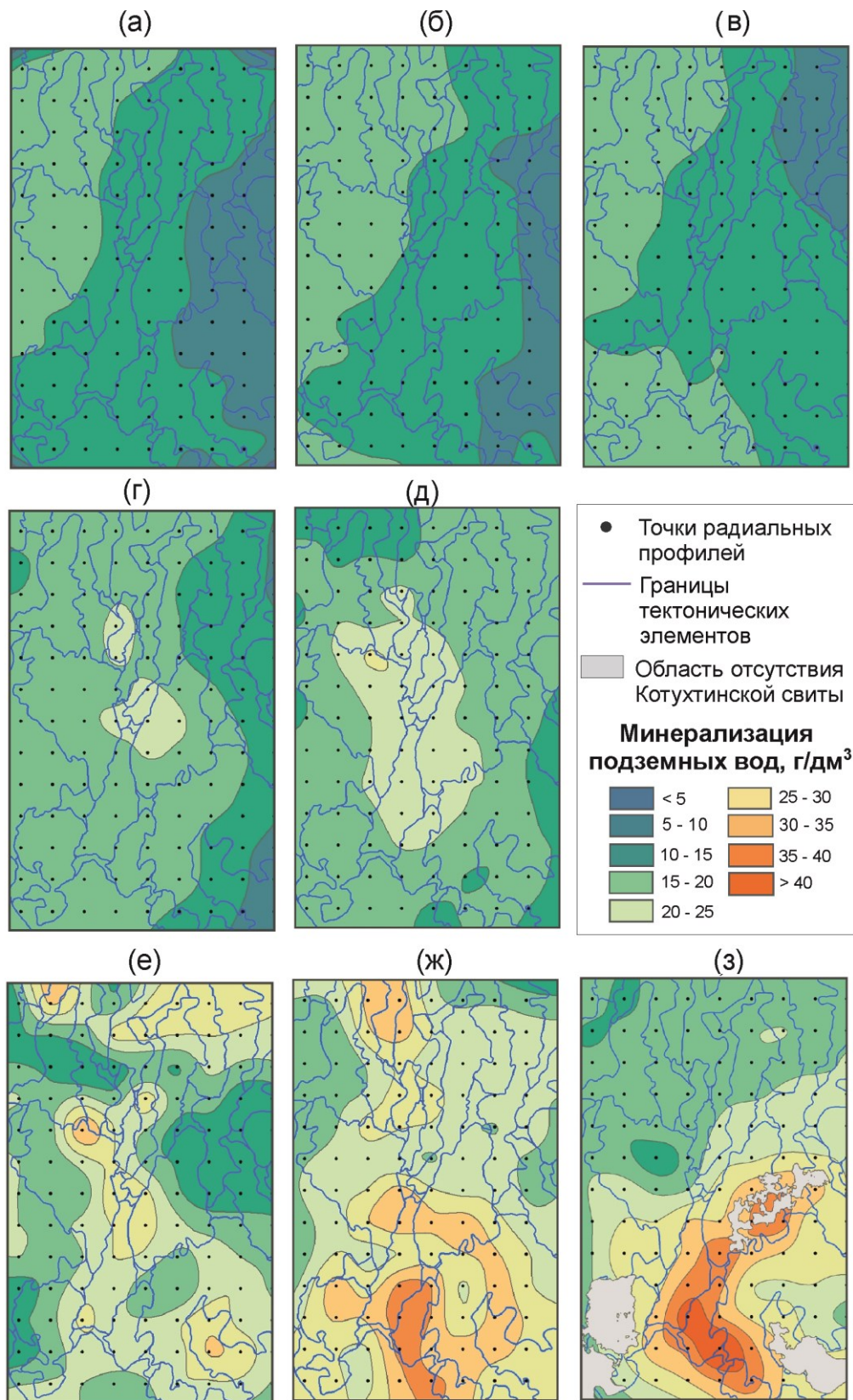


Рисунок 3 - Результаты картирования минерализации (1) подземных вод и коэффициента устойчивости (2) по данным расчета квазитрехмерной модели (а – верхней, б – средней, в - нижней части покурской свиты; г – вартовской свиты; д - мегинской свиты; е – васюганской свиты; ж - тюменской свиты; з - котухтинской свиты)

Выполненные построения свидетельствуют о эффективности, надежности и относительной простоте рассмотренного метода построения согласованной квазитрехмерной модели гидрогеохимического поля глубоких отложений на основе расчета условно-радиальных профилей, и возможности его применения на всей территории мегабассейна, при условии дальнейшей его автоматизации.

Построенная в работе *квазитрехмерная модель, отражающая пространственные закономерности изменения гидрогеохимических условий мезозойских отложений центральной части Западно-Сибирского мегабассейна, в виде серии согласованных между собой карт минерализации и содержания отдельных компонентов по свитам или подсвитам, а также разрезов субширотного и субмеридионального направлений* выносятся на защиту в качестве второго защищаемого положения.

В главе 4 «Вопросы формирования состава подземных вод», рассмотрено влияние тектонических факторов и обстановок седиментации на условия формирования химического состава подземных вод глубоких отложений.

В работе представлена оценка влияния условий седиментации на формирование химического состава подземных вод по северо-восточной части Широтного Приобья, для которой имеются детальные реконструкции палеогеографических обстановок на время формирования горизонта (Ю₂). Большая часть этой территории попадает в изучаемый в работе район (в северо-западной части), при этом проведение анализа в пределах всей исследуемой области затруднено отсутствием достаточно детальных палеогеографических схем.

Анализ условий формирования отложений и химического состава подземных вод, выявил, что на содержание ионов кальция и гидрокарбоната, а также йода и бора в подземных водах существенное влияние оказывают условия седиментации, а минерализация (соответственно натрий и хлор) подземных вод и содержание других компонентов в большей степени

контролируются иными факторами. Основным из них при этом, вероятно, является внедрение морских вод в терригенные отложения и замещение ими седиментогенных вод. Для ряда компонентов (калий, магний, бром), большое значение оказывают как условия формирования отложений, так и воздействие последующих факторов метаморфизма подземных вод.

Проведенный сопоставительный анализ изменения минерализации и содержания компонентов химического состава с расположением границ Колтогорско-Толькинской шовной зоны (которая является результатом мощных процессов рифтогенеза) показал отсутствие между ними явно выраженной взаимосвязи. Очевидно, что при анализе закономерностей изменения химического состава подземных вод необходимо учитывать влияние и более поздних по времени тектонических процессов, определяющих как пликативные, так и дизъюнктивные дислокации.

Сопоставительный анализ изменения гидрохимических условий с результатами геодинамического районирования, выполненного в виде серии линеаментов, выявил наиболее заметную взаимосвязь с результатами картирования общей минерализации подземных вод (рис. 4). В апт-альб-сеноманском комплексе взаимосвязь отмечается относительно линейной зоны I-I (рис. 4а).

В отложениях неокома наблюдается большая согласованность границ изменения общей минерализации подземных вод и результатов геодинамического районирования. Зона повышенных значений минерализации (> 20 г/л) отмечается в северной части блока **A**, протягивается вдоль западной границы блока **D**, а так же наблюдается в южной части блока **F**. При этом блоки **B**, **C** и **E** характеризуются более низкими значениями минерализации подземных вод (рис. 4б).

Аналогичные закономерности отмечаются и по изменению минерализации подземных вод юрского комплекса. Здесь приуроченность зоны максимальных минерализаций (более 30 г/л) к выделенным геодинамическим блокам **A** и **F** выражена еще более явно. В западной части блока **D** также

фиксируются зоны с повышенными значениями минерализации, но более фрагментированные по сравнению аналогичными зонами в неокомском водоносном комплексе (рис. 4в).

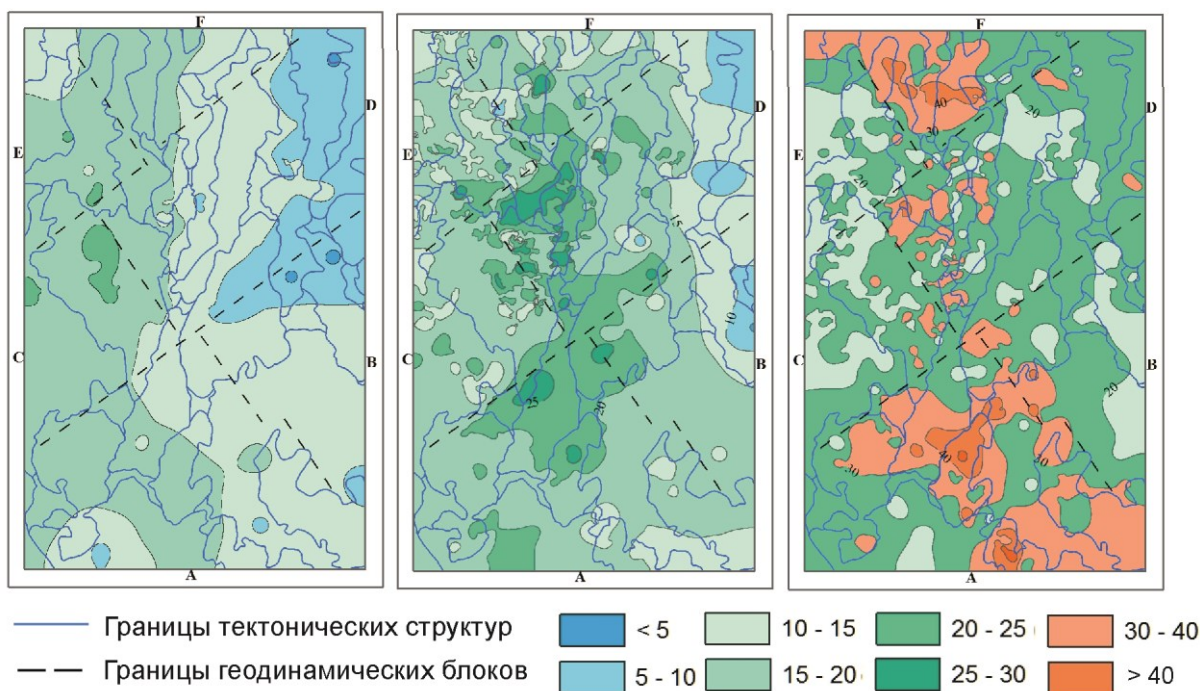


Рисунок 4 - Сопоставление минерализации подземных вод и результатов геодинамического районирования территории

(а – апт-альб-сеноманских, б - неокомских, в - юрских отложений;
А, В, С, D, E, F – геодинамические блоки)

Связь между закономерностями изменения содержания других компонентов водорастворенного комплекса подземных вод и геометрией выделенных геодинамических зон если и проявляется, то неявно и фрагментарно.

Изменение минерализации подземных вод всех трех водоносных комплексов наиболее четко просматриваются по линейной зоне I-I, которая характеризуется наибольшей выдержанностью. По-видимому, эти отличительные черты границ геодинамических блоков в пределах линейной зоны I-I косвенно отражают продолжительность и масштабность тектонических процессов, обусловивших ее формирование. Наличие связи в распределении минерализации подземных вод по всем водоносным комплексам с блоковым строением осадочного чехла отражает воздействие относительно недавних или активных и в настоящее время тектонических

процессов. Это косвенно свидетельствует о существенности гидродинамических факторов, особенностей направления и границ миграционных потоков на закономерности пространственного изменения минерализации подземных вод и на содержании в них основных компонентов химического состава – ионов натрия и хлора.

Для картирования различий гидрохимических условий соседних геодинамических блоков по разрезу отложений, в работе предложен метод построения гидрогеохимических разрезов основанный на методике расчета условно-двумерных профилей. При этом профиль рассчитывается по данным гидрохимических опробований расположенным только в пределах того блока, в который попадает точка профиля. Построения гидрохимических разрезов выполнены по линиям секущим наиболее характерные геодинамические блоки (рис. 1). Выполненные построения схожи с данными картирования химического состава подземных вод, наибольшие отличия на границе различных блоков фиксируются по изменению минерализации вод (рис. 5). Меньшие отличия фиксируются по содержанию брома по всем водоносным комплексам, различия преимущественно в апт-альб-сеноманском и неокомском комплексах отмечаются по содержанию кальция, гидрокарбоната и йода.

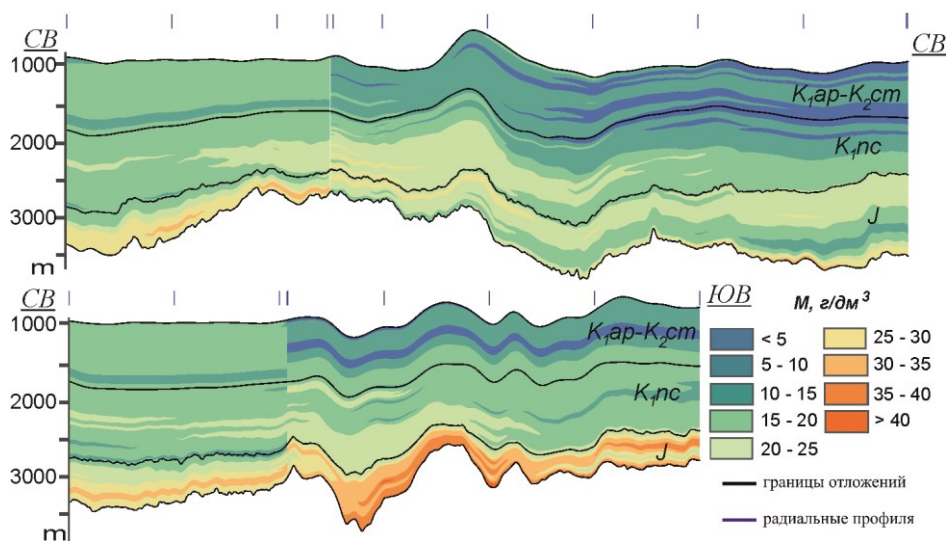


Рисунок 5 - Изменение минерализации подземных вод по линиям разрезов А-А'(а) и В-В'(б)

Применение метода расчета точек радиальных профилей в пределах

отдельных блоков, позволяет наиболее наглядно отобразить наличие отличий в химическом составе подземных вод различных геодинамических блоков.

Проведенные исследования позволяют сформулировать *третье защищаемое положение*: *пространственные закономерности изменения минерализации подземных вод контролируются неотектоническими условиями развития рассматриваемой части бассейна, а содержание компонентов Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} HCO_3^- и микрокомпонентов I , Br^- и B преимущественно определяются условиями седиментации и постседиментационными преобразованиями отложений.*

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях, входящих в перечень ВАК

1. *Ицкович, М.В.* Особенности фильтрационно-емкостных свойств коллекторов Урненского и Усть-Тегусского месторождений [Текст] / А.Р.Курчиков, А.Г. Плавник, Д.А. Курчиков, М.В. Ицкович, Н.Ю.Галкина // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2012. – №9. – С. 11–19.
2. *Ицкович, М.В.* Влияние геодинамических процессов на гидрогеохимические и геотермические условия Урненского и Усть-Тегусского месторождений [Текст] / А.Р. Курчиков, А.Г. Плавник, М.В.Ицкович, Н.Ю.Галкина, Д.А.Курчиков // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2013. – №6. – С.14–21.
3. *Ицкович, М.В.* К вопросу о пространственном моделировании гидрогеохимических полей [Текст] / А.Р. Курчиков, А.Г. Плавник, М.В.Ицкович //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2015. – №12. — С.4–12.
4. *Ицкович, М.В.* Химический состав подземных вод Колтогорско-Толькинской зоны и сопредельных тектонических элементов [Текст] / А.Р.Курчиков, А.Г. Плавник, М.В. Ицкович // Известия высших учебных

заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 5. – С. 25-33.

5. *Ицкович, М.В.* Содержание макрокомпонентов в подземных водах сопредельных Колтогорско-Толькинской шовной зоне районов [Текст] / А.Р.Курчиков, А.Г. Плавник, М.В. Ицкович //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2017. – №11. – С. 36–44.
6. *Ицкович, М.В.* Микрокомпонентный состав подземных вод сопредельных Колтогорско-Толькинской шовной зоне районов [Текст] // А.Р.Курчиков, А.Г. Плавник, М.В. Ицкович //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2017. – №12. – С. 20–27.
7. *Ицкович, М.В.* Метод построения согласованной квазитрехмерной модели изменения гидрогеохимических условий глубоких горизонтов [Текст] / М.В.Ицкович, А.Г. Плавник // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. – №2. – С. 23–31.

Статьи, опубликованные в прочих изданиях

8. *Ицкович, М.В.* Количественное сопоставление гидрогеохимических и палеогеографических условий горизонта Ю₂ северо-восточной части Широного Приобья [Текст] / А.Р. Курчиков, А.Г. Плавник, М.В.Ицкович // Академический журнал Западной Сибири. – 2015. – Т.11. №4 (59). – С.45-49.
9. *Ицкович, М.В.* Построение гидрогеохимических разрезов с учётом структурно-литологического строения отложений [Текст] / А.Г. Плавник, А.Н. Сидоров, М.В. Ицкович // Академический журнал Западной Сибири. –2015. – Т.11. №2 (57). – С.79-82.
10. *Ицкович, М.В.* Анализ гидрогеохимических условий Колтогорско-Толькинской зоны и прилегающих районов [Текст] / А.Г. Плавник, М.В.Ицкович // Академический журнал Западной Сибири, – 2016. – Т.12. №1 (62). – С.17–20.
11. *Ицкович, М.В.* Макрокомпонентный состав подземных вод Колтогорско-Толькинской шовной зоны и сопредельных территорий [Текст] /

- А.Р.Курчиков, А.Г. Плавник, М.В. Ицкович. // Академический журнал Западной Сибири. – 2016. – Т.12. №3 (64). – С.30-34.
12. *Ицкович, М.В.* Содержание йода, брома и бора в подземных водах районов, прилегающих к Колтогорско-Толькинской шовной зоне [Текст] / А.Р.Курчиков, А.Г. Плавник, М.В. Ицкович // Академический журнал Западной Сибири. – 2016. – Т.12. №3 (64). – С.34-37.
13. *Ицкович, М.В.* Моделирование гидрогеохимических разрезов водоносных отложений Западно-Сибирского мегабассейна [Текст] / М.В.Ицкович, А.Г. Плавник // В сб. «Современное состояние, тенденции и перспективы развития гидрогеологии и инженерной геологии». Материалы второй международной научно-методической конференции 23-24 мая 2017 г. Санкт-Петербург. – 2017. – С.146–151.
14. *Ицкович, М.В.* К задаче моделирования гидрогеохимического поля глубоких отложений Западно-Сибирского мегабассейна [Текст] / М.В.Ицкович, А.Г. Плавник // Академический журнал Западной Сибири. – 2017. – Т.13. №1 (68). – С.25–29.
15. *Ицкович, М.В.* Воздействие геодинамических процессов на гидрогеохимические условия подземных вод Западно-Сибирского бассейна [Текст] / А.Р. Курчиков, А.Г. Плавник, М.В. Ицкович // Академический журнал Западной Сибири. – 2017. – Т.13. №2 (69). – С.16–18.
16. *Ицкович, М.В.* К задаче моделирования гидрогеохимических разрезов с учетом структурно-литологического строения отложений [Текст] / А.Г.Плавник, М.В. Ицкович // Академический журнал Западной Сибири. – 2017. – Т.13. №2 (69). – С.19–22.