



УДК (553.7:551.243.8):550.845.09(571.5-13)

КАРТИРОВАНИЕ ЗОН И ОЧАГОВ ГЛУБИННОЙ РАЗГРУЗКИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А. И. Сурнин, И. В. Литвинова, Д. С. Малков, А. А. Шаманова, А. А. Кряжев

Гидродинамические и геотермические аномалии в разрезе осадочного чехла отражают современные тектонические процессы и связаны с активными разломами. Их можно изучать методами нефтегазопоисковой гидрогеохимии, нацеленными на выявление гидрохимических аномалий, которые закономерно группируются в виде линейных зон и очагов разгрузки глубинных флюидов, в виде участков вторичного гидротермального преобразования пород. Рассмотрены примеры древней разгрузки, современных внутрислоевых и поверхностных гидрогеохимических аномалий на юге Сибирской платформы. Проанализированы результаты собственных наблюдений и опробования при выполнении опорных гидрогеологических маршрутов вдоль зон тектонического ограничения Присяжно-Енисейской синеклизы и ее внутренних контрастных структур. Представлена дополненная карта проявлений восходящей разгрузки. Рассмотренный материал и построенная карта подтверждают широкое распространение восходящей разгрузки на юге Лено-Тунгусской НГП.

Ключевые слова: активные разломы, минерализованные воды, палеоразгрузка.

DOI 10.20403/2078-0575-2016-1-16-25

MAPPING OF ZONES AND CLUSTERS OF DEEP FLUID DISCHARGE IN THE SOUTH OF THE SIBERIAN PLATFORM

A. I. Surnin, I. V. Litvinova, D. S. Malkov, A. A. Shamanova, A. A. Kryazhev

Hydrodynamic and geothermal anomalies in the sedimentary cover cross-section reflect contemporary tectonic processes and are connected with active faults. They can be studied by petroleum-prospecting hydrogeochemistry methods aimed at identification of hydrogeochemical anomalies, which regularly bunch together as linear zones and clusters of deep fluid discharge, as areas of secondary hydrothermal transformation of rocks. The paper considers examples of ancient discharge, contemporary intraformational and surface hydrogeochemical anomalies in the south of the Siberian Platform. The results of the authors' observations and sampling during key hydrogeological traverses along zones of tectonic boundary of the Cis-Sayan-Yenisei syncline and its internal structures are discussed in the paper. The extended Map of ascending discharge occurrences is introduced. The research data and the map approve the wide extension of the ascending discharge within the south of the Lena-Tunguska petroleum province.

Keywords: active faults, mineralised water, paleodischarge.

Гидростатический режим в водоносных глубоко залегающих горизонтах осадочного комплекса свидетельствует о равновесности гидродинамической системы и отсутствии масштабных процессов активной миграции флюидов. Такое состояние относительного покоя рассматривается как фоновое. Проявление на этом фоне положительной аномалии (сверхгидростатического гидродинамического режима) показывает, что в настоящее время пластовая водоносная система испытывает (или испытала недавно) внешнее воздействие, связанное с уменьшением объема коллектора или избыточным увеличением объема флюида. Очевидно, что в условиях высокой степени литификации терригенных и карбонатных пород рифей-венд-кембрийских отложений Сибирской платформы главными причинами подобного воздействия могут быть только тектоническое давление, разогрев или внедрение флюида из очага аномально высоких пластовых давлений (АВПД).

Согласно расчетам [4] наблюдаемые в настоящее время АВПД сформировались не более 20 тыс. лет назад. Таким образом, картируемые оча-

ги и зоны АВПД отражают современные тектонические процессы [4–6, 13, 14] и связаны с активными разломами. Их можно изучать методами нефтегазопоисковой гидрогеохимии. Необходимо выявить и закартировать гидрогеохимические аномалии в современном ландшафте, которые закономерно группируются в виде линейных зон/очагов разгрузки глубинных флюидов и в виде участков вторичного гидротермального преобразования (проработки) пород. Поставленная задача решалась регионально для юга Сибирской платформы на основе систематизации и анализа обширного накопленного гидрогеохимического материала, подкрепленного целевым опробованием по опорным гидрогеохимическим маршрутам вдоль зон тектонического ограничения Присяжно-Енисейской синеклизы и ее внутренних контрастных структур.

В качестве прототипа карты районирования взята карта из работы В. И. Вожова [2], значительно дополненная фактическим материалом (рис. 1). Для построения карты разгрузки (рис. 2) обобщены фоновые и опубликованные материалы [8]. В процессе сбора данных большое внимание уделялось гидро-

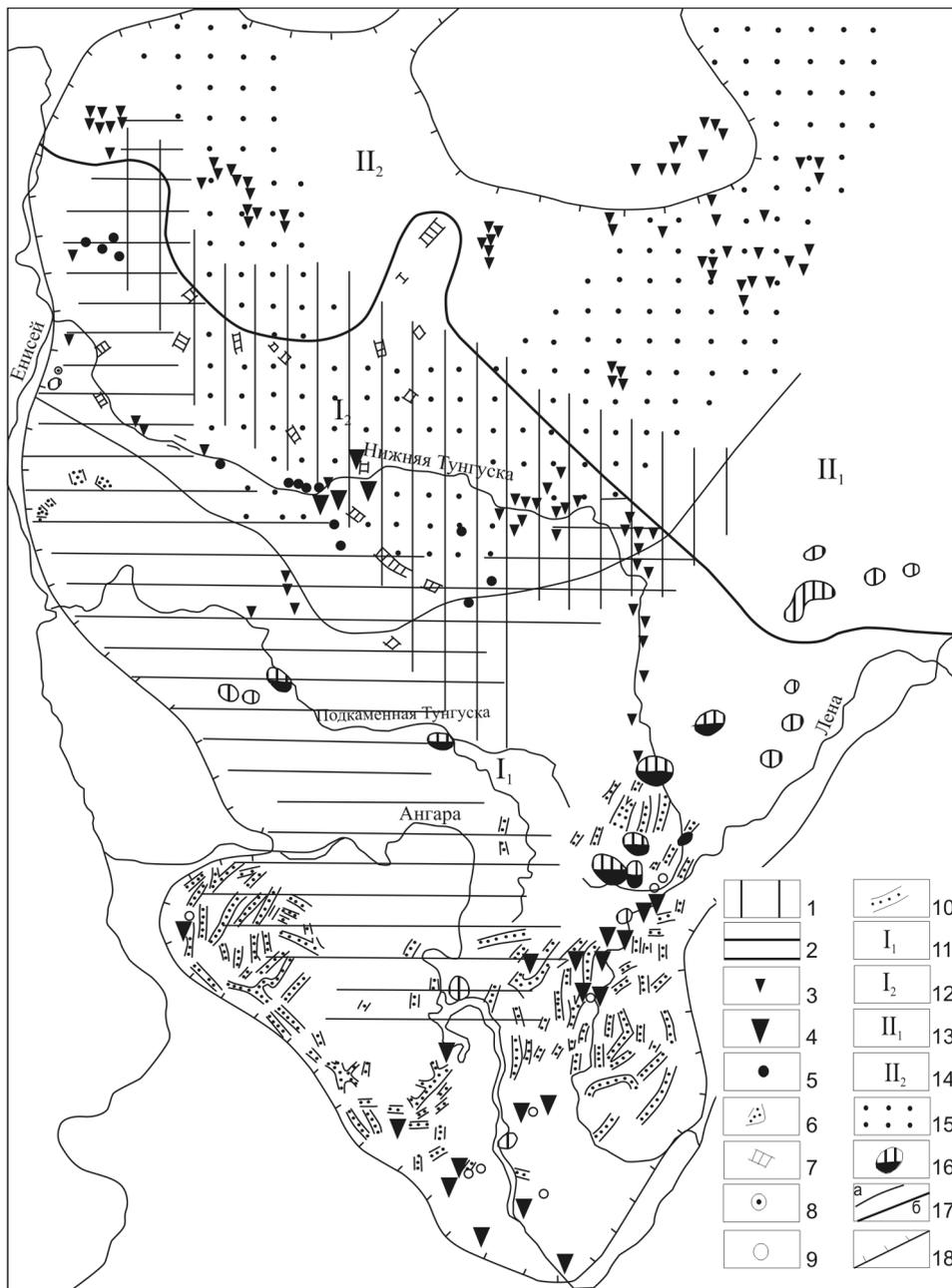


Рис. 1. Карта районирования зон и очагов в разгрузки подземных вод Лено-Тунгуской провинции [2]

Области разгрузки палеогидротерм: 1 – кальцитовый минерализации, 2 – железорудной минерализации; битумопроявления: 3 – на поверхности, 4 – в скважинах областей распространения современной открытой разгрузки; *очаги внутренней древней разгрузки рассолов* в отложениях среднего, верхнего палеозоя и нижнего триаса, выявленные: 5 – по гидрогеохимическим аномалиям на поверхности, 6 – методом ЗСБЗ, 7 – методами МТЗ и МТП в отложениях кембрия: 8 – по гидрогеохимическим аномалиям в скважинах, 9 – по гидрогеотермическим аномалиям, 10 – электроразведочными методами; *области восходящей фильтрации:* 11 – Лено-Енисейский район разгрузки рассолов и вод выщелачивания из горизонтов кембрия, 12 – Тунгусский район разгрузки метаморфизованных рассолов и вод горизонтов верхнего палеозоя и нижнего триаса; *область нисходящей фильтрации:* 13 – Ботуобинский район, 14 – Прианабарский район, 15 – территория распространения эпигенетических метаморфизованных рассолов, 16 – нефтегазовые и газоконденсатные месторождения; *границы:* 17 – районов (а) и областей (б) нисходящей и восходящей фильтрации, 18 – Лено-Тунгусской провинции

геологическим исследованиям при поисках полезных ископаемых, описанию гидрогеологических условий территорий и характеристике восходящих источников подземных вод, минеральных и грязевых озер, проявлений нефти и газа (битумопроявлений) в приповерхностной части разреза.

При сборе информации о местах открытой разгрузки важен был поиск данных по территориям предстоящего затопления в Иркутской области и Красноярском крае водохранилищами Ангарского каскада: Иркутским, Братским, Усть-Илимским, Богучанским.

Скрытые очаги восходящей разгрузки флюидов проявляются как внутрислоевые гидрогеохимические аномалии в осадочном чехле на фоне сложившейся вертикальной гидрогеохимической зональности разреза. Их обнаруживают только при буровых и геофизических работах. Например, хлоридные кальциевые рассолы с высокой минерализацией,

не свойственные верхней части разреза, свидетельствуют о восходящей миграции флюидов. Подобные аномалии отмечены в скважинах на Южно-Усть-Кутской, Коркинской, Шелонинской, Зиминской и других площадях. Так, в Пушкинской скважине из отложений нижнего ордовика получен высокодебитный рассол хлоридного натриево-кальциевого состава с минерализацией до 400 г/л. Насыщенные рассолами породы выделяются электроразведкой как низкоомные высокопроводящие зоны и рассматриваются как результат восходящей палеоразгрузки

Поверхностные гидрогеохимические аномалии проявляются в виде источников минерализованных вод в различной степени разбавления. Наземными источниками разгружается лишь небольшая доля соленых и рассольных вод по сравнению с тем количеством, которое поступает в реки [9]. Разгрузка на дне рек – кратчайший и наиболее легкий путь

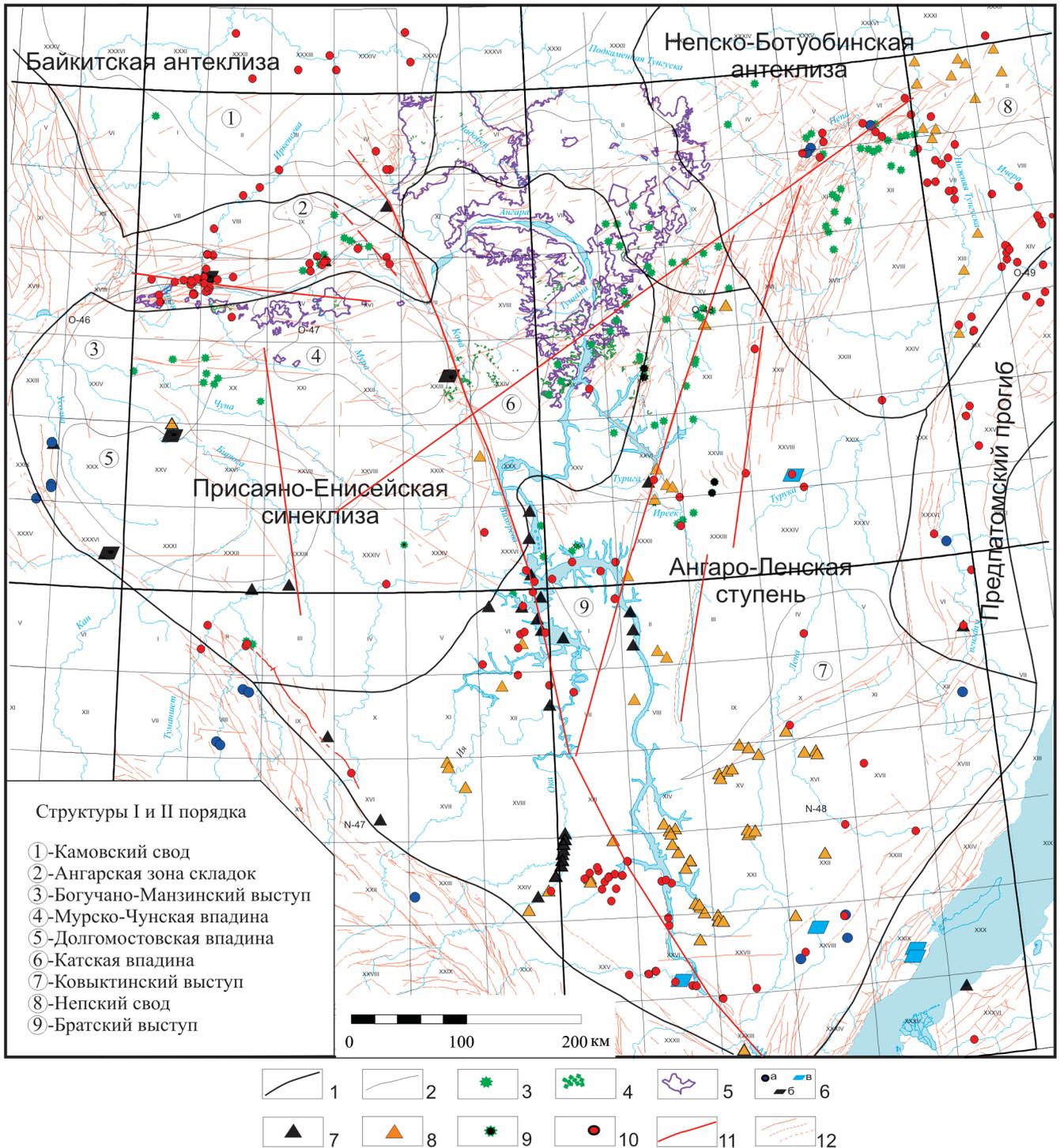


Рис. 2. Карта зон и очагов современной и древней разгрузки подземных флюидов южной части Лено-Тунгусской НГП. Границы: 1 – нефтегазоносных областей (НГО), 2 – структур первого и второго порядка; показатели древней палео-разгрузки флюидов: 3 – трубы взрыва, 4 – вулканоструктуры, поля концентраций секущих даек, 5 – туфы; проявления и показатели современной восходящей разгрузки: 6 – лечебные минеральные воды и грязи: а – радоновые, б – месторождения грязей, обогащенных микрокомпонентами, в – соленые озера; битумопроявления: 7 – в верхней части разреза и на поверхности, 8 – в разрезе глубоких скважин; 9 – нефтепроявления в трубках взрыва; 10 – воды смешанного состава повышенной минерализации; разрывные нарушения: 11 – зоны проводящих глубинных разломов, 12 – дизъюнктивный каркас по материалам геологической съемки (Геологические карты РФ м-ба 1:1 000 000 (третьего поколения) листы О-46,47,48; N-47,48)

выхода глубинных вод, поэтому русла крупных рек надо считать дренами для поступающих снизу соленых и рассольных вод. Особенно интенсивный подток наблюдается в селах Верхнемарково и Жигалово на р. Лена, Усолье-Сибирское на р. Ангара, в устье

р. Чадобец, а также на реках Киренга, Кута, Ичера, Непя, Илим, Бирюса, Усолка.

В процессе разгрузки рассолы разубоживаются. При приближении к земной поверхности минерализация их может резко снизиться, но преоблада-



ющим анионом-индикатором остается хлор. Наиболее концентрированные естественные выходы глубинных вод с минерализацией до 160 г/л отмечены:

- на р. Лена в Усть-Кутской зоне тектонических нарушений;
- в Верхнеангарской сдвиговой зоне на р. Большая Белая;
- у г. Усолья-Сибирского;
- в районе станции Мальта Восточно-Сибирской железной дороги;
- на р. Нижняя Тунгуска – Потемкинский источник с минерализацией до 75,0 г/л Cl-Na состава;
- в Непской зоне складок у пос. Ика (с минерализацией 106 г/л Cl-Na состава);
- у дер. Бузурино (94 г/л Cl-Na состава);
- в Каймоновской сдвиговой зоне на р. Кута (23 г/л Cl-Na);
- в Заярской сдвиговой зоне в пойме р. Видим (46 г/л Cl-Na);
- в зоне Присаянского разлома на р. Туманшет (27,9 г/л Cl-Na состава);
- в зоне Нижнеангарского разлома – Чадобецкий источник.

Многочисленные примеры приводят к выводу о том, что восходящая разгрузка носит региональный характер и представляет основной вид

разгрузки. Перемещение рассолов происходит по «отдельным секторам, поэтому в одних и тех же литологических массивах наряду с водообильными блоками могут существовать и блоки безводные» [12].

Рассолы многих очагов разгрузки обладают высоким содержанием радона. Радоновые рассолы приурочены к тектоническим нарушениям. Аномальное содержание радона в соленых родниковых водах – прямой показатель глубинной разгрузки рассолов [3, 9], как например, Иняльский источник (минерализация 84 г/л хлоридного натриевого состава); Икское проявление радоновых вод возле дер. Ики (98 г/л); Потангский источник в 60 км к западу от пос. Непа (35 г/л); Окунайский источник – многочисленные выходы на обоих берегах р. Киренга (11 г/л) (табл. 1).

Группа источников, локализованная в бассейне р. Бирюса (например, Вишняковский источник, выходы радоновых вод на правом берегу р. Елаш), тяготеет к обводненной северо-западной части Присаянского разлома.

Особенность соленых и грязевых озер заключается в специфических свойствах состава (табл. 2). Их для лечебных целей используют здравницы Иркутской области и Красноярского края. Отмечена

Таблица 1

Проявление на поверхности радоновых источников*

Номенклатурный номер	Источник	Месторасположение	Химический и газовый состав вод источника
О-46-XXIX	Вода радоновая	Пос. Хандала, п 7 км южнее пос. Тасеево	Не приведен
О-46-XXIX	«	Р. Мал. Топол, правый берег р. Топол, в 5 км восточнее пос. Шеломки	«
О-46-XXIX	«	Руч. Межтопольчик, в 18 км к северо-западу от пос. Курыш	«
О-48-V	Иняльский	Р. Инель в 1 км от ее устья	84 г/л; Cl-Na; Br-0,031
О-48-XI	Икский	В 3 км к запад-северо-западу от дер. Ики	Cl-Na; N299,6Ar+Kr+Xe-1,31He+Ne0,06
О-48-VI	Потангский	В 60 км к западу от пос. Непы	35 г/л; Cl-Na
О-48-XXXVI	Окунайский	Многочисленные выходы на обоих берегах р. Киренга	11 г/л; Cl-Na
N-47-VIII	Вода радоновая	Правый берег р. Елаш	0,15 г/л; HCO ₃ -Ca
N-47-VIII	Правогутарская	Правый берег р. Гутара	0,5 г/л; HCO ₃ -NaCa
N-47-VIII	Гутарская залежь радоновых вод	«	0,5 г/л; HCO ₃ -NaCa
N-47-XXIII	Хульцарский (Кирейский)	Левый берег р. Кирей	0,2 г/л; HCO ₃ -CaMg
N-48-XII	Нюруктанский	Левый берег р. Шона	Не приведен
N-48-XXVIII	Уланский	В 9 км к западу от пос. Хогот	2 г/л; SO ₄ -Ca
N-48-XXVIII	Зун-Булуцкий, Гулунтумурский, Бурун-Булуцкий	Левый берег р. Ордушка, в 4,3 км к востоку от пос. Олой	Не приведен
N-48-XXXII	Мотский	В 10 км южнее пос. Большой Луг	«
N-48-XXVIII	Толстовский	В верховьях левого притока р. Мурин, в 18 км к северо-востоку от пос. Бохолдой	«

* Источник информации – Государственные геологические карты Российской Федерации (м-б 1:1 000 000).



Таблица 2

Минеральные озера южной части Сибирской платформы*

Номенклатурный номер	Озеро	Месторасположение	Химический и газовый состав вод источника
O-48-XXVIII	Усть-Кутское соленое	В 4 км от паровой пристани Усть-Кут на р. Лена	151 г/л; Cl-Na
N-48-XXVIII	Нухэ-Нур соленое	В 30 км к северо-западу от с. Баяндай	167 г/л; SO ₄ -Na, рапа, грязь
N-48-XXVI	Мальтинское соленое	В 5–6 км от ст. Мальта	20–80 г/л; Cl-Na, грязевое
N-48-XXIX	Намши-Нур соленое	Северо-восточнее улуса Хукдей	Не изучено, рапа
N-48-XXIX	Цыган-Тырма соленое	Северо-западнее летнего улуса Шебарта	4 г/л; SO ₄ HCO ₃ -Na, рапа
N-48-XXIX	Шадар-Нур соленое	Система озер на продолжении хр. Хора-Нюрачан, в северо-восточном направлении	Не изучено
N-48-XXIX	Холбо-Нур соленое	Северо-западнее улуса Шерета	2 г/л; ClSO ₄ -MgNa, рапа
N-48-XXIX	Гурби-Нур соленое	Система озер на продолжении хр. Хора-Нюрачан, в северо-восточном направлении	Не изучено
N-48-XXIX	Нуху-Нур соленое	Северо-западнее оз. Ивегда	Не изучено, рапа
N-48-XXIX	Тынзги-Нур соленое	Система озер на продолжении хр. Хора-Нюрачан, в северо-восточном направлении	Не изучено
N-48-XXIX	Лапши-Лан соленое	То же	«
N-48-XXIX	Соленые озера	«	«
O-47-XIV	Комбака	Р. Ельчимо, в 16 км от устья	Лечебные грязи не изучены
O-47-XIV	Ельчимо	Правый приток р. Ангара	«
O-47-XXV	Плахино (Боровое)	Красноярский край, Абанский район, в 12 км от паромной переправы пос. Почет; расстояние от Красноярска – 450 км	Грязевое лечебное сапропелевое пресное озеро
O-47-XXIII	Дешимбинское	Расположено в среднем течении р. Дешимба левого притока р. Кова, в 120 км от Усть-Илимска в юго-западном направлении	То же
O-47-XXXVI	Источник «Соленое озеро»	В 3 км к северо-востоку от пос. Кан-Перевоз	4,63 г/л; Cl-Na вода сероводородная, лечебные грязи

* Источник информации – [10] и Государственные геологические карты Российской Федерации (м-б 1:1 000 000).

приуроченность данных озер к системе тектонических нарушений, по которым, предположительно, мигрируют различные специфические бальнеологически активные компоненты. Два крупных объекта (грязевые озера) изучены Томским и Пятигорским НИИ курортологии: Боровое (Плахино) и Дешембинское [10, 11].

Одно из свидетельств вертикальной миграции – вторичные нефтебитумопроявления непосредственно в приповерхностной зоне (табл. 3). Следствие вертикального перемещения рассолов – включения битумов в порах, кавернах, трещинах. Интересны находки жидкой нефти и битумов в трубках взрыва [1]. Ассоциация нефти в трещинах и пустотах пород, выполняющих трубки, с гидротермальными минералами постмагматической стадии (пирит, галенит и другие сульфиды, кварц и др.) позволяет связать появление нефти в трубках взрыва с постмагматической гидротермальной деятельностью.

Фондовые данные дополнены собственными материалами наблюдений и опробования, полученными при выполнении опорных гидрогеологических маршрутов по зонам тектонического

ограничения Присяяно-Енисейской синеклизы (рис. 3):

- на северном борту Присяяно-Енисейской синеклизы в Ангарской зоне складок (2012 г.);
- на восточном борту Присяяно-Енисейской синеклизы в районе Окино-Вихоревского и Заярского глубинных разломов (2013 г.);
- в зоне Заярского и Ангаро-Вилуйского глубинных разломов – нефтегазоперспективной области между Присяяно-Енисейской синеклизой и Непско-Ботубинской антеклизой (2014 г.).

В Ангарской зоне складок выполнено гидрогеохимическое опробование р. Ангара на участке пересечения ее руслом площадей Берямбинского, Агалеевского, Имбинского, Абаканского месторождений для обнаружения мест глубинной разгрузки и оценки гидродинамической закрытости нефтегазоносных резервуаров этих месторождений, залегающих в условиях АВПД. По данным опробования составлена карта зон и очагов глубинной разгрузки зоны Ангарских складок по рр. Ангара и Иркиннеева (рис. 4).

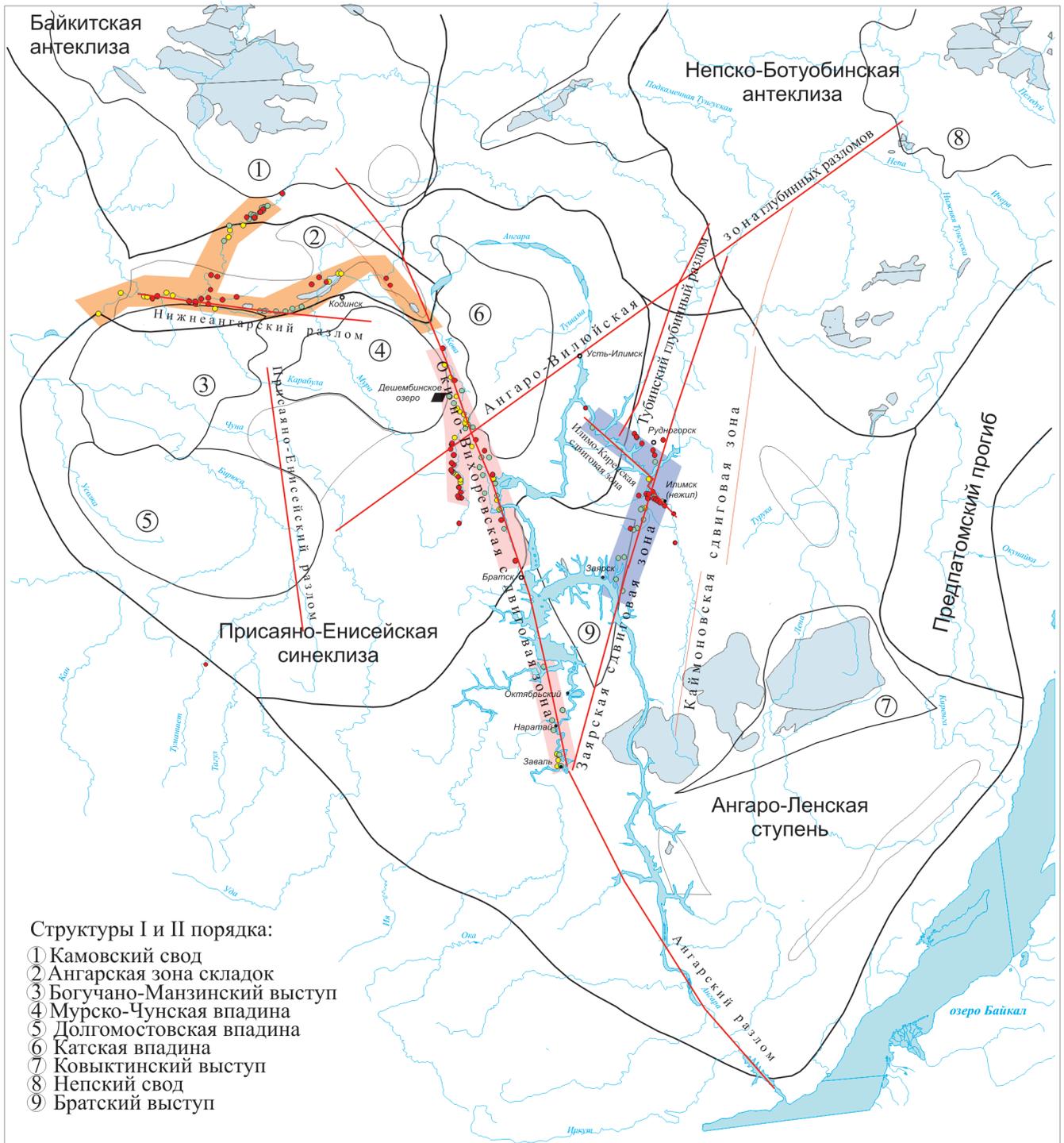
По р. Ангара на участке от плотины БогЭС до пос. Мотыгино выделены четыре зоны глубинной



Таблица 3

Битумопроявления в верхней части разреза осадочного чехла южной части Сибирской платформы

Номенклатурный номер	Месторасположение	Находки битума и битуминозные известняки
N-48-XXXIII	Мальтинское месторождение известняков	Битуминозные известняки
O-47-XXXIII	Нижнеоголевское месторождение известняков	«
O-48-XXVI	Литвинцевское месторождение известняков	«
N-48-XXXV	пос. Ключи-Стволовая	Выходы битумов, жилы озокерита и битуминозная пропитка по трещинам (Q III–IV) 0,26 до 15,53 %
N-47-IX	Камышетское месторождение известняков	Битуминозные известняки
N-47-XVI	Р. Ишидей	Выветрелые битумы в обнажении известняков усольской толщи, обладающие значительно худшей сохранностью, сильно карбонатизированы и представляют собой углеподобное вещество, прослоями расщеплены по стилолитовым швам и в трещинах
N-47-XXIV, N-48-XIII,XIX	Окинский колонковый профиль	В скв. 7, 9–11, 30, 31, 32, 46 поднят нефтенасыщенный керн (в отложениях ангарской и булайской свит). Нефть в крупнокавернозных карбонатных породах. Нефть желтовато-бурого цвета. При хранении из керна выделялась нефть с образованием пузырьков газа
O-46-XXIX	Южнее пос. Тасеево, Хандальское проявление	Естественные выходы газа, совместно с радоновым источником
O-47-X	Верховья р. Куроба	Запах керосина в обнажении нижнего кембрия
O-47-XV	Устье р. Чадобец	Битуминозные известняки нижнего кембрия с содержанием легкого битума
O-47-XXXIV	Октябрьское железорудное месторождение	В туфогенных породах и скалах Восточного участка, в керне всех скважин в интервале от 170 до 800 м, обнаружены жидкие и полужидкие битумы нефтяного ряда
O-48-XXXII	Иреек-Касьяновское железорудное рудопроявление	Скв. 3; в керне на глубине 349 м полужидкая черная вязкая нефть [8]
O-48-XXVII	Пасмурное железорудное рудопроявление	Канавы 4, 2,2–2,3 м, твердый асфальт горит и плавится, полностью растворяется в хлороформе [8]
O-48-XXVII	То же	Канавы 3, черный хрупкий битум [8]
O-48-XXVII	«	Шурф 4, черный хрупкий битум [8]
O-48-XXVII	Татьянинское железорудное месторождение	Скв. 1; в инт. 336–351, 527–551 м полужидкая нефть и черный асфальт [8]
O-48-XXVII	То же	Скв. 3; на глубине 427–436 м полужидкая черная вязкая нефть [8]
O-48-XX	Тубинское железорудное месторождение	Желдон-III, скв. 6, забой 247,4 м; битум в трапповой брекчии (на глубине 143, 191–194 м), хрупкий и вязкий асфальт легко загорается от спички, жидкий битум (195–198 м), черная сильно вязкая нефтеподобная масса (170 м) [8]
O-48-XX	То же	Желдон-I, скв. 5, забой 247,55 м; битум на глубине 174–180 м и 244,4 м приурочен к кальцитовым пустотам [8]
O-48-XX	«	Желдон-I, скв. 7, забой 189,1 м; битум на глубине 146–159 м в брекчиевидной руде [8]
O-48-XX	«	Желдон-I, скв. 9, забой 128,8 м; битум на глубине 41,15 м в прожилках кварца [8]
O-48-XX	«	Желдон-I, скв. 16, забой 263,65 м; полужидкая нефть и черный асфальт на глубине 199–224 м [8]
O-48-XX	«	Желдон-I, скв. 12, забой 170,35 м; битум встречен на глубине 35–135 м [8]
O-48-XX	«	Желдон-I, скв. 14, забой 192,1 м; битумы с глубины 88 м и до забоя [8]



- Структуры I и II порядка:
- 1 Камовский свод
 - 2 Ангарская зона складок
 - 3 Богучано-Манзинский выступ
 - 4 Мурско-Чунская впадина
 - 5 Долгомостовская впадина
 - 6 Катская впадина
 - 7 Ковыктинский выступ
 - 8 Непский свод
 - 9 Братский выступ



Рис. 3. Маршруты гидрогеохимического опробования (СНИИГГиМС, 2012–2014 гг.)
 Границы структур: 1 – нефтегазоносных областей (НГО), 2 – первого и второго порядка; 3 – зоны проводящих глубоких разломов; 4 – месторождения углеводородов; 5 – контуры гидрогеохимических работ: а – 2012 г., б – 2013 г., в – 2014 г.; 6 – пункты гидрогеохимического опробования: воды с аномальным содержанием: а – водорастворенного газа (ВРГ) с ТУ; б – водорастворенных ароматических соединений (бензола, толуола); в – водорастворенного гелия в надфоновых концентрациях; 7 – воды смешанного состава повышенной концентрации

разгрузки хлоридных и сульфатно-хлоридных вод: Агалеевская, Абаканская, Ельчимо-Пинчугская и Манзинская.

На р. Иркинеева оконтурены три зоны разгрузки: 1) Мадашен-Тамышская, 2) между рр. Верхняя

Теря и Чульдок, 3) Баторма-Чугумейская. По данным опробования последней сделан вывод о том, что рифейский блок метаморфических пород восточной части Иркинеевского выступа надвинут на отложения кембрия, из водоносных горизонтов ко-

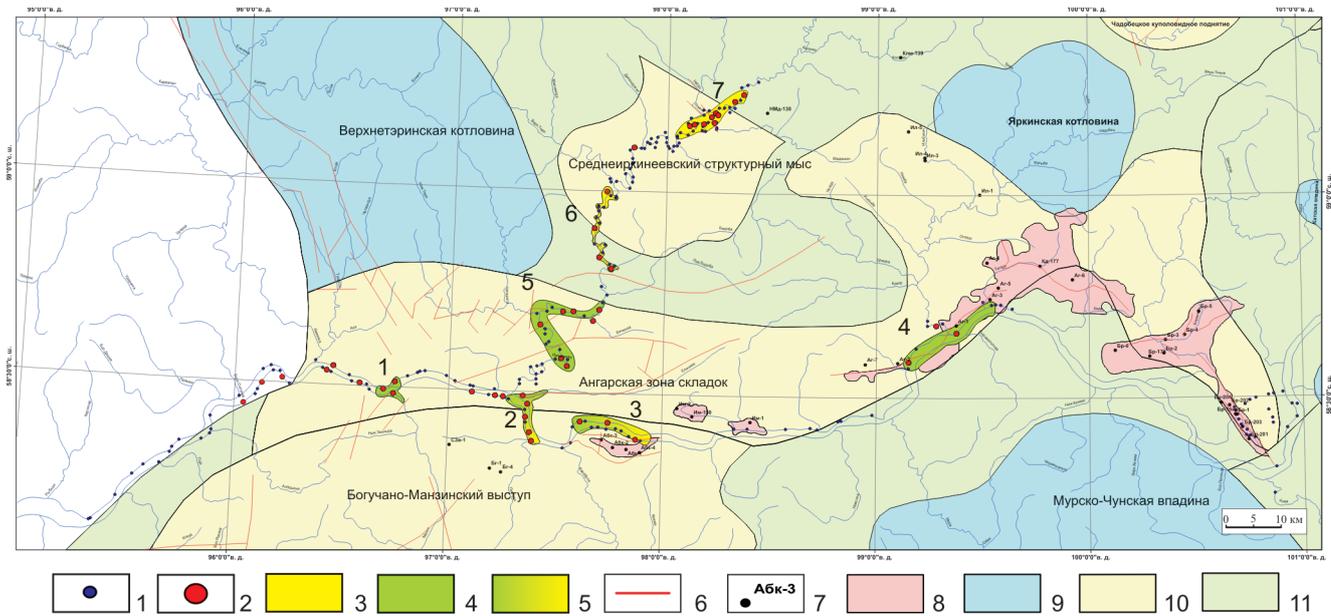


Рис. 4. Карта зон и очагов разгрузки подземных вод в Ангарской зоне складок

Зоны разгрузки: 1 – Манзинская, 2 – Ельчимо-Пинчугская, 3 – Абаканская, 4 – Агалеевская, 5 – Баторма-Чугумейская зона, 6 – между рр. Верхняя Терьа и Чульдок, 7 – Мадашен-Тамышская; пункты опробования с минерализацией: 1 – <math>< 500 \text{ мг/л}</math>, 2 – >math>> 500 \text{ мг/л}</math>; проявления минерализованных вод: 3 – сульфатного состава, 4 – хлоридного состава, 5 – смешанного состава (SO₄-Cl); 6 – дизъюнктивы; 7 – скважины; 8 – месторождения УВ; структуры первого и второго порядка: 9 – отрицательные; 10 – положительные; 11 – надпорядковые структуры

торого разгружаются на поверхность минерализованные хлоридные воды. Они формируют гидрохимические аномалии в поле бессолевого рифейских отложений. Это предположение подтверждается результатами сейсмогеологического моделирования, показавшими пространственную связь Баторма-Чугумейской зоны разгрузки со сдвигово-надвиговыми дислокациями на тектоническом контакте Иркенеевского выступа и Байкитской антеклизы [7].

Гидрогеологический маршрут с опробованием вдоль зоны Окино-Вихоревского регионально-глубинного разлома прошел по рр. Ока, Ангара (Братское водохранилище), Кова и их притокам (см. рис. 3). В бассейне р. Кова дополнительно было проведено опробование Дешембинского озера, которое содержит уникальное месторождение минеральной грязи. По данным придонного гидрогеохимического опробования в Окинском заливе Братского водохранилища установлены аномальные содержания водорастворенных ароматических УВ: в зоне Окино-Вихоревского и Заярского глубинных разломов сумма бензола и толуола достигает значения 0,65 мг/л. На этом же отрезке установлены аномальные содержания металлов (Ti, Cr, Mn, Co, Zn, Mo, Ba, Pb, лантаноиды). На Кова-Вихоревском участке наиболее контрастные аномалии фиксируются непосредственно в р. Вихоревка, которая протекает на этом отрезке течения по глубинному разлому. Состав вод здесь резко отличается от «обычных» пресных гидрокарбонатных кальциевых и магниевых-кальциевых вод: он становится хлоридным натриевым. Повышенные содержания хлоридов наблюдаются и ниже

по долине р. Вихоревка – в Вихоревском заливе водохранилища на глубине 25–30 м: до 19 %-экв. Cl⁻ и до 31 %-экв. Na⁺. Высокая доля хлорид-иона в воде сохраняется по этому направлению дальше, в долине р. Ангара, которая на данном участке также трассирует разломную зону. Даже на удалении более 25 км от устья р. Вихоревка, содержания ионов Cl⁻ и Na⁺ в глубинных пробах из р. Ангара остаются повышенными (до 8 и 14 %-экв. соответственно).

В зоне Заярского и Ангаро-Вилуевского глубинных разломов опорный гидрогеологический маршрут прошел вдоль Усть-Илимского водохранилища с опробованием бассейна рр. Видим, Иреек, Илим, Игирма, Тушама, Ангара (см. рис. 3). На этом участке основным объектом полевого изучения был Литвинцевский вал на всем его протяжении от Заярска до Рудногорска (с юго-запада на северо-восток – 150 км). Структура Литвинцевского вала контролируется Заярским глубинным разломом. Она осложнена ортогональными к главной оси сдвигами, с которыми связаны палеовулканические структуры – трубки взрыва, сопутствующие им проявления гидротермальной минерализации, современной разгрузки минеральных вод. Такой ортогональной сдвиговой зоной является Илим-Киренская разломная сдвиговая зона, которая контролирует юго-восточное – северо-западное течение нижнего Илима. С ней связан интересный отрезок маршрута гидрогеохимического опробования Литвинцевского вала. Здесь придонным опробованием на глубинах 25–30 м подтверждена разгрузка хлоридных натриевых вод, описанная



по соленым источникам еще до затопления ложа водохранилища на Шестаково-Литвинцевском отрезке р. Илим [8].

Усть-Илимский участок опорного гидрогеологического маршрута 2014 г. находится в пределах обширного туфового и базальтового поля, обозначившего южную границу Тунгусской синеклизы. Это зона Ангаро-Вилюйского глубинного разлома, с которым связана интенсивная палеовулканическая и гидротермальная активность.

В обобщенном виде весь гидрогеохимический материал представлен на карте проявлений восходящей разгрузки (см. рис. 2). Рассмотренный материал и построенная карта подтверждают широкое распространение восходящей разгрузки на территории юга Лено-Тунгусской НГП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бескровный, Н. С.** Геологические условия нефтепроявлений в вулканических трубках Сибирской платформы [Текст] / Н. С. Бескровный // Геологический сборник № 5. – Л. : Гостоптехиздат, 1960. – 599 с. – (Тр. ВНИГРИ ; вып. 163).

2. **Вожов, В. И.** Подземные воды и гидроминеральное сырье Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции [Текст] / В. И. Вожов. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 2006. – 209 с.

3. **Дзюба, А. А.** Разгрузка рассолов Сибирской платформы [Текст] / А. А. Дзюба. – Новосибирск : Наука, 1984. – 157 с.

4. **Дюнин, В. И.** Гидрогеодинамика глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов [Текст] / В. И. Дюнин. – М. : Научный мир, 2000. – 472 с.

5. **Ильченко, В. П.** Гидрогеохимические показатели раздельного прогноза залежей газа, газоконденсата и нефти в Предкавказье [Текст] / В. П. Ильченко // Геологические методы поисков и разведки месторождений нефти и газа : обзор. – М. : ВИЭМС, 1984. – 40 с.

6. **Колодий, В. В.** Подземные конденсационные и солюционные воды нефтяных и газовых месторождений [Текст] / В. В. Колодий. – Киев : Наукова думка, 1975. – 121 с.

7. **Кряжев, А. А.** Картирование зон глубинной разгрузки гидрогеохимическими методами в Ангарской зоне складок [Текст] / А. А. Кряжев, Д. С. Малков, А. И. Сурнин // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от В. А. Обручева, М. А. Усова, Н. Н. Урванцева до наших дней. – Томск, 2013.

8. **Минеральные воды южной части Восточной Сибири. Т. 2.** Минеральные источники, скважины, вскрывающие минеральные воды, и минеральные озера (каталоги) [Текст] / Под ред. Н. А. Власова, В. Г. Ткачук и др. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1961.

9. **Пиннекер, Е. В.** Рассолы Ангаро-Ленского артезианского бассейна (закономерности размещения, состав, динамика, формирование и использование) [Текст] / Е. В. Пиннекер. – М. : Наука, 1966. – 332 с.

10. **Преображенский, И. М.** Справочник полезных ископаемых Богучанского района Красноярского края [Текст] / И. М. Преображенский, В. Н. Лавыгина, Н. Г. Журова ; ред. А. М. Глушков. – Красноярск : ГеоЭкономика, 2002. – 332 с.

11. **Преображенский, И. М.** Справочник полезных ископаемых Тасеевского района Красноярского края [Текст] / И. М. Преображенский, О. А. Журбина, А. П. Косоруков ; ред. А. М. Глушков. – Красноярск : ГеоЭкономика, 2001. – 89 с.

12. **Силин-Бекчурин, А. И.** Движение глубоких подземных вод [Текст] / А. И. Силин-Бекчурин // Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений: тр. совещ. по геохимическим методам (Москва, апрель 1958 г.). – М. : Изд-во АН СССР, 1959.

13. **Сурнин, А. И.** Гидрогеохимическая инверсия в разрезе Линденской впадины [Текст] / А. И. Сурнин // Геология нефти и газа. – 1986. – № 2. – С. 48–52.

14. **Харахинов, В. В.** Нефтегазоносность докембрийских толщ Восточной Сибири на примере Куюмбинско-Юрубчено-Тохомского ареала нефтегазоаккумуляции [Текст] / В. В. Харахинов, С. И. Шленкин. – М. : Научный мир, 2011. – 420 с.

REFERENCES

1. Beskrovnyy N.S. [Geological conditions of oil occurrences in volcanic pipes of the Siberian Platform]. *Geologicheskii sbornik* [Geological collection]. Collected papers, Leningrad, Gostoptekhizdat Publ. (Leningrad Branch), 1960, no. 5. 599 p. (Proc. All-Union Research Institute of Petroleum Exploration (VNIIGRI), issue 163). (In Russ.).

2. Vozhov V.I. *Podzemnyye vody i gidromineral'noe syr'e Leno-Tungusskoy neftegazonosnoy provintsii* [Subsurface water and hydromineral resources of the Lena-Tunguska petroleum province]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 2006. 209 p. (In Russ.).

3. Dzyuba A.A. *Razgruzka rassolov Sibirskoy platformy* [Brine discharge of the Siberian Platform]. Edited by Pinneker E.V. Institute of the Earth's crust AB AS USSR. Novosibirsk, Nauka Publ., Siberian Branch, 1984. 157 p. (In Russ.).

4. Dyunin V.I. *Gidrogeodinamika glubokikh gorizontov neftegazonosnykh basseynov* [Hydrogeodynamics of deep horizons in petroleum basins]. Moscow, Nauchny Mir Publ., 2000. 472 p. (In Russ.).

5. Ilchenko V.P. *Gidrogeokhimicheskie pokazateli razdel'nogo prognoza zalezhey gaza, gazokondensata i nefti v Predkavkaz'e* [Hydrogeochemical parameters of dedicated estimation of gas, gas-condensate, and oil pools in Fore-Caucasus]. *Geol. metody poiskov i razvedki m-niy nefti i gaza. Obzor VIEMS* [Geological methods of prospecting and exploration of oil and gas fields]. Moscow, 1984. 40 p. (In Russ.).

6. Kolodiy V.V. *Podzemnyye kondensatsionnye i solyutсионные воды нефтяных и газовых месторождений* [Condensation and solution subsurface water in oil and



gas fields]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1975. 121 p. (In Russ.).

7. Kryazhev A.A., Malkov D.S., Surnin A.I. [Mapping of deep discharge zones by hydrogeochemical methods in the Angara zone of folding]. *Razvitie mineral'no-syr'evoy bazy Sibiri: ot Obrucheva V.A., Usova M.A., Urvantseva N.N. do nashikh dney* [Development of the mineral resource base of Siberia: From Obruchev V.A., Usov M.A., Urvantsev N.N. and to the present day]. Tomsk, 2013. (In Russ.).

8. *Mineral'nye vody yuzhnoy chasti Vostochnoy Sibiri. T. 2. Mineral'nye istochniki, skvazhiny, vskryvayushchie mineral'nye vody, i mineral'nye ozera (katalogi)* [Mineral water of the southern East Siberia. Vol. 2. Mineral springs, mineral water producing wells, and mineral lakes (catalogues)]. Moscow, Leningrad, AS USSR Publ., 1961; Vlasov N.A., Tkachuk V.G., Tolstikhin N.I. eds., compiled by Krutikova A.I. et al., the Siberian Geological Institute SB AS USSR (Irkutsk), 1962. (In Russ.).

9. Pinneker E.V. *Rassoly Angaro-Lenskogo artezi-anskogo basseyna (zakonomernosti razmeshcheniya, sostav, dinamika, formirovanie i ispol'zovanie): monogr.* [Brines of the Angara-Lena artesian basin (occurrence pattern, composition, dynamics, formation and usage). A monograph]. Ed. by Tkachuk V.G. Institute of the Earth's crust AB AS USSR (Irkutsk). Moscow, Nauka Publ., 1966. 332 p. (In Russ.).

10. Preobrazhenskiy I.M., Lavygina V.N., Zhurova N.G. *Spravochnik poleznykh iskopaemykh Boguchanskogo rayona Krasnoyarskogo kraya* [Guide for mineral resources of the Boguchany Region of the Krasnoyarsk

Territory]. Ed. by Glushkov A.M. Krasnoyarsk, GeoEkonomika Publ., 2002. 332 p. (In Russ.).

11. Preobrazhenskiy I.M., Zhurbina O.A., Kosorukov A.P. *Spravochnik poleznykh iskopaemykh Taseevskogo rayona Krasnoyarskogo kraya* [Guide for mineral resources of the Taseeva Region of the Krasnoyarsk Territory]. Ed. by Glushkov A.M. Krasnoyarsk, GeoEkonomika Publ., 2001. 89 p. (In Russ.).

12. Silin-Bekchurin A.I. *Dvizhenie glubokikh podzemnykh vod* [Deep subsurface water movement]. *Geokhimicheskie metody poiskov neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy: tr. soveshchaniya po geokhimicheskim metodam (Moskva, apr. 1958 g.)* [Geochemical methods of exploration for oil and gas. Proc. Meeting on Geochemical Methods (Moscow, April 1958)]. Institute of Geology and Fossil Fuels Exploration (Moscow), USSR Academy of Sciences. Edited by Sokolov V.A. Moscow, AS USSR Publ., 1959. (In Russ.).

13. Surnin A.I. [Hydrogeochemical inversion in the Lindenskaya depression cross-section]. *Geologiya nefti i gaza – Petroleum Geology*, 1986, no. 2, pp. 48–52. (In Russ.).

14. Kharakhinov V.V., Shlenkin S.I. *Neftegazonosnost' dokembriyskikh tolshch Vostochnoy Sibiri na primere Kuyumbinsko-Yurubcheno-Tokhoms-kogo areala neftegazonakopleniya* [Oil and gas content of the pre-Cambrian strata of East Siberia. A case study from the Kuyumba-Yurubchen-Tokhomo area of oil and gas accumulation]. NTK Slavneft, OAO Slavneft, OOO Research and Production Centre. Moscow, Nauchny Mir Publ., 2011. 420 p. (In Russ.).

© А. И. Сурнин, И. В. Литвинова, Д. С. Малков, А. А. Шаманова, А. А. Кряжев, 2016

СУРНИН Алексей Иванович, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, заводделом, к. г.-м. н., E-mail: ogec@sniiggims.ru

ЛИТВИНОВА Ирина Валерьевна, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, завгруппой. E-mail: litvinova@sniiggims.ru

МАЛКОВ Денис Сергеевич, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, вед. инженер. E-mail: ogec@sniiggims.ru

ШАМАНОВА Анна Александровна, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, мл. науч. сотр. E-mail: shamanova@sniiggims.ru

КРЯЖЕВ Александр Александрович, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, инженер II категории. E-mail: krjazhev@sniiggims.ru

SURNIN Alexey, PhD, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. E-mail: ogec@sniiggims.ru

LITVINOVA Irina, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. E-mail: litvinova@sniiggims.ru

MALKOV Denis, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. E-mail: ogec@sniiggims.ru

SHAMANOVA Anna, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. E-mail: shamanova@sniiggims.ru

KRYAZHEV Alexander, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. E-mail: krjazhev@sniiggims.ru