

ния вскрыто золоторудное тело мощностью 15 м при содержании металла до 3,5 г/т.

Таким образом, все золоторудные объекты в черносланцевых толщах независимо от масштабов оруденения, геологических условий и истории развития сопровождаются типичным набором контролируемых (поисковых) признаков:

максимумы аномального магнитного поля и его составляющих (нижнерудная-подрудная пирротинизация);

высокие содержания калия и его производных при относительно пониженных концентрациях урана, тория (золотоносные метасоматиты);

зоны нарушенного равновесия ЕРЭ при невыдержанной общей радиоактивности;

высокая плотность разрывных нарушений (траектории транзита и локализации рудного вещества);

наличие источника оруденения (интрузии среднего-кислого состава), расположенного на оптимальном расстоянии (2–3 км);

тонкодисперсные углеродсодержащие вмещающие породы (ореолы урана).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кременецкий, А.А. Геолого-геохимические методы глубинного прогноза полезных ископаемых / А.А. Кременецкий, А.В. Липидус, В.Ю. Скрябин. — М.: Наука, 1990. — С. 59–137.
2. Пустозеров, М.Г. Применение геофизических методов при поисках золоторудных объектов в черносланцевых толщах на Енисейском крае / М.Г. Пустозеров // Геология и полезные ископаемые Красноярского края. — Красноярск: КНИИГИМС, 1999 — С. 224–230.
3. Пустозеров, М.Г. Современные геофизические технологии при золотопроисловых работах в ЗАО «Полюс» / М.Г. Пустозеров // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 1. — С. 37–43.

© Пустозеров М.Г., Дидичин Г.Я., 2017

Пустозеров Максим Григорьевич // mpustozerov@yandex.ru
Дидичин Геннадий Яковлевич // sgf24@bk.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 556.34: 553.261

Вилор Н.В.¹, Бадминов П.С.², Будяк А.Е.¹, Паршин А.В.¹, Давыденко Ю.А.³, Шкиря М.С.³, Вилор М.А.⁴ (1 — ИГХ СО РАН, ИрНТУ, 2 — ИЗК СО РАН, 3 — ИрНТУ, 4 — ИГ СО РАН)

ПОИСКИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЮЖНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

При актуальности альтернативной энергетики проводятся поиски доступных геотермальных ресурсов в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории, в южном Прибайкалье Иркутской области. Запасы геотермальных ресурсов, связанные с подземными резервуарами термальных вод, контролируются структурами пересечения крупных региональных сейсмоактивных разломов с поперечными сбросами. В Мурынско-Выдринской депрессии с применением комплекса геологических, геохимических и геофизических методов выделен подземный геотермальный резервуар. **Ключевые слова:** подземные воды, импульсная электроразведка, тепловая космическая съемка, Прибайкалье.

Vilor N.V., Badminov P.S., Budyak A.E., Parshin A.V., Davidenko Yu.A., Shkirya M.S., Vilor M.A. (1 — IHC SB RAS, IrNITU, 2 — ISK SB RAS, 3 — IrNITU, 4 — IG SB RAS)

RESEARCHES OF GEOTHERMAL RESOURCES IN SOUTHERN PART OF BAIKAL REGION BY COMPLEX USE OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL METHODS

Researches of geothermal resources are conducted in Central ecological zone of Baikal natural territory in southern part of Baikal region of Irkutsk region because the alternative power

sources utilization problem is urgent and valid. Reserves of geothermal resources as reservoirs of underground thermal waters are controlled by structures of crossing of large regional seismoactive faults with transversal faults. The underground geothermal reservoir was detected by use complex of geological, geochemical and geophysics methods in Murino-Vidrin depression. **Keywords:** underground waters, impulse electrical survey, heat flow, Baikal region.

Центральная экологическая зона Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) находится в Байкальском регионе, имеющем статус объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО. На территории Иркутской области в южной части оз. Байкал кроме возрастающих площадей дачных хозяйств расположены города Слюдянка, Байкальск и поселки городского типа Выдрино, Танхой, испытывающие дефицит тепло- и энергоснабжения. Способы теплогенерации из-за экологических ограничений и экономических издержек при особом статусе ЦЭЗ БПТ ориентированы в долгосрочном плане на замену углеводородного топлива экологически чистой геотермальной тепловой энергией, неисчерпаемыми ресурсами которой располагает Байкальская рифтовая зона (БРЗ). Геотермальные ресурсы (ГР) БРЗ характеризуются тепловым потенциалом, достаточным для теплоснабжения крупных административных, производственных и рекреационных объектов. Технико-экономические расчеты обосновывают экономическую выгоду такой замены, целесообразную с точки зрения эффективности и энергосбережения [11].

В Байкальском регионе [7–9] изучены месторождения природных термальных вод с неисчерпаемым потенциалом прогнозных геотермальных ресурсов. Поэтому актуальность использования их как альтернативных источников энергии стимулирует поиски ГР

в южном Прибайкалье Иркутской области. Аномальные глубинные температуры в структуре БРЗ обусловлены повышенным тепловым потоком по главным структурным элементам его распределения. Это — крупные региональные сейсмо- и термоактивные разломы [9, 10]. Установлено 44 термоактивных разлома, а на 28 разломах зафиксировано повышение поверхностного теплового потока. Региональный тепловой поток БРЗ превышает 60 мВт/м². В южном Прибайкалье он составляет 40 и более мВт/м² [9]. Данная статья содержит результаты предварительной оценки ГР в южной части ЦЭЗ БПТ, полученной при помощи тепловой космической съемки ТКС [4], геолого-геохимических, геофизических методов с прогнозом потенциала ГР для прибрежного района юга оз. Байкал от г. Слюдянка до пос. Выдрино.

Методика ТКС [4] для изучения интенсивности уходящего поверхностного инфракрасного (ИК) излучения термоактивных тектонических разломов предусматривает использование сенсорных изображений поверхности с искусственных спутников (ИС) Земли NOAA и TERRA-EOS по тепловым каналам 8 и 10–11 мкм от радиометров AVHRR и MODIS. Рассчитанный поверхностный тепловой поток F с размерностью мВт соответствует эффективному тепловому излучению поверхности разломов, в котором методом баланса выделены компоненты, соответствующие тепловым потокам: почв и грунтов — $F_{гр}$, конденсации водяного пара — $F_{конд}$, окисления почвенно-грунтовых газов — $F_{фх}$, доли тепла из верхней коры — $F_{гл}$ и вклада лесных экосистем в гумидных областях — $F_{эс}$. Доля глубинной компоненты $F_{гл}$ определена как разность:

$$F_{гл} = F - (F_{гр} + F_k + F_{фх} + F_{эс}). \quad (1)$$

На разломах с повышенной интенсивностью поверхностного ИК излучения рассчитаны доли кондуктивной $F_{конд}$ и конвективной $F_{конв}$ составляющих потока [2].

Геофизические измерения для поисков скрытого геотермального резервуара проведены методом ЗСБ-МПП (зондирование становлением поля ближней зоны в

варианте метода переходных процессов) и ЭМЗ ВП (электромагнитное зондирование и вызванная поляризация) [5] с использованием цифровой электроразведочной станции FastSnap (производства НПК «СибГеоСистемы», г. Новосибирск). Инверсия данных зонди-

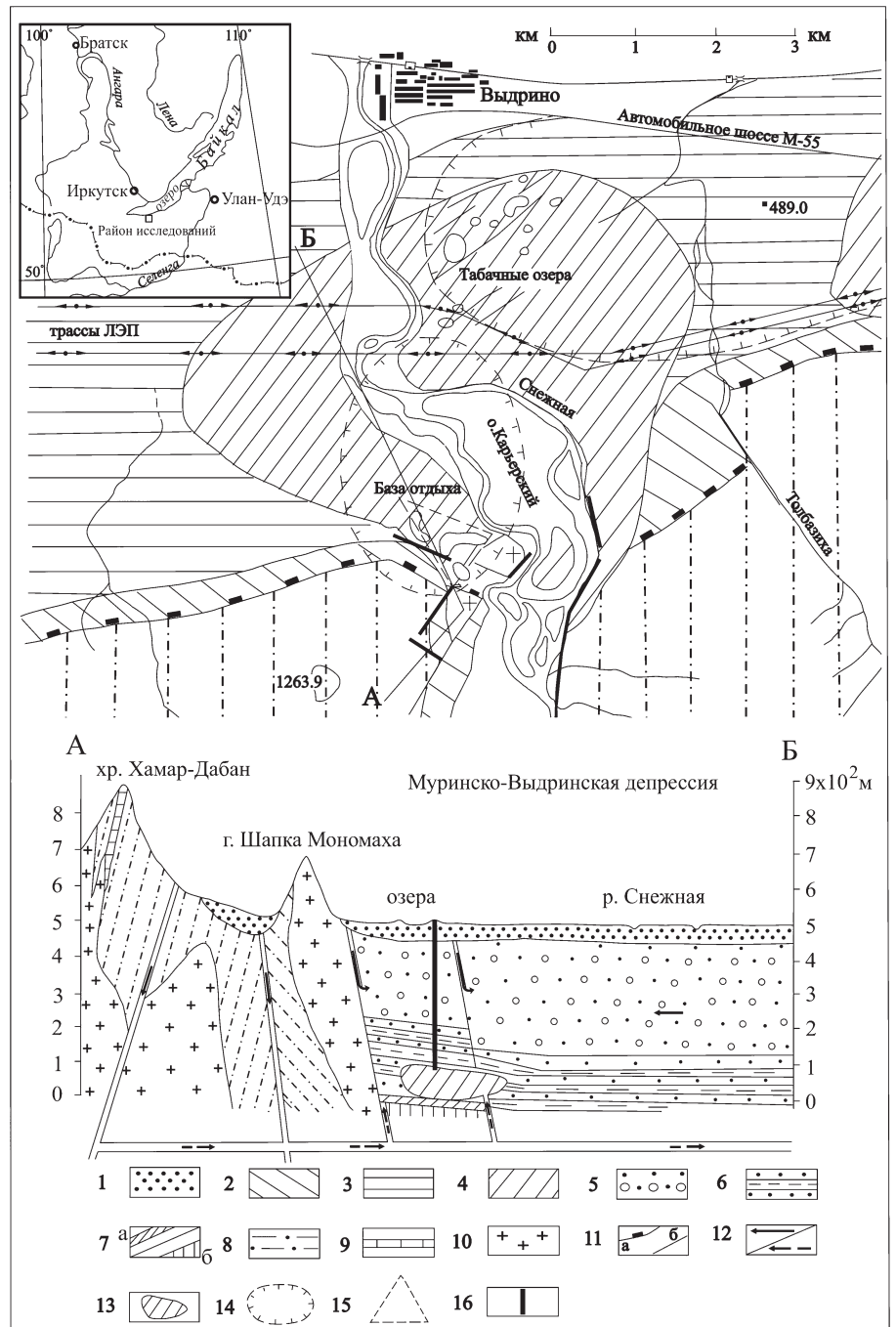


Рис. 1. Геологическая схема краевой части Муринско-Выдринской депрессии и геологический разрез по линии А-Б: 1 — отложения голоцена; 2 — делювий, суглинки, суглинки с гравием и дресвой; 3 — переотложенный флювиогляциальный валунно-галечно-глинистый материал (флювиогляциал); 4 — ледниковые отложения, морена; 5 — шанхайская свита, мелкогалечные галечники, пески; 6 — танхойская свита, тонкослоистые пески, алевролиты, угленосные отложения; 7 — мел-палеогеновые отложения: а — кора выветривания, б — фундамент; 8 — верхний рифей, хамар-дабанская серия, корниловская свита, гнейсы, мигматиты; 9 — слои мраморов; 10 — хамар-дабанский интрузивный комплекс, граниты, пегматиты; 11 — разломы: а — ЮБР, б — сопутствующие сбросы; 12 — направление гидравлического напора; 13 — предполагаемое расположение геотермального резервуара; 14 — повышенные температуры грунтов; 15 — участок поисков геотермального резервуара; 16 — рекомендуемая поисковая буровая скважина

рования обоих методов выполнена в программном комплексе ПК MARS 1D. На кривых ЭМЗ ВП она выполнялась в рамках одномерной поляризуемой модели. Программа MARS 1D предназначена для автоматической и полуавтоматической интерпретации профильных данных электромагнитных зондирований в рамках одномерной модели. Для учета частотной дисперсии используется зависимость Коула-Коула (Cole-Cole) при вычислении поляризационных характеристик разреза [5]. Обратная задача решалась на оригинальном наборе алгоритмов минимизации с устойчиво определяемым положением глобального минимума в многомерном признаковом пространстве при высокой скорости выбора вариантов. На основе 6-слойной модели по принятой стратиграфической схеме рассчитан геоэлектрический разрез до глубины 600 м.

Геохимическими методами изучена подвижность рудных химических элементов как геоиндикаторов исследуемой приразломной зоны с геотермальным резервуаром в поверхностных отложениях [2]. Покровные образования опробованы по системе профилей с отбором образцов в почвах, подпочвенных грунтах и коренных породах. В озерных отложениях образцы получены из мелких скважин глубиной до 1,2 м. Сорбционно-активные фракции почв и грунтов — 0.1 мм — изучены оптическим, эмиссионным, спектральным, атомно-абсорбционным и РФА методами в аттестованных лабораториях ИГХ СО РАН. Водоемы и источники опробованы на общий химический анализ, установлены содержания Hg. Концентрации рудных элементов-микропримесей в воде определены методом ICP MS. Полевые геологоструктурные наблюдения сопровождались изучением дополнительных материалов радарной съемки поверхности ИС ALOS-Palsar и COSMO-SkyMed.

Геологическое строение Муринско-Выдринской депрессии (МВД)

Расположение большинства месторождений термальных вод БРЗ ассоциировано с приразломными аномалиями поверхностного уходящего ИК излучения протяженностью до 100 км и более. Региональная Тункино-Байкальская аномалия ИК излучения, объединяющая выходы крупных Южно-Тункинского, Главного Саянского и Южно-Байкальского разломов (ЮБР) [2] включает район поисков ГР с привлечением ТКС и наземных методов. Субаквальный разлом-сброс Черского с аномально повышенным донным тепловым потоком [3] ограничивает с севера краевую наземную часть южной впадины оз. Байкал, Муринско-Выдринскую депрессию (МВД), перспективную на формирование подземного геотермального месторождения.

В депрессии шириной до 13 км на южном контуре пологоступенчатая прибрежная холмистая равнина соединяется с крутым тектогенным склоном передового хребта горной системы Хамар-Дабана (рис. 1). Край депрессии ограничен сместителем регионально-сейсмоактивного ЮБР с субширотным простиранием. Геологическая структура депрессии сформирована литологическими формациями: кайнозойской континентальной в осадочном чехле, верхнерифейской метаморфической в фундаменте и массиве Хамар-Дабана. Их разделяет мел-палеогеновая кора выветривания предбайкальского пенеплена.

Тектоническая структура краевой части депрессии сформирована пересечениями ЮБР Снежинским и сопутствующими сбросами (рис. 1), которые создают блоковую структуру эоплейстоцен-неогеновой осадочной формации. Современная сейсмическая активность выражена сбросовыми сейсмодислокациями на северной границе Южно-Байкальской сейсмической зоны с эпицентрами 9-балльных землетрясений по шкале MSK-64 [12].

Геолого-геофизическая ситуация расположения геотермального резервуара

Измеряемым параметром термоактивности ЮБР является интенсивность уходящего поверхностного ИК излучения на северном контуре области сейсмической активности разлома (рис. 2 А). Центральная термозона с наибольшим потоком ИК излучения, располагаясь в основании хребта Хамар-Дабан и на его передовом склоне, экспонирует выход сместителя ЮБР на поверхность. В распределении измеренных наземных подспутниковых местных повышений температуры грунта на графике зависимости температура t , °C от глубина h , м обособляется группа точек с трендом:

$$t = 13.567 h^{-0.1638}, \quad (2)$$

статистически выделяющая локальное увеличение грунтовой температуры в 2 точках на границе центральной термозоны и в 17 точках термомаксимума между рр. Снежная и Осиновка (рис. 2 Б).

Таблица 1
Геоэлектрические параметры модели

№ слоя	Литология слоя	Пределы/принятые значения ρ , Ом·м	η , %	τ , с	c	H , м
1	Глыбово-обломочный валунник, супеси, суглинки	90–2000/1000	60	0.01	0.5	80
2	Галечники, пески	80–500/250	30	0.01	0.5	150
3	Глинистые слоистые пески, слабо угленосные суглинки	10–50/50	10	0.01	0.5	250–300
4	Мелковалунные галечники, грубозернистые пески	5–800/500	20	0.01	0.5	50
5	Гранат-биотитовые гнейсы, слабо графитизированные	100–3000/1000	50	0.01	0.5	200
6	Гнейсы с рассеянной вкрапленностью пирротина	50–1500/200	80	0.01	0.5	200

Примечание: c — показатель степени в формуле Коула-Коула (Cole-Cole) [5], H - мощность слоя.

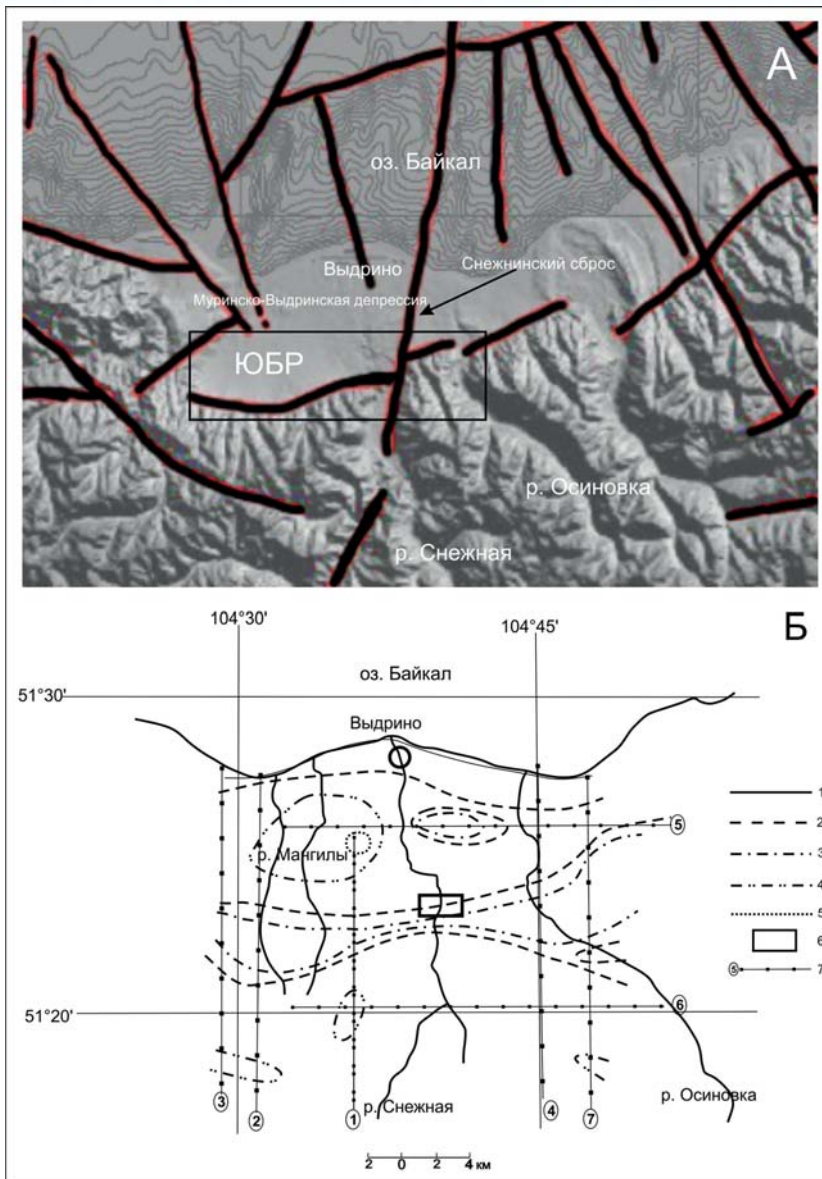


Рис. 2. Схема распределения ярких температур аномального инфракрасного поверхностного излучения Южно-Байкальского регионального разлома на южном контуре Мурынско-Выдринской депрессии. Рассчитано по данным ИС EOS. А — структура разломов депрессии по [10]; прямоугольник — участок проведенных исследований; Б — изотермы яркостной температуры К, ноябрь 2012 г. Изотермы: 1 — 270, 2 — 252, 3 — 253, 4 — 240, 5 — 239; новейшие сейсмодислокации: 5 — северная граница сейсмоактивной зоны; 6 — участок проведения поисков геотермального резервуара методом ЗСБ-МПП, ЭМЗ ВП; 7 — профили измерения интенсивности уходящего поверхностного ИК излучения, цифры в кружках — номера профилей

В подземных водах зоны разлома установлены повышенные концентрации В, Hg, As с увеличением содержания петрогенных элементов — Li, Al, F, Ba и подвижных рудных элементов — Be, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Ge, As, Ag, Cd, Tl, Pb и W. Приток из зоны разлома десятикратно увеличивает концентрации Mn, Be, As и более чем двукратно Cd, Co, Sb, Bi, Tl, F, а в донных илах — As, Hg, Cl, Br. В приразломных грунтах увеличены содержания Hg, As и В при повышении концентраций Pb, Zn, в торфах — концентраций Cu, Hg, Tl и в донных илах — В, Pb, Sn и S.

Для физико-геологической модели горизонтально слоистой среды осадочного чехла и верхней части

фундамента МВД использованы значения удельного электрического сопротивления (УЭС) по литологическим разновидностям разреза (табл. 1). Геоэлектрические параметры модели включают УЭС (ρ , Ом·м), поляризуемость (η , %) и время релаксации (τ , с). С применением их и базы данных в ПК MARS 1D получены послойные геоэлектрические разрезы до глубины 600 м.

Горизонт с сопротивлениями в пределах 0–20 Ом·м на глубинах от 200 до 400 м содержит локальные понижения УЭС до 10–6 Ом·м на СЗ и ЮВ краях профилей измерения (рис. 3). Он перекрыт высокоомными галечниками и мореной с флювиогляциальным материалом. В юго-восточной части разреза на глубине 300 — 400 м расположен блок пород протяженностью до 300 м с УЭС от 20 до 6 Ом·м и ниже с поляризуемостью менее 20–10 %. С 400 м в фундаменте чередуются блоки с $\rho = 3000–4000$ Ом·м и более проводящие, в которых $\rho = 60–100$ Ом·м при значительном снижении поляризуемости. Двухсотметровый интервал разреза с минимальными значениями ρ и η обусловлен обводнением неогеновых отложений и образованием трещинного подземного геотермального резервуара в приразломной зоне. «Островное» снижение поляризуемости в подморенных галечниках с УЭС около 600–700 Ом·м обусловлено дискретным присутствием линз пресных грунтовых вод.

Локализация подземного месторождения термальных вод

В тектонически активной зоне района исследований глубинные термальные воды залегают в области трещиноватости пород северо-восточного простирания, сопутствующей пересечению субмеридионального Снежинского сброса со сместителем сейсмо- и термоактивного ЮБР (рис. 2 А–Б). В районе локализации подземного термального резервуара ширина центральной термозоны сужается до 1–2 км при увеличении плотности уходящего теплового потока до его удельной мощности 14.435 кВт/км². На фронте центральной термозоны (рис. 2 Б) температуры грунтов на глубине 1 м статистически значимо превышают на 3.5–4 °С температуры фона в предгорной равнине.

Зависимость логарифма контрастности уходящего поверхностного ИК потока $\lg K_{нт}$, Вт/км на термомаксимуме, равному отношению мощности потока к ширине экстремума от сейсмичности Sm , балл, по шкале MSK-64 [12] выражается корреляционным уравнением:

$$\lg K_{нт} = -0.0504 Sm^2 + 0.8357 Sm - 6.6196. \quad (3)$$

Увеличение сейсмоактивности как функции тектонической нагрузки на данном участке сместителя ЮБР повышает интенсивность уходящего поверхностного ИК потока до 371 мВт и проявление сопутствующих геохимических потоков As, Tl и Hg до 2.273, 0.275 и 0.007 кг·км²/год соответственно. Аномальные термо- и геохимические индикаторы присутствуют как поверхностное проявление подземного геотермального резервуара, локализованного в низах неогеновой осадочной толщи на границе с фундаментом.

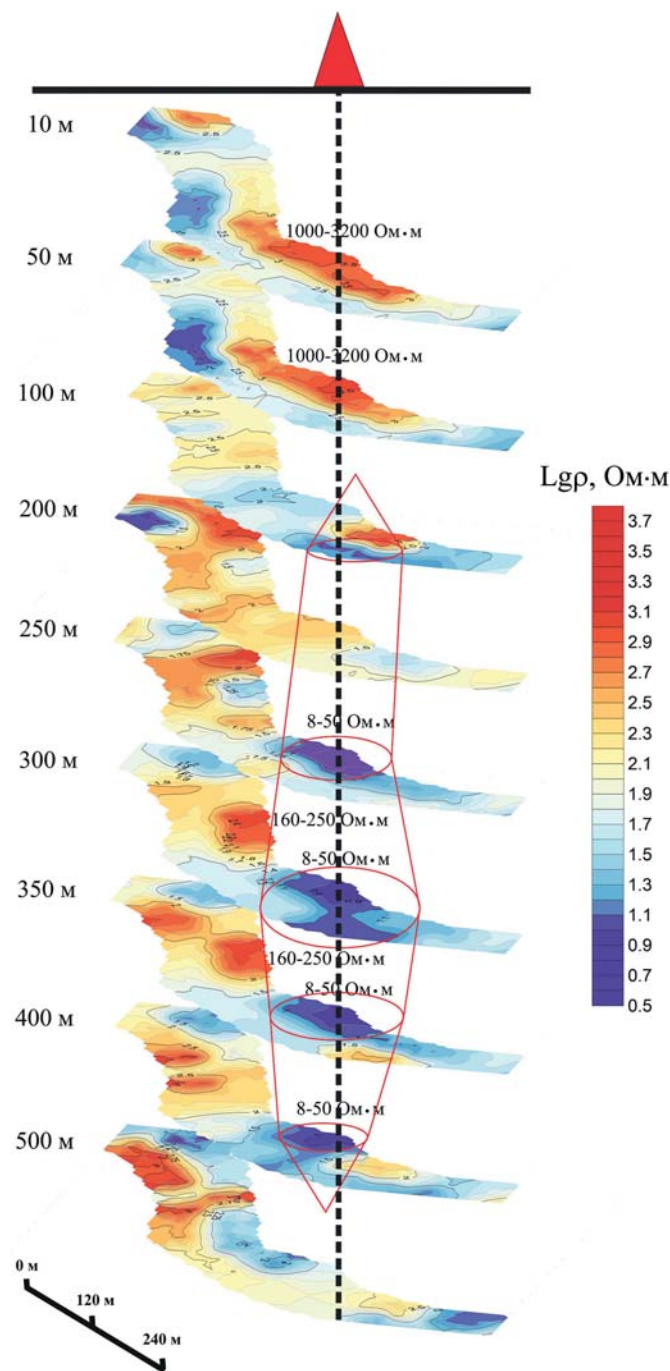


Рис. 3. Распределение УЭС по глубине в разрезе на участке поисков и пространственное расположение геотермального резервуара. Пунктиром указан ствол рекомендуемой поисковой буровой скважины

По распределению значений УЭС (рис. 3) в структуре резервуара выделяется зона увлажнения ($\rho \leq 20$ Ом·м) с кровлей на глубине около 150 м и более проводящая зона обводнения ($\rho \leq 8 \div 50$ Ом·м) в интервале глубин 275–500 м. К северо-западу располагается меньший по размерам объем проводящих пород. В кровле гнейсогранитного фундамента при глубине более 450 м проявляется соседний блок низких УЭС. Геоэлектрические свойства высокопроводящих блоков обусловлены минерализацией и температурой подземных вод в породах с повышенной трещиноватостью. Параметры измерений — ρ , η и τ — также отображают структурно неоднородный гнейсовый фундамент с зонами обводнения. Глубинная часть разреза неогена с низким УЭС, залегающая под моренным холмом (рис. 1 Б), является трещинно-поровым коллектором, вмещающим приразломные подземные геотермальные воды. «Корневая» часть резервуара проникает в трещиноватый фундамент на 200–300 м. Зона увлажнения в кровле геотермального резервуара залегает на глубине около 175 м, а блок водных запасов с $\rho \leq 8 \div 50$ Ом·м располагается ниже 250 м с вертикальной протяженностью до 420–430 м. Прослеживаемая часть резервуара пространственно аппроксимируется как цилиндр с эллипсоидным сечением средним диаметром 121 ± 15.6 м и объемом 853125 м³.

Прогнозируемый коэффициент пористости обводненного блока рассчитан по соотношению с параметром пористости (P_n) [6]:

$$P_n = \rho_{вп} / \rho_v, \quad (4)$$

где $\rho_{вп}$ — сопротивление обводненной породы, ρ_v — сопротивление минерализованной воды.

УЭС минерализованных вод, рассчитанное по измерениям на минераловодных объектах ЦЭЗ и буферной зоны БТП [2], равно 1.59 ± 0.143 Ом·м. Среднее сопротивление пород в зоне обводнения соответствует 7.94 Ом·м ($\lg \rho = 0.9$). Полученный параметр пористости $P_n = 7,943/1,591 = 4,9924 \approx 5$. Для цементированных песчаных коллекторов коэффициент пористости k [6] в породах геотермального резервуара равен 36 %. Прогнозные показатели энергетического потенциала геотермального резервуара (табл. 2) рассчитаны с при-

Таблица 2
Прогнозируемый водный и тепловой потенциал геотермального резервуара

Показатель	Значение
Водный объем при коэффициенте пористости 36 %, м ³	848953
Водный запас, т	865933
Ожидаемая температура t , °С	47 ± 12
Ожидаемый дебит D , л/с	8.6 ± 4.5
Рассчитанное теплосодержание, ГДж	99.184
Рассчитанная тепловая мощность, ГВт·ч	3.546
Ожидаемый состав термальных вод	Азотные, гидрокарбонатно-натриевые

влечением средних температур и дебитов термальных вод на месторождениях восточного побережья оз. Байкал по аналогии с гидротермами Усть-Селенгинского артезианского бассейна [1]. Хотя приведенные прогнозные запасы соответствуют кат. Р₃, они тем не менее учитывают гидрогеологический и энергетический ресурсный потенциал исследованной территории.

Заключение

Термальные воды по южной периферии Байкальской впадины формируются на глубинах 2.4–5.2 км [3]. Выше в разрезе четвертичных отложений холодные пресные грунтовые воды приурочены к локальным линзам пористых пород в горизонтах с высоким ρ , но имеющих малую поляризацию η . Запасы водных геотермальных ресурсов контролируются структурами пересечения крупных региональных сейсмо- и термоактивных разломов с сопутствующими поперечными сбросами. Электромагнитные исследования, проведенные методом ЗСБ — МПП на месторождении термальных вод «Сухая» [1], установили совмещение положения местного геотермального резервуара с локальной зоной минимальных УЭС. В структурно-литологической ситуации Мурино-Выдринской депрессии при комплексном объединении геолого-структурного, геохимического и электромагнитного методов ЗСБ — МПП, ЭМЗ ВП и ТКС выявлен блок с прогнозируемыми запасами подземного геотермального месторождения. Исследования актуальны и экономически оправданы вследствие востребованности геотермальных ресурсов при развитии энергетической инфраструктуры южного Прибайкалья Иркутской области и привлечения их для целей бальнеологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадминов, П.С. Перспективы поисков термальных вод в Усть-Селенгинском артезианском бассейне / П.С. Бадминов, А.В. Миромапов, А.И. Оргильянов и др. / Подземная гидросфера. — Иркутск, Изд-во «ООО Географ», 2012. — С. 285–288.

2. Вилор, Н.В. Геохимия сейсмоактивных региональных разломов (Байкальская рифтовая зона, Восточная Сибирь) / Н.В. Вилор, Л.Д. Андрулайтис, О.В. Зарубина и др. // Геохимия. — 2015. — № 1. — С. 64–82.
3. Голубев, В.А. Кондуктивный и конвективный вынос тепла в Байкальской рифтовой зоне / В.А. Голубев. — Новосибирск: Изд-во «Гео», 2007. — 224 с.
4. Горный, В.И. Тепловая аэрокосмическая съемка / В.И. Горный, Б.В. Шилин, Г.И. Ясинский. — М.: Недра. 1993. — 128 с.
5. Давыденко, Ю.А. Перспективы использования индукционной составляющей переходного процесса в традиционных методах постоянного тока / Ю.А. Давыденко // XIV Уральская молодежная научная школа по геофизике: Сб. научных материалов. — Пермь: ГИ УрО РАН, 2013. — С. 74–83.
6. Дахнов, В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород / В.Н. Дахнов. — М.: Недра, 1975. — 343 с.
7. Кустов, Ю.И. Термальные воды юга Восточной Сибири / Ю.И. Кустов, С.В. Лысак // Геология и геофизика. — 2000. — Т. 41. — № 6. — С. 880 — 895.
8. Ломоносов, И.С. Минеральные воды Прибайкалья / И.С. Ломоносов, Ю.А. Кустов, Е.В. Пиннекер. — Иркутск, Вост.-Сиб. книжн. изд-во, 1977. — 223 с.
9. Лысак, С.В. Тепловой поток в зонах активных разломов на юге Восточной Сибири / С.В. Лысак // Геология и геофизика. — 2002. — Т. 43 -. № 8. — С. 791–803.
10. Лунина, О.В. Новая электронная карта активных разломов юга Восточной Сибири / О.В. Лунина, А.С. Гладков, П.П. Шерстянкин // ДАН. — 2010. — Т. 411. — № 5. — С. 662–667.
11. Толстой, М.Ю. Экономические параметры геотермальной установки теплоснабжения на рекреационном объекте в охраняемой природной зоне / М.Ю. Толстой, Н.В. Вилор, А.В. Соболев, М.В. Мороз // Проблемы освоения минеральной базы Восточной Сибири. — Вып. 12. — Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2012. — С. 103–110.
12. Хромовских, В.С. Сейсмогеология южного Прибайкалья / В.С. Хромовских. — М.: Наука, 1965. — 122 с.

© Коллектив авторов, 2017

Вилор Николай Васильевич // vilor@igc.irk.ru
Бадминов Прокопий Сократович // prokop_sb@yandex.ru
Будяк Александр Евгеньевич // budyak@igc.irk.ru
Паршин Александр Вадимович // geophys@geoph.istu.ru
Давыденко Юрий Александрович // geophys@geo.istu.edu
Шкиря Михаил Сергеевич // geophys@geo.istu.edu
Вилор Михаил Александрович // mvilor@yandex.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК (696.6+628.9 622.143)(075.8)

Башкуров А.Ю., Башкурова Т.А. (МГРИ-РГГРУ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАВНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА

В работе рассмотрена возможность использования частотно-регулируемого электропривода переменного тока буровых механизмов для более экономичного потребления энергетических ресурсов, что является актуальной научной задачей. **Ключевые слова:** частотно-регулируемый привод, мощность бурового станка.

Bashkurov A.Yu., Bashkurova T.A. (MGRI-RGGRU)
IMPROVING THE EFFICIENCY OF DRILLING THROUGH THE USE OF SMOOTHLY-VARIABLE SPEED DRIVE

The paper discusses the possibility of using frequency-regulated electric drive AC drilling mechanisms for the more economical consumption of energy resources that is an actual scientific problem. **Keywords:** variable frequency drive, power drill.

Буровые работы проводились на Октябрьском медноколчеданном месторождении, которое расположено в 2,5 км северо-западнее с. Макан Хайбуллинского района Республики Башкортостан и стоит на балансе Бурибаевского горно-обогатительного комбината