



УДК 550.831: 551.22

**МОРФОЛОГИЯ ПЛОТНОСТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ
УЛАН-БАТОРСКОГО РАЙОНА (МОНГОЛИЯ) ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ**© **Б. Буянтогтох¹, Е.Х. Турутанов², Н. Арвисбаатар³**¹Центр астрономии и геофизики МАН,
Р.О.-788, Ulanbaatar-210613, Mongolia.²Иркутский государственный технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.²Институт земной коры СО РАН,
664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128.³Национальный университет Монголии,
Р.О. Вох-46а/201, Ulaanbaatar-210646, Mongolia.

По результатам площадной гравиметрической съемки среднего масштаба, выполненной на территории Улан-Баторского района (Центральная Монголия), получена карта аномалий силы тяжести в редукции Буге. На основе интерпретации результатов среднемасштабной гравиметрической съемки Улан-Баторского района построены модели крупнейших плотностных неоднородностей района – Улан-Баторской впадины и Богдоулинского гранитного массива. Установлено, что фундамент депрессии имеет блоковое строение и осложнен двумя котловинами. Мощность осадочных отложений в западной котловине составляет около 150 м, в восточной может достигать 300 м. Толщина гранитоидов Богдоулинского массива достигает 4,5 км. Сведения о форме и размерах этих неоднородностей могут быть использованы при инженерно-сейсмологических работах по уточнению сейсмической опасности отдельных участков города Улан-Батора.

Ключевые слова: аномалия силы тяжести; осадочные отложения; гранитный массив.

**MORPHOLOGY OF EARTH CRUST DENSITY INHOMOGENEITY IN THE ULAANBAATAR REGION (MONGOLIA)
BY GRAVITY DATA****B. Buyantogtoh, E. Kh. Turutanov, N. Arvisbaatar**Center of Astronomy and Geophysics MAN,
P.O.-788, Ulanbaatar-210613, Mongolia.Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.Institute of the Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk, 664033, Russia.National University of Mongolia,
P.O. Box-46a/201, Ulaanbaatar-210646, Mongolia.

According to the results of a medium scale areal gravity survey, performed on the territory of the Ulaanbaatar region (Central Mongolia) a map of gravity anomalies in Bouguer reduction has been obtained. The models of the largest density inhomogeneity in the area – Ulaanbaatar depression and Bogdoulinsky granite massif – are built on the basis of the result interpretation of the medium scale gravity survey of the Ulaanbaatar region. It is found that the depression foundation has a block structure and is complicated by two basins. The thickness of sedimentary deposits in the western basin is about 150 m, while in the eastern basin it can reach 300 m. The thickness of Bogdoulinsky massif granitoids reaches 4.5 km. Information about the shape and size of these inhomogeneities can be used in engineering and seismic works in order to specify the seismic hazard of some parts of the city of Ulaanbaatar.

Keywords: gravity anomaly; sedimentary deposits; granite massif.

¹Буянтогтох Базарин, аспирант, научный сотрудник, тел.: (97611) 458024, e-mail: bazaryn_b@rcag.url.mn, bazaryn_b@yahoo.com

Buyantogtoh Bazarin, Postgraduate, Researcher, tel.: (97611) 458024, e-mail: bazaryn_b@rcag.url.mn, bazaryn_b@yahoo.com

²Турутанов Евгений Хрисанфович, кандидат геолого-минералогических наук, зав. лабораторией комплексной геофизики Института земной коры СО РАН, доцент Института недропользования НИ ИрГТУ, тел.: (3952) 428792, 89086611976, e-mail: tur@crust.irk.ru

Turutanov Evgeny, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Head of the Laboratory of Complex Geophysics at the Institute of the Earth's Crust SB RAS, Associate Professor of the Institute of Subsoil Use NR ISTU, tel.: (3952) 428792, 89086611976, e-mail: tur@crust.irk.ru

³Арвисбаатар Наваанчимидийн, кандидат геолого-минералогических наук, профессор Института физики и электроники, тел.: (976) 99859278, e-mail: arvis@num.edu.mn

Arvisbaatar Navaanchimidiin, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Professor of the Institute of Physics and Electronics, tel.: (976) 99859278, e-mail: arvis@num.edu.mn



Введение

Горстовая блоковая структура гранитоидов массива Богдоул, как и Улан-Баторская впадина, расположены в краевой части Хэнтэйского нагорья Хангай-Хэнтэйского поднятия [4, 6, 11] Монголо-Забайкальской (Хангай-Хэнтэйской) складчатой системы Центральной Монголии. Улан-Баторская впадина и Богдоулинский гранитный массив, частично расположенные в пределах мегаполиса Улан-Батор, являются крупнейшими плотностными неоднородностями земной коры исследуемого района, и изучение их формы и размеров может помочь в уточнении уровня сейсмичности этой территории.

Выделение аномалий силы тяжести и их интерпретация

Массивы кислых интрузивных пород отражаются в гравитационном поле отрицательными локальными аномалиями [15]. Последние иногда близки к изометричным, но чаще являются линейно-вытянутыми, так как интрузивные тела обычно располагаются вдоль контролирующих их разломов. Отрицательные аномалии сходной интенсивности в рассматриваемых районах наблюдаются также и над позднемезозойскими впадинами, заполненными кластическими континентальными отложениями верхней юры – нижнего мела. Для определения природы отрицательных локальных аномалий необходимо сопоставлять гравитационное поле с геологическими данными. Если денудационный срез глубок и выходы гранитов соответствуют общей площади кровли плутона или ее значительной части, то изоаномалы гравитационного поля приблизительно согласуются с контурами массива, выявленными в процессе геологического картирования. Если тело кислых интрузивных пород не имеет выходов на поверхность, «гранитную» природу аномалий можно установить с той или иной достоверностью, исключая возможность ее соответствия другим перечисленным выше объектам. При этом необходимо использовать всю информацию, содержащуюся в геологических картах [15].

Минимумы, наблюдаемые над депрессиями, измеримы с ними по ширине. При взаимном положении таких аномалий разделить их невозможно. Однако совместный анализ гравиметрических и геологических карт показывает, что подобное наложение бывает сравнительно редко. Чаще встречается такая ситуация, когда минимумы, связанные с гранитами, осложнены региональным фоном, который создается особенностями глубинной структуры и плотностными неоднородностями вмещающих пород. Аномалии регионального фона более широки и пологи в сравнении с «гранитными». Поэтому предположение о линейном изменении регионального фона по коротким профилям, секущим интересующие нас гравитационные минимумы поперек их вытянутости, видимо, не вызовет больших погрешностей [15]. При интерпретации регионального фона определялся для каждого поперечного профиля отдельно как прямая наклонная линия, асимптотически приближающаяся к пологим участкам графика, которые наблюдаются на значительном удалении от центральных частей минимумов [13; 15]. В

нашем случае региональный фон определялся как плавная кривая, проходящая через его значения в точках пересечения продольного профиля с поперечными. Система взаимно увязанных таким способом профилей использована для построения схемы локальных аномалий силы тяжести, связанных с осадочными отложениями как Улан-Баторской впадины, так и гранитами Богдоулинского массива.

Приближенное представление о форме и размерах гранитоидных интрузий можно получить методом подбора моделей, гравитационное влияние которых согласуется с выделенными аномалиями силы тяжести. Метод подбора заключается в последовательном построении ряда моделей и в решении прямой задачи гравиметрии для каждой из них. Подбор имеет смысл вести до того варианта, когда отличия влияния модели от наблюдаемой аномалии станут равными погрешностям съемок, либо меньше их [15]. Мы попытались подобрать по каждому сечению наиболее компактное распределение масс с минимальным количеством апофиз. По результатам интерпретации построена схема толщины массива. Линии равных глубин проведены путем интерполяции с учетом хода изоаномал на картах остаточных аномалий. Применение описанной выше методики не исключает возможности существенных искажений выделяемых локальных минимумов.

Улан-Баторская впадина

Для изучения внутренней структуры Улан-Баторской впадины использовались гравитационные аномалии в редукции Буге, полученные в результате проведения среднемасштабной площадной гравиметрической съемки, выполненной по стандартной методике с помощью гравиметров CG-5. Высоты пунктов наблюдения определялись приборами Trimble 5700 GPS. Площадь работ составила 574 км². Всего выставлено 1143 координатных пункта. Точность гравиметрических наблюдений составила $\pm 0,04$ мГал, погрешность вычисления высот составила $\pm 0,22$ м.

Количественное выделение локальных (остаточных) аномалий выполнялось по профилям в предположении о линейном изменении регионального фона. Линии регионального фона проводились как касательные к максимумам, окружающим депрессию, либо к участкам выполаживания графиков аномалий Буге [13, 15]. При этом точки касания были расположены в пределах полосы шириной 2–3 км, которая окружает с внешней стороны зону сплошного развития кайнозойских кластических отложений. При таком подходе соответствие выделяемого минимума аномалий силы тяжести линзам рыхлых осадков представляется наиболее правдоподобным [1, 15]. В отдельных местах возможно преувеличение мощности кайнозойских осадков, т.е. полученные при интерпретации оценки этого параметра нужно рассматривать как его максимально возможные значения.

Как видно из схемы аномалий силы тяжести в редукции Буге (с поправкой за гравитационное влияние рельефа в радиусе 200 км), в западной и центральной частях впадины наблюдаются минимумы силы тяжести разной интенсивности (рис. 1): невысокой (около 5



мГал) в западной и вдвое бóльшей – в центральной. Такой же характер гравитационного поля отмечается и на схеме локальных (остаточных) аномалий (рис. 2). Наблюдаемая заливообразная аномалия в западной части впадины располагается на площади сплошного развития речных отложений, и ее можно рассматривать как отражение увеличения мощности осадочных образований. Наиболее интенсивная аномалия силы тяжести изометричной формы в центральной части впадины может быть связана с линзами неогеновых и четвертичных отложений. Кайнозойские отложения

являются наименее плотными из всех геологических образований региона. Так как дополнительные сведения об их мощности почти отсутствуют, единственным критерием выделения локальных гравитационных минимумов, связанных с линзами этих отложений, является приуроченность указанных аномалий к площади впадины. Такая приуроченность характерна для Улан-Баторской впадины. Связь аномалий силы тяжести с осадками косвенно подтверждают и многочисленные буровые данные, полученные в долине реки Тола [3].

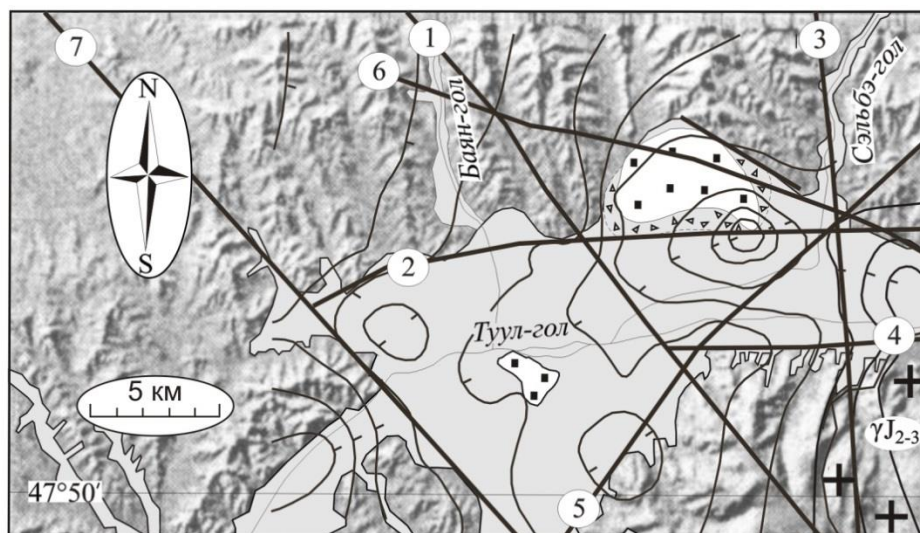


Рис. 1. Схема аномалий Буге Улан-Баторской впадины (по [16], в относительном уровне, сечение изоаномал через 2 мГал): 1 – четвертичные отложения; 2 – неогеновые отложения; 3 – пролювиальные отложения Q; 4 – докайнозойские породы фундамента; 5 – крупные разломы, выделенные по геологическим данным (названия разломов см. на рис. 9); 6 – гранитоиды Богдоулинского массива; 7 – изоаномалы силы тяжести, мГал

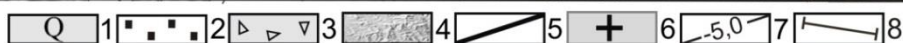
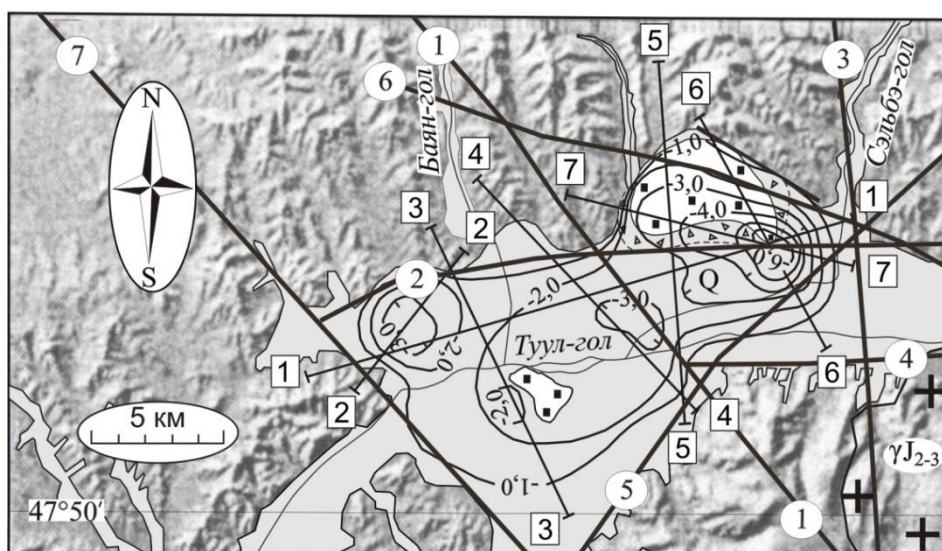


Рис. 2. Схема локальных аномалий Улан-Баторской впадины (по [16], в относительном уровне, сечение изоаномал через 1 мГал): 1 – четвертичные отложения; 2 – неогеновые отложения; 3 – пролювиальные отложения Q; 4 – докайнозойские породы фундамента; 5 – крупные разломы, выделенные по геологическим данным (названия разломов см. на рис. 9); 6 – гранитоиды Богдоулинского массива; 7 – изолинии локальных (остаточных) аномалий силы тяжести, мГал; 8 – интерпретационные профили.

Цифры в квадратах – номера профилей



Вмещающие впадину породы представлены в основном нижнекарбовыми песчаниками, сланцами и алевролитами. Величина плотности коренных пород, с учетом подстилающих их гранитоидов, принимается по [7, 8, 14, 15] и в среднем равна 2700 кг/м^3 . Средние значения плотностей осадков составляют соответственно $\sigma_0 = 2120 \text{ кг/м}^3$ [5, 14]. Зоны градиента изопакит предположительно интерпретировались как

разломы. Интерполяция глубинных профилей выполнена с учетом хода изоаномал силы тяжести.

Результаты интерпретации гравитационных аномалий, наблюдаемых в районе Улан-Баторской впадины, отражены на интерпретационных разрезах (рис. 3) и составленной на их основе структурной схеме депрессии (рис. 4).

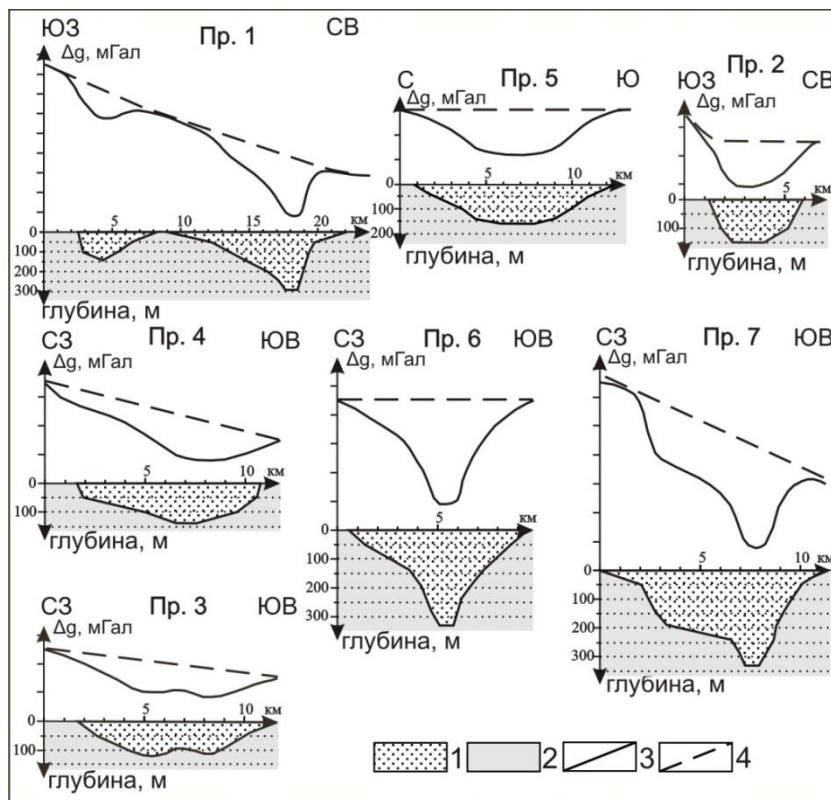


Рис. 3. Геолого-геофизические разрезы вдоль интерпретационных профилей Улан-Баторской впадины (по [16]): 1 – осадочные отложения; 2 – вмещающие породы; 3 – графики аномалий силы тяжести в редукции Буге; 4 – графики регионального фона

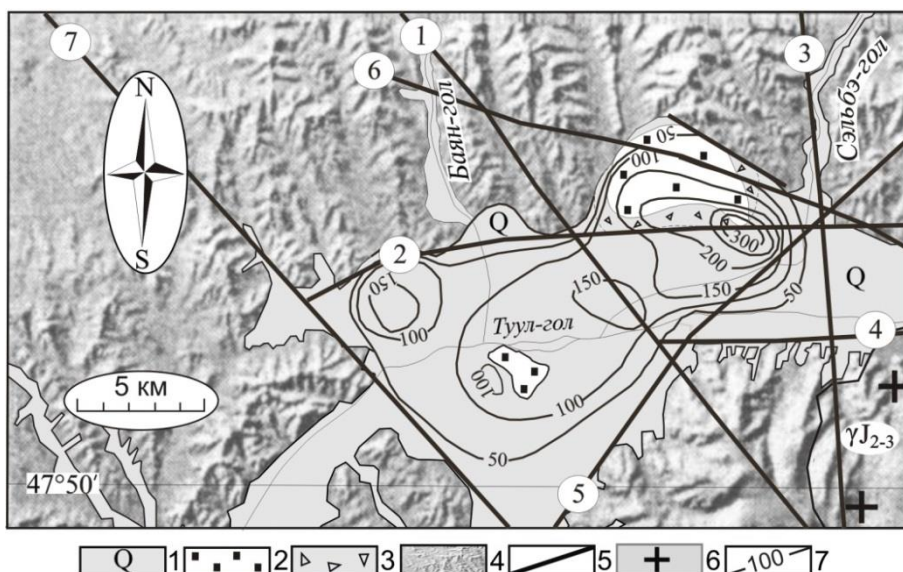


Рис. 4. Схема изопакит осадочных отложений Улан-Баторской впадины (по [16]): 1 – четвертичные отложения; 2 – неогеновые отложения; 3 – пролювиальные отложения Q; 4 – докайнозойские породы фундамента; 5 – крупные разломы, выделенные по геологическим данным (названия разломов см. на рис. 9); 6 – гранитоиды Богдоулинского массива; 7 – изопакиты осадочных отложений, м



Судя по интерпретационным разрезам (см. рис. 3) и схеме мощности осадочных отложений, Улан-Баторская впадина имеет сложное блоковое строение и по своей внутренней структуре разделяется на две основные части, представленные котловинами, длинные оси которых расположены под углом 90° друг к другу, с направлениями, совпадающими с простиранием разрывных нарушений, ограничивающих впадину с юго-запада, юга и северо-востока (см. рис. 1–4).

Структурная схема (см. рис. 4) дает общее представление о строении впадины и о глубине до кристаллического фундамента. В районах, где установлены крутые контакты осадков с вмещающими породами, предполагается наличие разрывных нарушений. На схеме показаны изопахиты кайнозойских отложений в Улан-Баторской впадине и разломы, выделенные по геологическим данным и частично отражающиеся в гравитационном поле.

Западная часть Улан-Баторской депрессии в своем юго-западном окончании ограничена зоной тектонических нарушений, установленных по геологическим данным. Здесь на основе гравиметрических исследований выявлена котловина в форме овала с размерами $4 \times 3,5$ км, толщина осадков в которой составляет около 150 метров. Большая ось ее ориентирована в северо-западном направлении вдоль западного борта впадины – вкрест простирания Улан-Баторской депрессии (согласно основному направлению простирания пород докайнозойского фундамента) и контролируется разломной структурой той же ориентировки. Можно полагать, что западный борт этой котловины является западным ограничением самой Улан-Баторской впадины.

Центральная часть Улан-Баторской впадины представляет собой вытянутую в северо-восточном направлении сложнопостроенную асимметричную структуру, состоящую из двух неодинаковых котловин, разделенных выходом фундамента на поверхность. Мощность осадочных отложений этих котловин убывает в направлении с северо-востока на юго-запад (в сторону выхода фундамента). Северо-восточная котловина (Сэльбинская), расположенная в устье р. Сэльбэ-гол, является самым крупным структурным элементом Улан-Баторской впадины. Она имеет форму овала с размерами 10×5 км, ее длинная ось направлена в северо-западном направлении и совпадает с направлением длинной оси западной котловины Улан-Баторской впадины. Восточное ограничение этой котловины, судя по геолого-геофизическим данным, контролируется разломом, проходящим по долине реки Сэльбэ-гол. Южный борт котловины на протяжении 5 км контролируется разломом, который далее к юго-западу меняет свое направление и в целом ограничивает всю центральную часть Улан-Баторской впадины (см. рис. 1, 4). Максимальная мощность отложений в этой структуре, по результатам интерпретации геолого-геофизических данных, составляет около 300 м. В состав осадочной толщи входят аллювиальные, аллювиально-пролювиальные и верхне-неоген-плиоценовые отложения (см. рис. 1, 2, 4). В пяти км к юго-западу от эпицентра мощности осадков расположен небольшой прогиб фундамента с разме-

рами в плане 3×2 км, мощность осадков в районе которого, судя по результатам интерпретации, составляет около 150 м. На крайнем юго-западном окончании центральной части Улан-Баторской впадины, в пяти км от этой мульды, наблюдается поднятие фундамента высотой около 50 м, которое является перемычкой, отделяющей упомянутую структуру от западной котловины.

К востоку от центральной котловины Улан-Баторской впадины (восточнее Сэльбинского разлома) оценка мощности рыхлых отложений по гравиметрическим данным затруднительна из-за сильного искажающего влияния Богдоулинского мезозойского гранитного массива, создающего, как и осадочные образования, интенсивную отрицательную аномалию силы тяжести. Здесь мощность осадочных отложений определена по данным электроразведочных и буровых работ [2, 3] и составляет, по-видимому, не более 30–40 м.

Богдоулинский гранитный массив

Для изучения глубинного строения Богдоулинского гранитного массива также использовались гравитационные аномалии в редукции Буге (рис. 5, 6). На площади 1150 км^2 с помощью гравиметра CG-5 выставлено 178 координатных пунктов наблюдения. Точность наблюдений составила $\pm 0,02$ мГал. Высоты пунктов определялись приборами Trimble 5700 GPS, точность этих измерений составила $\pm 0,35$ м.

На территории района исследований фиксируется цепочка из трех гравитационных минимумов силы тяжести, вытянутая в северо-западном направлении (см. рис. 5) в соответствии с простиранием крупных региональных разломов – Шижирбогдоулинского, Сэльбинского, Баянхошуунского и Хонхоринского (рис. 8, 9). Самая интенсивная аномалия наблюдается в районе Богдоулинского массива. Ее эпицентр практически совпадает с выходами гранитоидов (рис. 5). Эта аномалия осложнена минимумами высокого порядка, которые приурочены непосредственно к выходам гранитов на земную поверхность. Так как гравитационные минимумы второго порядка несколько смещены относительно выходов гранитов, можно полагать, что изменение мощности Богдоулинского массива происходит главным образом за счет неровностей подошвы плутона. К северо-западу от этой аномалии фиксируется следующий, сравнительно крупный, гравитационный минимум, наиболее интенсивная часть которого совпадает с выходами глин и галечников верхне-неоген-плиоценовых отложений Улан-Баторской впадины (см. рис. 1, 5). На юго-востоке, в 20-ти км от выходов гранитоидов, наблюдается третий интенсивный минимум силы тяжести, связанный с меловыми отложениями Зуунбаянской свиты (см. рис. 5), заполняющими Налайхскую котловину.

Схема локальных (остаточных) аномалий силы тяжести построена по четырем интерпретационным профилям (см. рис. 6). Интенсивность локальных отрицательных аномалий в районе Богдоулинского массива доходит до 18–20 мГал. Результаты интерпретации локальных гравитационных аномалий вдоль профилей отражены на интерпретационных разрезах (рис. 7) и составленной на их основе схеме мощности гранитоидов Богдоулинского массива (рис. 8).

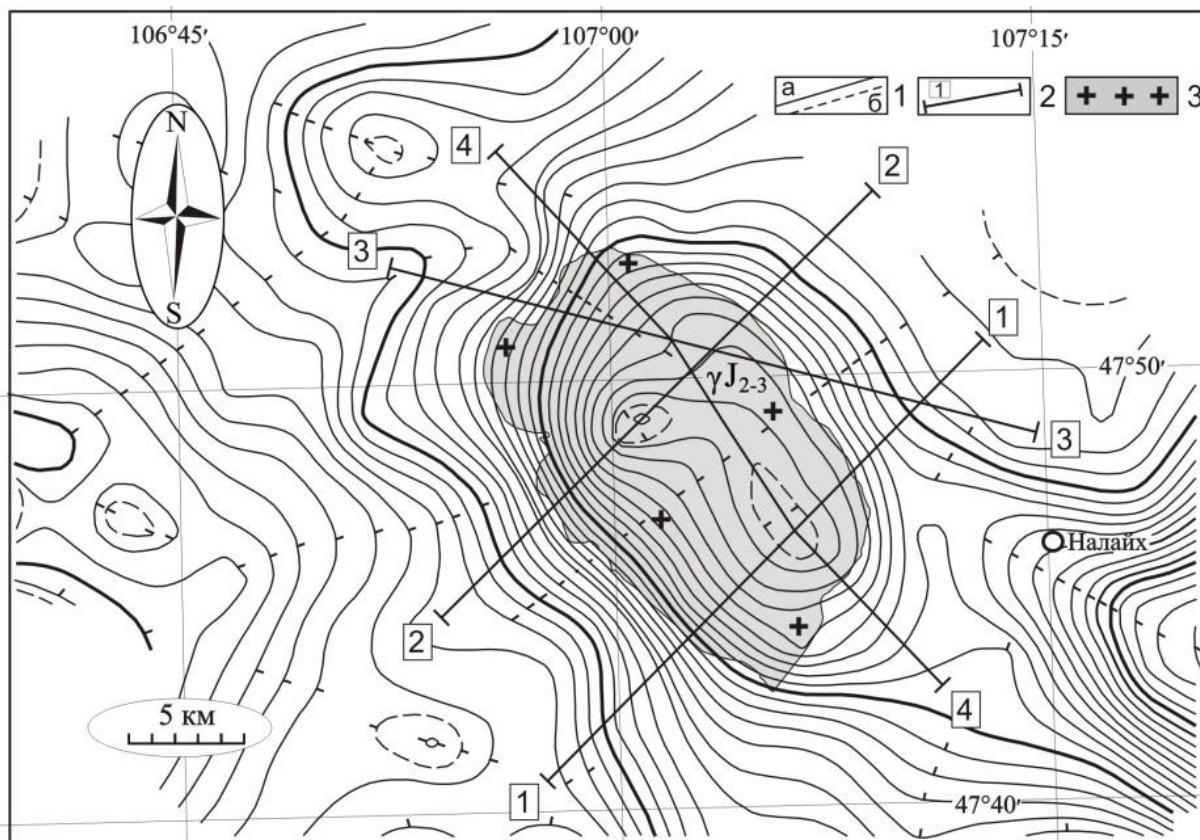


Рис. 5. Схема аномалий Буге Богдоулинского гранитного массива (в относительном уровне, сечение изоаномал через 0,5 мГал): 1 – изоаномалы силы тяжести: а – основные, б – дополнительные; 2 – интерпретационные профили; 3 – гранитоиды Богдоулинского массива

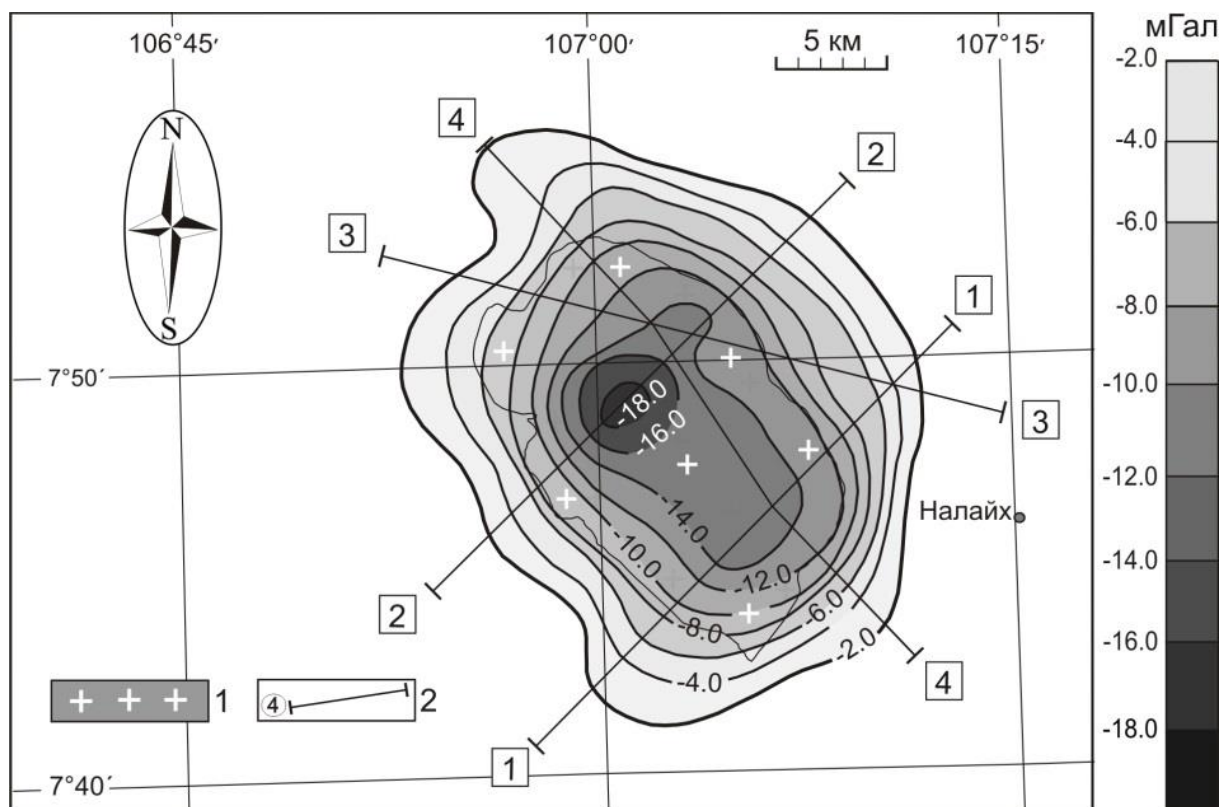


Рис. 6. Схема локальных (остаточных) гравитационных аномалий Богдоулинского гранитного массива: 1 – гранитоиды Богдоулинского массива; 2 – интерпретационные профили. Цифры в квадратах – номера этих профилей

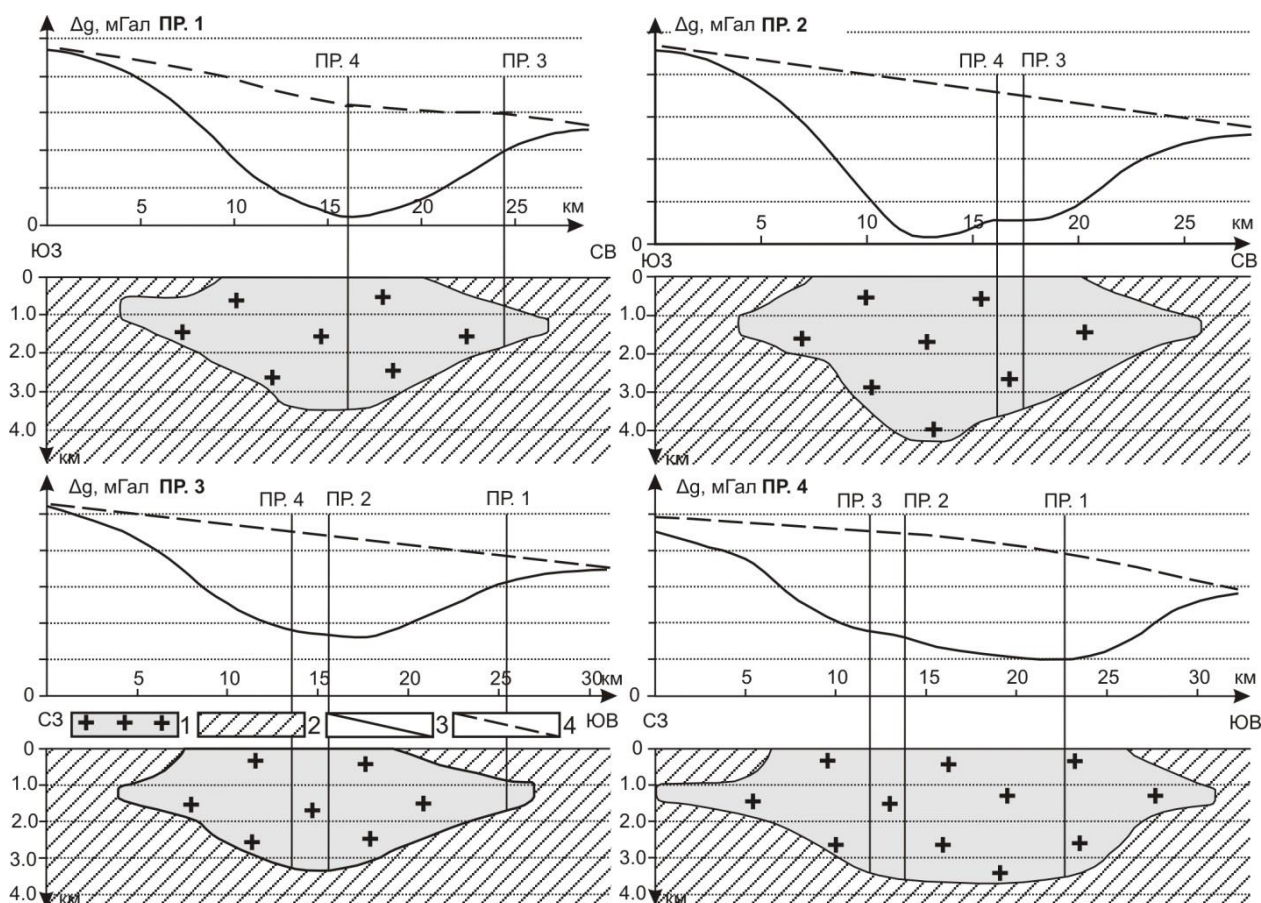


Рис. 7. Геолого-геофизические разрезы вдоль интерпретационных профилей Богдоулинского гранитного массива: 1 – гранитоиды массива; 2 – вмещающие породы; 3 – графики фона аномалий силы тяжести в редукции Буге; 4 – графики регионального фона

Результаты подбора тел, моделирующих гранитный плутон, изображены на рис. 7. При наших допущениях о характере изменения регионального поля богдоулинский гранитный плутон рисуется в виде довольно изометричного массивного крупного тела овальной формы (см. рис. 7, профили 1–4; рис. 8). Судя по интерпретационным разрезам и схеме мощности (см. рис. 8), Богдоулинский массив имеет сложное «клавишное» строение и представлен блоками, направления простирания которых совпадают с простиранием разрывных нарушений, ограничивающих массив (рис. 8, 9). Массив имеет форму овала с размерами $30 \times 15 \div 20$ км, его длинная ось направлена в северо-западном направлении и совпадает с направлением Шижирбогдинского, Сэльбинского, Баянхошуунского, Сонгиноульского и Хонхорынского глубинных разломов, которые ограничивают Богдоулинский массив с юго-запада и северо-востока. Северное ограничение массива контролируется Северо- и Южно-Тольской системой крупных тектонических нарушений, южное – Дэндэйским глубинным разломом (см. рис. 8, 9). Центральная часть массива пересечена региональным Хундайским разломом, параллельным Дэндэйскому и расположенному в 10–12 км севернее его. Максимальная мощность гранитоидов, судя по результатам интерпретации гравиметрических данных, составляет 4,5 км (см. рис. 7, профиль 2).

Необходимо заметить, что указанная величина

является, по-видимому, минимальной оценкой, поскольку концы линий интерпретационных профилей (как уже было сказано выше) во избежание возможных ошибок в определении уровня регионального фона были выведены на сравнительно пологие участки максимумов, расположенных в области распространения пород фундамента.

Северо-северо-западная часть интрузии ограничена Тольской системой глубинных разломов с севера, Сэльбинским разломом с запада и Баянхошуунским разломом с востока (см. рис. 8, 9). В этих пределах, судя по результатам интерпретации, ширина плутона составляет 5 км, толщина гранитоидов изменяется от 500 до 700 м (см. рис. 7, профиль 4). Юго-восточное ограничение плутона фиксируется Дэндэйским глубинным разломом, имеющим северо-восточную ориентировку (см. рис. 7, профиль 4; рис. 8). Толщина плутона в этой части составляет 1 км. Северо-восточная граница Богдоулинского массива расположена в шести километрах восточнее Хонхоринского разлома, имеющего северо-западную ориентировку (см. рис. 6–8, профили 1–3). Толщина тела здесь составляет 0,5–1,5 км. Юго-западная граница плутона расположена в четырех километрах к западу от Шижирбогдоулинского разлома (см. рис. 7, профили 1–3; рис. 8). Толщина массива в этой части достигает до 1,0–1,5 км. Максимальное значение мощности

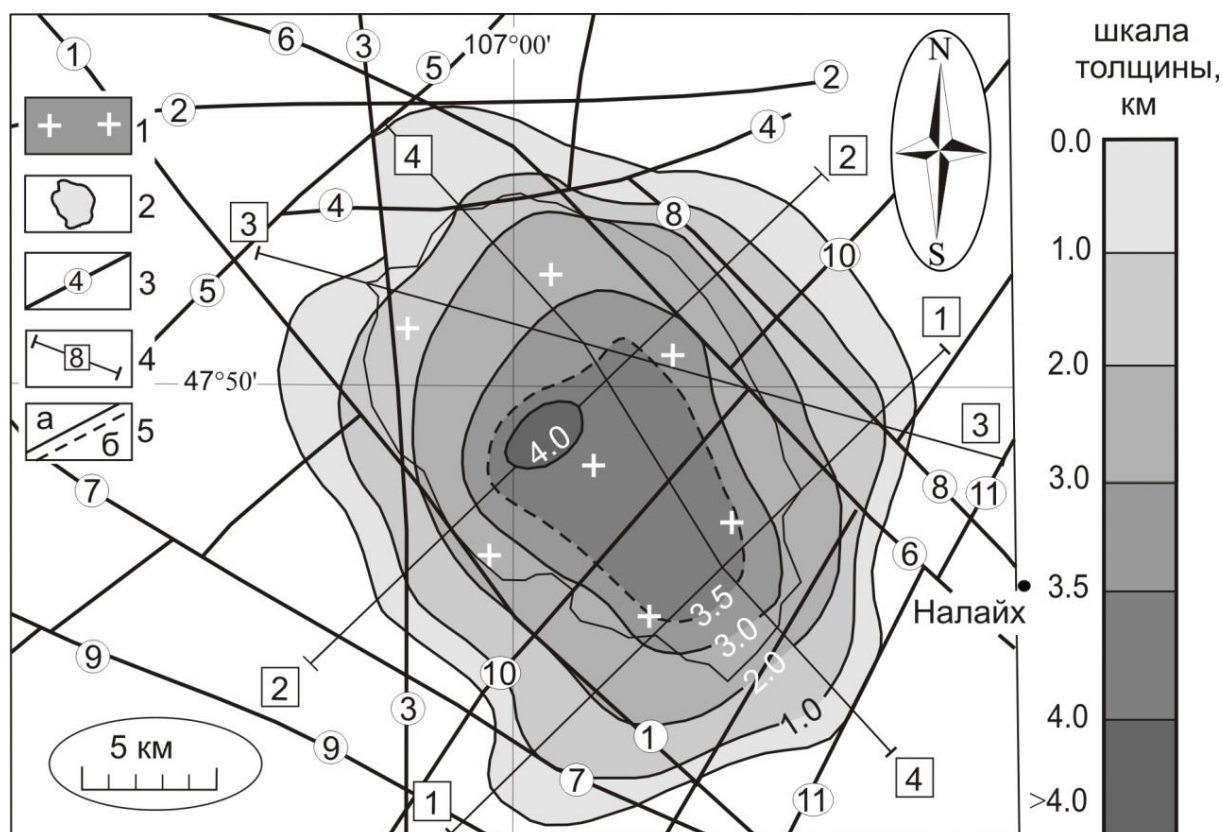


Рис. 8. Геолого-геофизическая модель глубинного строения Богдоулинского гранитного массива: 1 – гранитоиды Богдоулинского массива; 2 – площадь проекции массива на земную поверхность; 3 – крупные разломы, установленные по геологическим данным. Цифры в кружках – номера и названия разломов (см. усл. на рис. 9); 4 – интерпретационные профили. Цифры в квадратах – номера профилей; 5 – изолинии мощности (толщины) гранитоидов: а – основные, б – дополнительные

массива отмечается в районе профиля 2 (см. рис. 7). Поперечные сечения плутона имеют форму линз (см. рис. 7, профили 1–3). Если полагать, что плутон является межформационным, то его форма как бы вырисовывает крупную синклимальную структуру. Заметим, что геолого-геофизические данные говорят о том, что все части Богдоулинского интрузивного тела контролируются крупными разломами. На закономерную приуроченность мезозойских плутонов к протяженным разрывным нарушениям в пределах Агинской зоны Восточного Забайкалья Хангай-Хэнтэйской (Монголо-Забайкальской) складчатой области указывалось и ранее [9, 10, 12].

Судя по результатам количественной интерпретации, площадь проекции гранитоидного плутона на земную поверхность превышает 500 км².

Необходимо заметить, что выводы по глубине кровли подземных частей интрузий отличаются чрезвычайной неточностью. Скорее, здесь следует говорить лишь об оценке по порядку. Составленная нами схема строения толщины плутона дает лишь общее представление о глубинной структуре интрузии. В ряде случаев на ней, видимо, сильно искажены глубины и пропущены боковые апофизы, вытянутые в горизонтальном направлении.

Выводы

На территории Улан-Баторского района (Центральная Монголия) выполнена площадная средне-

масштабная гравиметрическая съемка. По результатам интерпретации гравитационных аномалий построена схема глубинного строения района (см. рис. 9).

Анализ гравитационного поля позволил оценить мощность рыхлых отложений и охарактеризовать морфологию поверхности фундамента Улан-Баторской впадины. Гравиметрические данные подтвердили блоковое строение фундамента впадины, межблоковые границы которых контролируются крупными разломами, установленными по геологическим данным (см. рис. 9). Поперечным поднятием фундамента эта впадина разделяется на две котловины: западную и центральную (см. рис. 2–3, 4, 9). В западной котловине мощность кайнозойских отложений составляет около 150 м, а в восточной может достигать 300 м.

Подобное строение характерно для ряда впадин, расположенных восточнее Улан-Баторской депрессии, для которых комплексом геофизических методов установлены аналогичные мульдообразные прогибы фундамента, к которым приурочены месторождения бурого угля [8]. По одним характеристикам, исследованная депрессия обнаруживает сходство с соседними межгорными впадинами, но по другим – отличается от них. Если провести сравнительную характеристику всех межгорных впадин Хангай-Хэнтэйской складчатой системы, то обнаружение двух идентичных структур невозможно, что подчеркивает многообразие

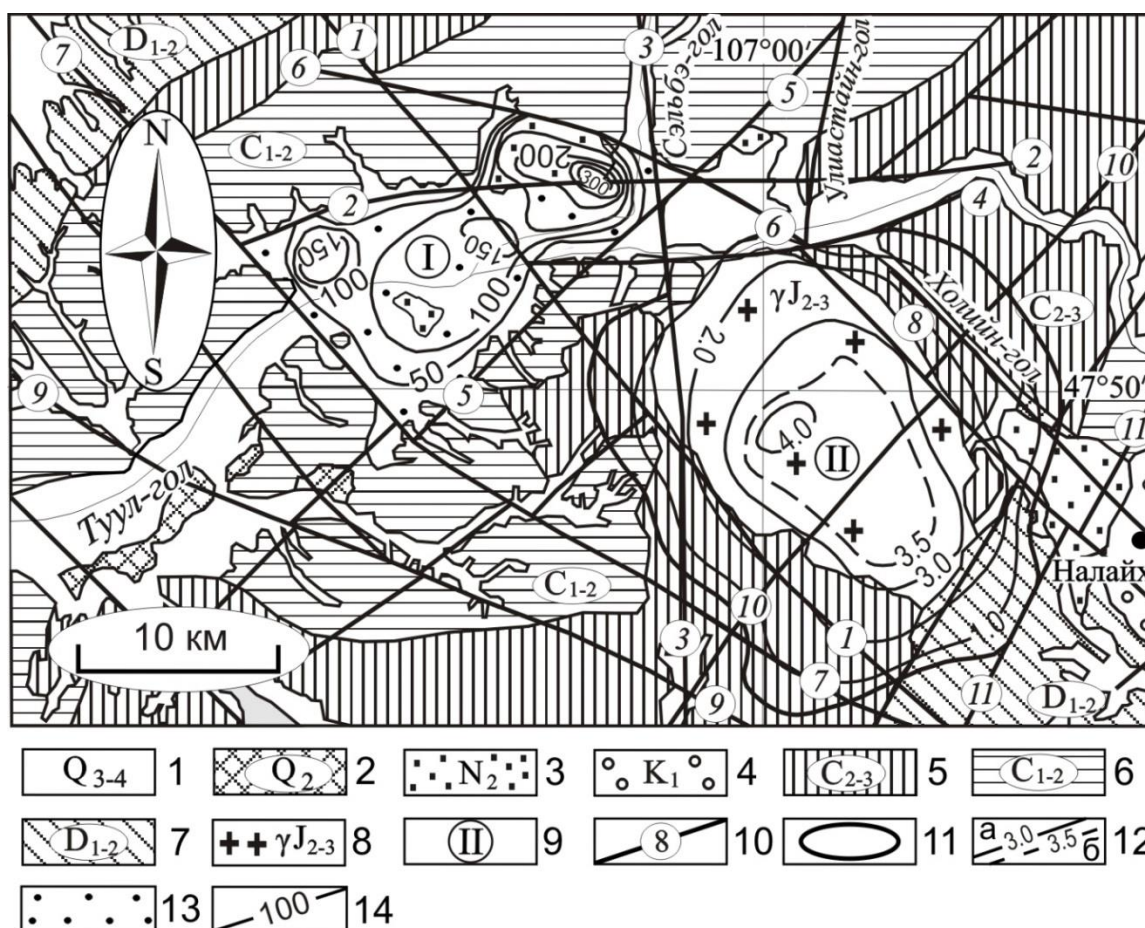


Рис. 9. Геолого-геофизическая схема глубинного строения Улан-Баторского района (по [14, 16], с изменениями):
 четвертичные отложения: 1 – аллювиально-пролювиальные отложения (галька, гравий, песок, супесь, суглинок, глины, глыбы, дресва, щебень, галька с суглинисто-супесчаным заполнением, делювиально-пролювиальные отложения); 2 – отложения древних низких речных террас (глыбы, дресва, щебень, галька с суглинисто-супесчаным заполнением, супесь, суглинок); 3 – верхне-неоген-плиоценовые отложения (красноцветные, иногда желтовато-пестрые глины, алевроитовые гальки, пески, слабо цементированные брекчи, конгломераты, гравелиты, суглинки); 4 – нижний мел. Зуунбаянская свита (песчаники с фауной и флорой, алевролиты, конгломераты, гравелиты, глины, аргиллиты); 5 – средний-верхний карбон (разнозернистые песчаники с прослойками глинистых сланцев, редко гравелиты, конгломераты, алевролиты, гравелиты); 6 – нижний-средний карбон (глинистые сланцы с прослойками разнозернистых песчаников, алевролиты, кремнистые алевролиты, редко прослойки яшм); 7 – нижний-средний девон. Горихинская свита, нижний горизонт (песчаники с чередующимися прослойками алевролитов и сланцев, алевро-песчаный кварцит, редкие линзы основных эффузивов); 8 – Богдоулинский массив, харалгайская формация (гранит-порфиры с биотитом и мусковитом, мелко-среднезернистые граниты с биотитом и мусковитом, редко с аляскитом, средне-крупнозернистые порфировидные граниты с биотитом, аляскитом, иногда щелочные); 9 – цифры (римские) в кружках – крупнейшие плотные неоднородности верхней части земной коры Улан-Баторского района: I – Улан-Баторская депрессия, II – Богдоулинский гранитный массив; 10 – крупные разломы, установленные по геологическим данным. Цифры (арабские) в кружках – названия разломов: 1 – Шижирбогдынский; 2 – Северо-Тольский; 3 – Сэльбинский; 4 – Южно-Тольский; 5 – Гацууртынский; 6 – Баянхошуунский; 7 – Сонгиноульский; 8 – Хонхорынский; 9 – Тургэнийский; 10 – Хундайский; 11 – Дэндэйский. 11 – площадь проекции гранитоидов на земную поверхность; 12 – изоглубины мощности (толщины) гранитоидов, км: а – основные, б – дополнительные; 13 – осадочные отложения Улан-Баторской впадины; 14 – изоглубины мощности (толщины) осадочных отложений, м

структурных форм, возникающих в процессе тектогенеза [4]. Сведения о мощности осадков и морфологии фундамента вместе со сведениями о выделенных разломах могут быть использованы при инженерно-сейсмологических работах по уточнению сейсмической опасности отдельных участков впадины. А районы мульдообразных структур, выявленные в пределах Улан-Баторской депрессии, которые могут содержать бурогольные месторождения, рекомендуются для

проведения общих поисковых работ с применением колонкового бурения.

Анализ поля силы тяжести в редукции Буге, полученного в результате выполненной наземной площадной гравиметрической съемки, позволил определить форму и размеры Богдоулинского гранитоидного массива, частично расположенного в пределах г. Улан-Батора. Максимальная толщина тела составляет 4,5 км, площадь проекции на земную поверхность –



около 500 км² (при площади выходов равной 200 км²). Гравиметрические данные подтвердили блоковое строение массива, границы которого контролируются крупными разломами, установленными по геологическим данным.

Сведения о форме и размерах Богдоулинского массива, как и о его структурном положении, могут быть использованы при инженерно-сейсмологических

работах по уточнению сейсмической опасности отдельных участков города Улан-Батора (по крайней мере, для районов, расположенных восточнее р. Сэльбэ-гол (рис. 9), русло которой совпадает с глубинным Сэльбинским разломом). Для этих районов, судя по результатам интерпретации гравиметрических данных, можно ожидать уменьшения этой опасности.

Статья поступила 24.11.2014 г.

Библиографический список

1. Арвисбаатар Н. Строение кайнозойских впадин Прихубсугуля по гравиметрическим данным: автореф. дис. ... канд. геол.-минералог. наук. Иркутск, 1990. 16 с.
2. Батсайхан Ц. Инженерно-геофизическая оценка сейсмической опасности грунтов территории г. Улаанбаатара: автореф. дис. ... канд. геол.-минералог. наук. Иркутск, 2006. 19 с.
3. Бат-Элзий Ш., Дорж Д. Отчет о гидрогеологических и геофизических работах, проведенных в 1982–1986 г. Улаанбаатар: Фонды ПИНИИ водного хозяйства МНР, 1988. 232 с.
4. Бямба Ж., Арвисбаатар Н., Турутанов Е.Х. Глубинное строение Монголии // Геология Монголии. Т. IV. Тектоника литосферных плит. Улаанбаатар: Изд-во АДМОН, 2012. С. 403–425.
5. Вахромеев Г.С. К вопросу формирования физико-геологических моделей месторождений полезных ископаемых МНР // Вопросы геологии и металлогении Восточной Монголии. Улаанбаатар: Изд-во МонГУ, 1979. С. 236–244.
6. Геология Монгольской Народной Республики. Том I. Стратиграфия / Под. ред. Н.А. Маринова, Л.П. Зоненшайна, В.А. Благодравова. М.: Недра, 1973. 582 с.
7. Дугараа П., Арвисбаатар Н. Петроплотностная характеристика пород Жанчивланского рудного узла и его окрестностей // Вопросы геологии и полезных ископаемых Центральной и Восточной Монголии. Улаанбаатар, 1982. С. 11–13.
8. Дугараа П., Арвисбаатар Н. и др. Геолого-структурные особенности Бурульжунтинской и Налайхинской впадин Центральной Монголии // Вопросы геологии и полезных ископаемых Центральной и Восточной Монголии. Улаанбаатар, 1982. 13 с.
9. Зорин Ю.А. Структура Агинского палеозойского поля (Восточное Забайкалье) // Советская геология. 1964. № 6. С. 32–43.
10. Зорин Ю.А. О тектонике Восточного и Центрального Забайкалья в позднем мезозое // Геотектоника, 1967. № 1. С. 97–108.
11. Мезозойская и кайнозойская тектоника и магматизм Монголии / Отв. ред. А.Л. Яншин. М., 1975. 308 с.
12. Нагибина М.С. Тектоника и магматизм Монголо-Охотского пояса. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 463 с.
13. Нефедьев М.А. Строение и оценка перспектив рудных полей и месторождений Бурятии по геофизическим данным (на примере Еравнинского и Северо-Байкальского рудных районов). Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2003. 205 с.
14. Сейсмичность и районирование сейсмической опасности территории Монголии / В.И. Джурик, А.В. Ключевский, С.П. Серебренников, В.М. Демьянович, Ц. Батсайхан, Г. Баяраа. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2009. 420 с.
15. Турутанов Е.Х. Морфология мезозойских гранитных плутонов Монголии по гравиметрическим данным. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. 223 с.
16. Турутанов Е.Х., Арвисбаатар Н., Буянтогтох Б., Цэндсүрэн Д. Морфология осадочных отложений Тольской впадины (Монголия) по гравиметрическим данным // Вестник ИрГТУ, 2014. № 5. С. 53–61.

УДК 622.24

БУРЕНИЕ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ РАСТВОРА НА НЕФТЯНОЙ ОСНОВЕ

© В.Ю. Гришковец¹, Л.В. Николаева²

¹ООО «Славнефть – Красноярскнефтегаз»,
660012, Россия, г. Красноярск, ул. Гладкова, 2 «А».

²Иркутский государственный технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Эффективность геологоразведочных работ неразрывно связана с качеством вскрытия продуктивных пластов и в значительной степени определяется возможностью установления истинной нефтегазонасыщенности и коллекторских свойств пород. Показано, что основным условием повышения эффективности поиска и подсчета запасов является применение растворов на нефтяной основе, которые обеспечивают сохранность естественного состояния коллектора и, следовательно, достаточную надежность и достоверность результатов опробирования.

Ключевые слова: Восточная Сибирь; раствор на нефтяной основе; поисково-оценочные скважины; керн; пласт.

¹Гришковец Вячеслав Юрьевич, главный специалист производственно-технического отдела, тел.: 89135244811, e-mail: slavanb06@yandex.ru

Grishkovets Viacheslav, Chief Specialist of the Technical Engineering Department, tel.: 89135244811, e-mail: slavanb06@yandex.ru

²Николаева Людмила Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры нефтегазового дела,

тел.: (3952) 405659, e-mail: lab.ngd@istu.edu

Nikolaeva Lyudmila, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Business, tel.: (3952) 405659, e-mail: lab.ngd@istu.edu