

К вопросу о роли гравиметрических исследований при ГРП на нефть и газ (на примере ряда районов)

Ю.Н. Кальнов
главный геолог¹

О.С. Обрядчиков
канд. г.-м.н., доцент кафедры геологии²
osobr19@yandex.ru

¹ЗАО «Гравиразведка», Москва, Россия

²РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина,
Москва, Россия

Результаты гравиметрических исследований, как правило, являются основой для выбора направлений поисковых сейсморазведочных работ. Тем не менее приходится констатировать, что при интерпретации материалов сейсмических съёмки они очень часто игнорируются. Гравиметрические исследования, проведённые ЗАО «Гравиразведка» на территории ЯНАО, доказали свою эффективность в изучении геологического строения региона.

Материалы и методы

Гравиметрические съёмки, геологическая интерпретация материалов гравиметрических съёмки и сейсморазведки.

Ключевые слова

геология, геофизика, гравиметрия

ЗАО «Гравиразведка» в течение многих лет проводит полевые гравиметрические работы масштаба 1:25 000 и 1:50 000 на отдельных площадях ЯНАО, наряду с пересмотром и переинтерпретацией гравиметрических съёмки масштаба 1:200 000 сопредельных территорий. Сочетание этих видов работ позволило для отдельных территорий провести оценку достоверности отображения реальных геологических объектов в потенциальных полях. В основе выбора таких территорий, в принципе, лежит однозначность отображения локальными аномалиями локальных геологических объектов, обусловленная единством для данной территории геологического строения, историей развития и процессов нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции.

Одной из таких территорий, где, по нашему мнению, материалы гравиметрических съёмки могут быть использованы для переоценки перспектив и выявления конкретных нефтегазоперспективных объектов, является Южно-Ямальская зона, включающая Новопортовский вал и восточный склон Щучинского выступа.

Тектонические и структурные карты разных лет, включая и последние [1], представляют эту территорию как моноклинал, постепенно погружающуюся от Щучинского выступа в северо-восточном направлении и ограниченную Новопортовским валом.

Сравнение результатов гравиметрических съёмки масштаба 1:200 000, проведённых в 70–80-х гг. прошлого столетия, со структурными построениями по данным сейсморазведки и бурения (Новопортовское поднятие и Щучинский выступ) позволяют установить для рассматриваемого района соответствие локальных аномалий гравитационного поля структурным элементам фундамента и осадочного чехла (рис. 1, 2). Так, например, Новопортовский вал соответствует относительно крупной, положительной и протяжённой аномалии Δg , которая в целом совпадает с построениями по материалам бурения и сейсморазведки. Более того, две вершины Новопортовского поднятия по палеозою чётко отображены двумя экстремумами гравитационного поля. Заметим, что в пределах Новопортовской полосовидной аномалии выделяются ещё три положительных экстремума Δg , которые по интенсивности и размерам аналогичны Новопортовской. Один из них отвечает Малоямальскому объекту, второй размещается между Малоямальским и Новопортовским месторождениями, а третий находится непосредственно к югу от Новопортовского поднятия. Если Новопортовская гравитационная аномалия отвечает в целом Новопортовскому валу, то и её положительные локальные экстремумы могут соответствовать нефтегазоносным перспективным поисковым объектам. Структурными построениями по данным сейсморазведки до

сего дня эти объекты не были обнаружены, скорее всего, из-за редкой сетки профилей.

В дополнение, один из сейсмических профилей, отработанных в южной части Обской губы, зафиксировал значительный подъём ОГ_Б (в несколько сот метров) в направлении к южной части гравиметрической аномалии (мелководье не позволило судно подойти ближе к берегу). Это свидетельствует о реальном существовании положительной структуры на южном продолжении Новопортовского поднятия. Скважины, заложенные южнее Новопортовского поднятия, по материалам сейсморазведки, при игнорировании данных гравиметрии оказались в седловине между предполагаемыми вершинами вала. Их отрицательный результат существенно повлиял на оценку перспектив и планы ГРП в этом районе. Таким образом, перспективные на нефть и газ объекты в настоящее время остаются без внимания.

В пределах Юрибейской моноклинали между Щучинским выступом и Новопортовским валом по материалам гравиметрической съёмки масштаба 1:200 000 выделяются две крупные положительные аномалии, ограниченные понижениями значений Δg на северо-востоке и юго-западе (рис. 1). Последним соответствуют прогибы: на северо-востоке — Ярротинский, а на юго-западе — Байдарацкий. Данные региональных сейсмических профилей (рис. 2) свидетельствуют о наличии здесь погруженной приразломной зоны (узкий грабенообразный прогиб, являющийся продолжением Байдарацкого прогиба). Таким образом, группа крупных положительных аномалий Δg (и соответствующих им поднятий) оказывается между двумя депрессионными зонами: Байдарацким и Ярротинским прогибами, представляя собой, по-видимому, систему приподнятых блоков по фундаменту и осадочному чехлу.

Следует отметить, что положение региональных сейсмических профилей оказалось неоптимальным по отношению к центральному (наиболее приподнятым) зонам максимумов Δg (рис. 1).

Щучинская зона представляет собой элемент системы Полярный Урал — Пай-хой восточного обрамления [2, 3]. Изгиб (коллено) последней имеет продолжение в виде относительно погруженного Щучинского выступа и Юрибейской ступени, ограниченной с северо-востока валом, в пределах которого обнаружено Новопортовское месторождение. Вал характерен относительно резким подъёмом палеозойских отложений (и фундамента) и продуктивностью практически всего разреза (в продуктивной его части обнаружены споры и пыльца силурийского возраста). При этом состав содержащихся в нем углеводородов отличается от остальных месторождений близлежащих зон Западной Сибири. Новопортовское месторождение

является уникальным — не характерным не только для «Ямала, но и для всех арктических областей Западной Сибири как по геологическому строению, так и по нефтегазоносности и условиям формирования скоплений УВ». Согласно [4] «нефти соседнего Ростовцевского НКМ разительно отличаются от нефтей Новопортовского месторождения». Новопортовская (Щучинская) зона принципиально отличается по геологическому строению от расположенных к северу и востоку территорий п-ва Ямал и тектонически, скорее всего, принадлежит к обрамлению складчатой системы Полярный Урал — Пай-Хой. Наличие разновозрастного фундамента в пределах п-ва Ямал прогнозировалось и ранее [5]. В структурно-тектоническом плане рассматриваемый район входит в состав окраинного обрамления системы Полярный Урал — Пай-Хой. На гравиметрических картах положительными аномалиями однозначно отображаются поднятия палеозойских пород, напрямую соответствуя построениям по данным сейсморазведки.

То, что локальные положительные аномалии Δg в данном районе соответствуют поднятиям в мезозое и палеозое, а не связаны с изменением физических свойств кристаллического фундамента, подтверждается картой его эффективной плотности, согласно которой основная часть данной территории располагается в поле монотонного изменения силы тяжести. Контрастная положительная аномалия на севере площади имеет северо-восточное простирание и отображает высокоплотный объект, который, вероятнее всего, обусловлен существованием интрузивного тела в кристаллических породах фундамента.

Таким образом, в Южно-Ямальской зоне, по данным гравиметрической съёмки масштаба 1:200 000 с учётом имеющихся материалов сейсмических профилей и рассматриваемого в качестве «эталона» Новопортовского месторождения в пределах Новопортовского вала, намечаются два объекта, сопоставимых с Новопортовским месторождением, и два новых обширных объекта в пределах Юрибейской моноклинали. Последние находятся между погруженными зонами Байдарацкого и Ярротинского прогибов и могут являться зонами накопления и консервации залежей УВ с наличием разнообразных форм ловушек осадочного чехла, перспективы которых практически доказаны для этого региона. Скорее всего, эти поднятия представляют собой выступы кристаллического фундамента и сформированные над ними в осадочном чехле облекающие структуры. Кроме того, сама же поверхность фундамента, подвергаясь длительной эрозии, может представлять собой кору выветривания, с которой связываются определённые перспективы нефтегазоносности.

Опыт работы в ЯНАО по анализу и интерпретации материалов потенциальных полей, их соотносимости с фактическими данными по другим методам позволяют решать вопросы выявления конкретных потенциально перспективных объектов, и авторы убеждены в надёжности настоящего прогноза для рассматриваемых площадей. Однако точность выделения локальных гравитационных аномалий по редкой сети съёмок масштаба 1:200 000 невелика. В то же время

высокоточная гравиметрическая съёмка масштаба 1:25 000 (200 x 200 м) позволяет со значительно большей точностью определять положение и контуры поискового объекта. Для примера укажем на соответствие конфигураций залежей сеноманского газа расположению отрицательных гравитационных аномалий на Уренгойском, Губкинском, Ямбургском, Ямсовейском, Малыгинском и других месторождениях севера Западной Сибири. По всей вероятности, такие условия существовали в меловое время на значительной территории Западной Сибири и Южно-Карской впадины.

Обращаем внимание на качественно иное отображение перспективных объектов в потенциальных полях севера Западной Сибири. В первом случае (Новопортовская зона) им соответствует положительная аномалия, а во втором (Надым-Тазовское междуречье, северная часть полуострова Ямал и др.) — отрицательная аномалия. Для первого примера это обусловлено развитием контрастно выраженных форм рельефа фундамента и осадочного чехла, с которыми связано формирование залежей углеводородов. Для второго случая характерно субгоризонтальное напластование мощных толщ осадочных пород,

перекрывающих фундамент, что в значительной степени погасило и нивелировало влияние его рельефа и неоднородностей состава на аномальное гравитационное поле. Таким образом, именно изменения плотностных свойств осадочного чехла (особенно его верхней части) имеют преимущественное влияние на гравитационное поле. В прибрежной части сеноманского моря (север Западной Сибири) установлено присутствие подводных баров, дюн и других песчаных аккумулятивных тел, перекрытых глинистыми породами турона, что создаёт определённый гравитационный эффект из-за разностей плотностей. При этом насыщенная газообразными углеводородами часть коллектора отличается от водонасыщенной на 0,3–0,7 мГал, а современные гравиметры позволяют выявлять аномалии силы тяжести с точностью 0,05 мГал.

Присутствие в разрезе сеноманских отложений огромных масс газонасыщенного песка среди относительно плотных глин и водонасыщенных пород создают благоприятные условия для применения гравиметрии при поиске, а также выделения в разрезе и оконтуривания газопродуктивных зон в плане. Кроме того, в Надым-Тазовском районе по материалам высокоточной гравиметрической

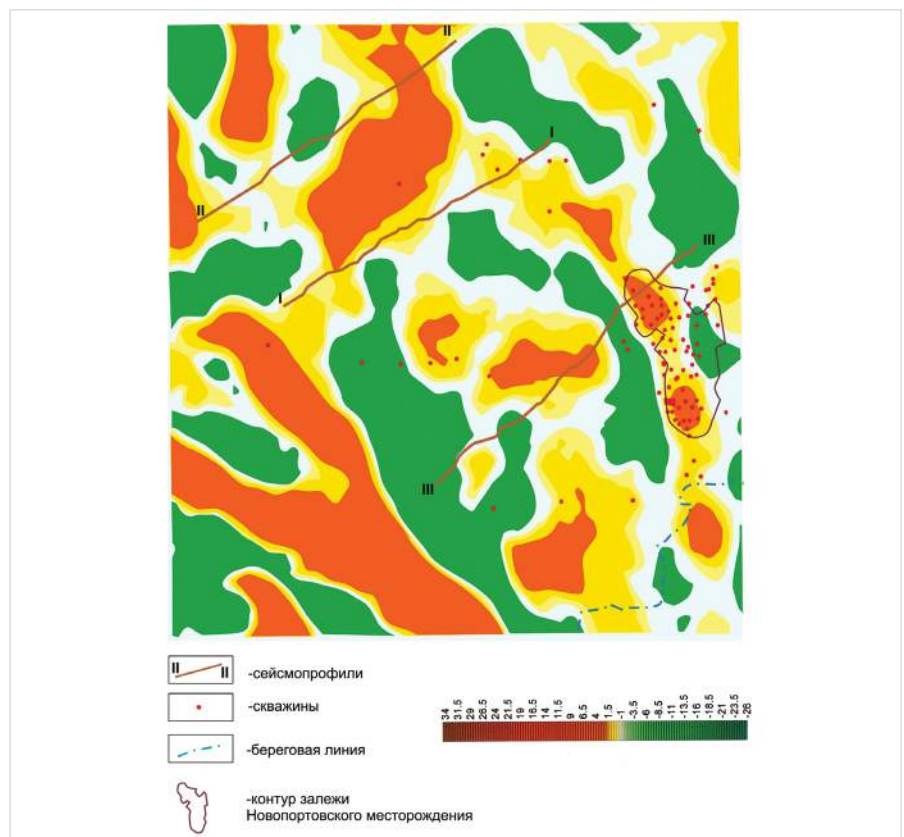


Рис. 1 — Карта локальных аномалий Δg

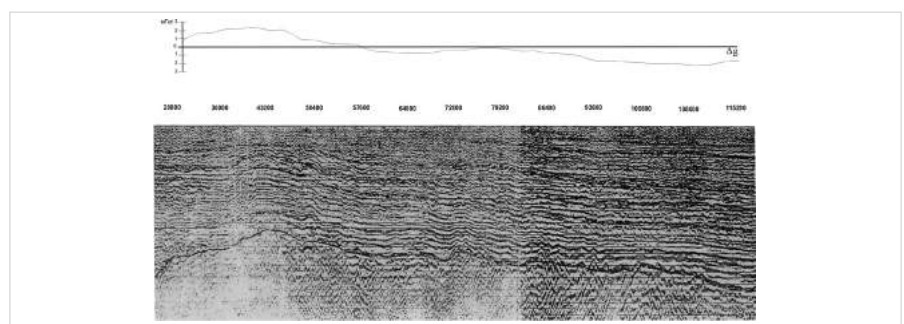


Рис. 2 — Временной разрез и кривая Δg по профилю II-II

съемки масштаба 1:25 000 были выделены меловые палеоруслу и песчаные бары (рис. 3).

По нашему мнению, наряду с районированием территорий по степени перспективности нефтегазоносности необходимо проводить дифференцированную оценку эффективности применения различных методов исследования, выделяя оптимальные для конкретной геологической ситуации.

Таким образом, использование гравиметрии в комплексе и с учётом других методов позволит существенно повысить достоверности результатов исследований и практически на порядок сократить расходы и время при поисковых работах на нефть и газ. Меняющаяся геологическая ситуация для разных территорий изучаемого региона определяет в известной степени критерии прогноза нефтегазоперспективных структур, а также выбор оптимального набора методов их успешного поиска.

В целом ряде случаев, учитывая конкретную геологическую и географическую

ситуации (например, невозможность или сложности при проведении сейсморазведочных и электроразведочных работ из-за изрезанного и гористого рельефа, залесённости, заповедных и природоохранных территорий, сельскохозяйственных угодьев, непреодолимых участков речных пойм и дельт и т.д.), гравиметрическая съёмка может иметь решающее значение при выполнении поисково-разведочных задач, так как для этого достаточно проведения пеших маршрутов.

Итоги

Локальным гравиметрическим аномалиям, выявленным по результатам высокоточных наблюдений, для конкретных геологических условий с высокой точностью соответствуют перспективные на газ объекты.

Выводы

Гравиметрическая съёмка может иметь решающее значение при выполнении поисково-разведочных работ на газ.

Список используемой литературы

1. Нестеров И.И. и др. Отчёт по государственному контракту 12/05. СибНАЦ, 2007.
2. Воронов В.Н., Коркунов В.К. Особенности сочленения Уральского складчатого пояса, Пай-Хоя и структур фундамента Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 1–2. С. 40–48.
3. Золоев К.К., Додин Д.А. и др. Тектоническое районирование и минералогия Урала (аналитический обзор). М.: Геокарт, ГЕОС, 2006. 180 с.
4. Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Копеев В.Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала. М.: Недра-Бизнесцентр. 2003. 352 с.
5. Семенович В.В., Крымов В.Ф. и др. Региональные геолого-геофизические исследования на нефть и газ в СССР и перспективы их развития. М.: ВИЭМС, 1982.

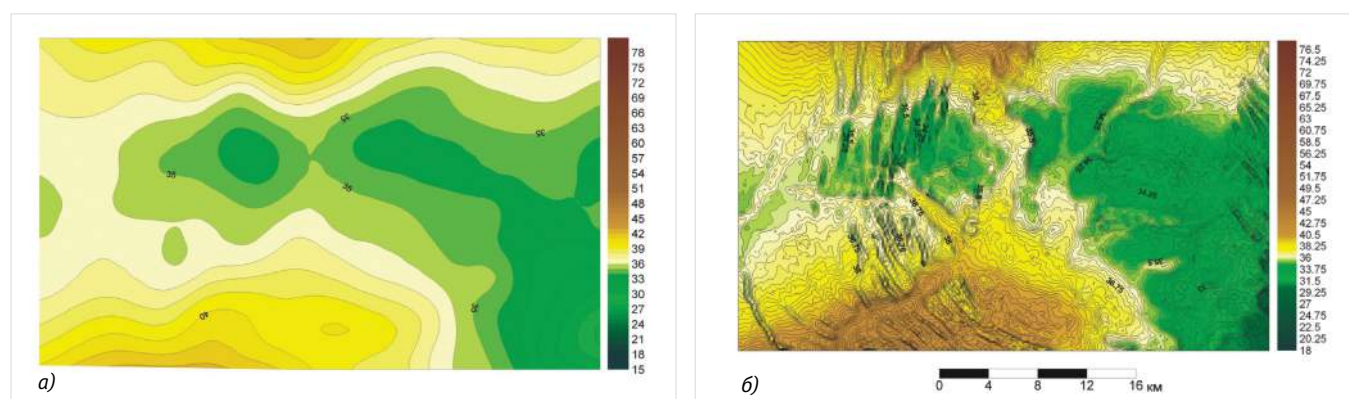


Рис. 3 — Сравнение результатов гравиметрических съёмок масштабов: а — 1:200 000; б — 1:25 000

ENGLISH

GEOPHYSICS

To the question about the role of gravimetric studies, exploration for oil and gas (on the example of number of regions)

UDC 550.3

Authors:

Yuri N. Kal'nov — chief geologist¹;

Oleg S. Obryadchikov — candidate of physics and mathematics, associate professor of geology department²; osobr19@yandex.ru

¹Gravirazvedka CJSC, Moscow, Russian Federation

²Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russian Federation

Abstract

The results of gravimetric studies, as a rule, are the basis for the choice of search directions of seismic surveys. However, it must be noted that when the interpretation of seismic shooting, they are very often ignored. Gravimetric studies conducted by Gravirazvedka CJSC on the territory of Yamal-Nenets autonomous district has proved effectiveness in the

study of the geological structure of the region.

Materials and methods

Gravimetric survey, geological interpretation and filming materials gravimetric survey.

Results

Local gravity anomalies identified by the results of high-precision observations for

specific geological conditions accurately match prospective gas facilities.

Conclusions

Gravimetric survey may be critical in the performance of exploration for gas.

Keywords

geology, geophysics, gravimetry

References

1. Nesterov I.I. and others. *Otchet po gosudarstvennomu kontraktu* [Report of the state contract] 12/05. *Sibnats*, 2007.
2. Voronov V.N., Korkunov V.K. *Osobennosti sochleneniya Ural'skogo skladchatogo poyasa, Pay-Khoya i struktur fundamenta Zapadno-Sibirskoy plity* [Features articulation of the Ural fold belt, Pai-Khoi and structures of the basement of the West Siberian plate]. *Geology and Geophysics*, 2003, Vol. 44, issue 1–2, pp. 40–48.
3. Zoloyev K.K., Dodin D.A. and others. *Tektonicheskoe rayonirovanie i mineralogeniya Urala* [Other tectonic zoning and minerageny of Urals]. Analytical review. Moscow: *Geokart*, GEOS, 2006, 180 p.
4. Skorobogatov V.A., Stroganov L.V., Kopeyev V.D. *Geologicheskoe stroenie i gazoneftenosnost' Yamala* [EAST geological structure and oil and gas potential of Yamal]. Moscow: *Nedra-Business Center*, 2003, 352 p.
5. Semenovich V.V., Krymov V.F. and others. *Regional'nye geologo-geofizicheskie issledovaniya na neft' i gaz v SSSR i perspektivy ikh razvitiya* [Regional geological and geophysical studies for oil and gas in the USSR and their development prospects]. Geological methods of search and exploration for oil and gas fields. Moscow: VIEMS, 1982.