

В. А. Степанова, С. В. Аплонов

ПЛОТНОСТНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ФУНДАМЕНТА СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В северных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна фундамент погружен на 4–13 км. Прямые данные о составе и возрасте его наиболее глубоких частей отсутствуют. Вместе с тем понятно, что именно информация о фундаменте является ключевой для познания тектонической природы бассейна и оценки нефтегазоносности нижней половины осадочного чехла. Преимущественно на основе детальной интерпретации геофизических данных, в последние годы предложена схема строения фундамента Западной Сибири [1], которую мы используем в качестве концептуальной модели для всех дальнейших построений. Ключевыми в наших представлениях о тектонике исследуемого региона являются два положения.

1) Фундамент севера Западной Сибири — гетерогенный и гетерохронный тектонический коллаж, представленный элементами различной геодинамической природы: палеозойскими островодужными системами, микроконтинентами (срединными массивами) с возрастом более древним, чем возраст консолидации фундамента региона, триасовыми рифтовыми структурами, а также блоками реликтовой океанской коры палеозойского возраста, сохранившейся в глубоких депрессиях фундамента.

2) Ключевой структурой фундамента севера Западной Сибири является Обский палеоокеан [2]. Сегодня он представляет собой клиновидную в плане депрессию меридионального простирания, сужающуюся к югу и имеющую широтное ответвление в сторону Енисей-Хатангского прогиба. Мощность осадочного выполнения в пределах палеоокеана достигает 14–15 км. Обский палеоокеан зародился в раннем триасе как обычный континентальный рифт, каких много в фундаменте Западной Сибири, но развитие его дошло до стадии молодого океана (аналог современного Красноморского рифта). Уже на стадии спрединга в Обский палеоокеан поступали огромные массы обломочного материала, что и явилось одной из причин его отмирания. Активная и постспрединговая эволюция Обского палеоокеана оказала решающее влияние на развитие всего Западно-Сибирского бассейна и его нефтегазоносность.

Цель настоящей работы — дать количественную оценку плотностной неоднородности фундамента северных районов Западной Сибири на основе совместной интерпретации гравитационного поля и сейсмических данных. Попытки проделать такую работу предпринимались и ранее [3], однако исследования имели ограниченный объем из-за недостатка материала и скудости интерпретационных средств. Сейчас весь север Западной Сибири покрыт детальной гравиметрической съемкой, а поверхность фундамента надежно закартирована площадной сейсморазведкой МОГТ. Таким образом, созданы предпосылки для анализа плотностной неоднородности фундамента, косвенно отражающей состав его отдельных блоков и условия их формирования.

Методика исследований

Исследования выполнялись в три этапа:

1) Качественный анализ гравитационного поля. При сопоставлении морфологии гравитационного поля и поверхности фундамента (рис. 1) видно их обратное соотношение. Депрессиям фундамента соответствуют повышания интенсивности грави-

тационного поля. Можно сделать вывод, что интенсивность региональных аномалий гравитационного поля севера Западной Сибири определяет в большей степени неоднородная плотность фундамента, чем рельеф его поверхности.

2) Выделение из суммарного гравитационного поля региона длинноволновой (ДВ) составляющей, амплитуда аномалий которой наиболее тесно коррелирует с плотностью фундамента. ДВ-составляющая выделялась методом осреднения с использованием стандартного математического обеспечения картографической оболочки SURFERG. Оптимальные размеры окна осреднения оценивались по силе корреляционной связи между амплитудой ДВ-аномалий и плотностью фундамента в двадца-

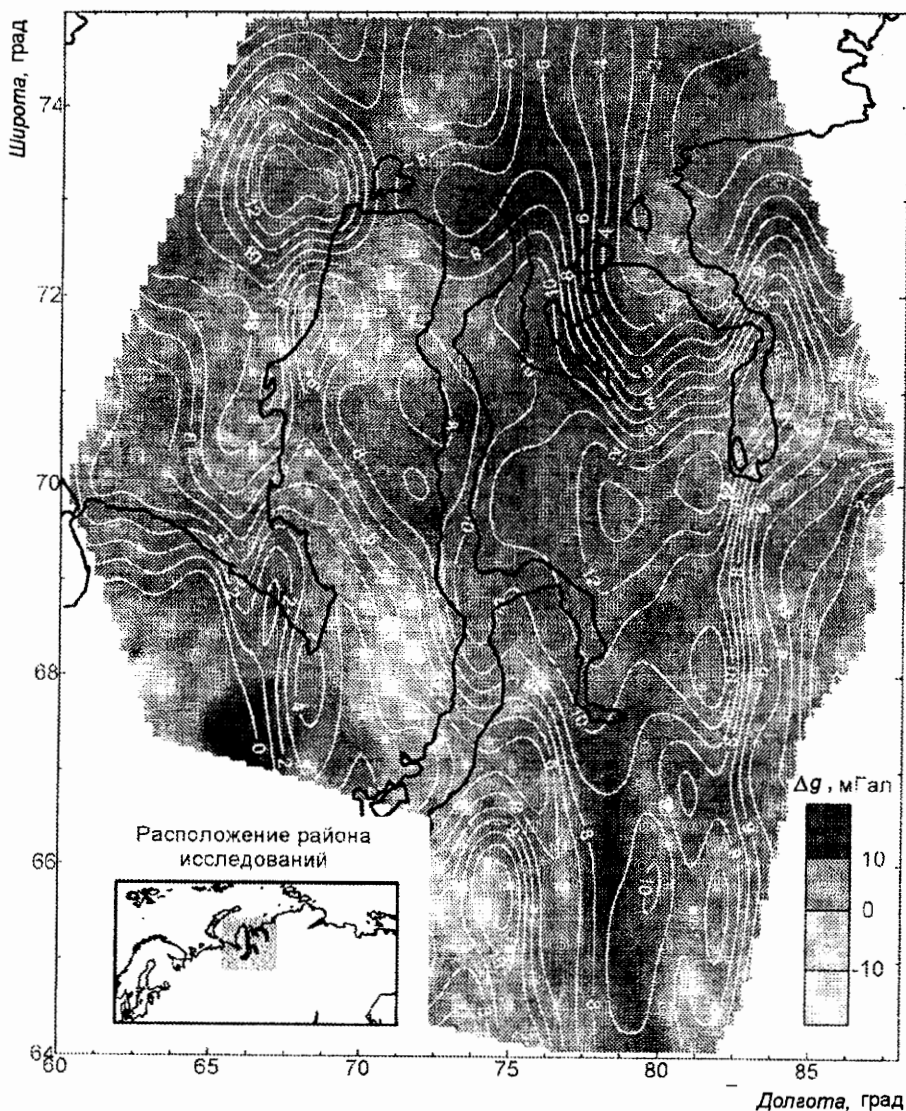


Рис. 1. Гравитационное поле (теневая карта) и рельеф поверхности фундамента.

Глубина фундамента дана в километрах.

ти эталонных точек, равномерно покрывающих район исследований. В эталонных точках имелись значения скоростей Р-волн в фундаменте, которые затем пересчитывались в плотности по известной формуле [4]:

$$V_p = V_0[\exp 0,5 \times (\sigma - 2,6)], \quad (1)$$

где $V_0 = 5,45$ км/с.

На рис. 2 показано распределение ДВ-составляющей гравитационного поля се-

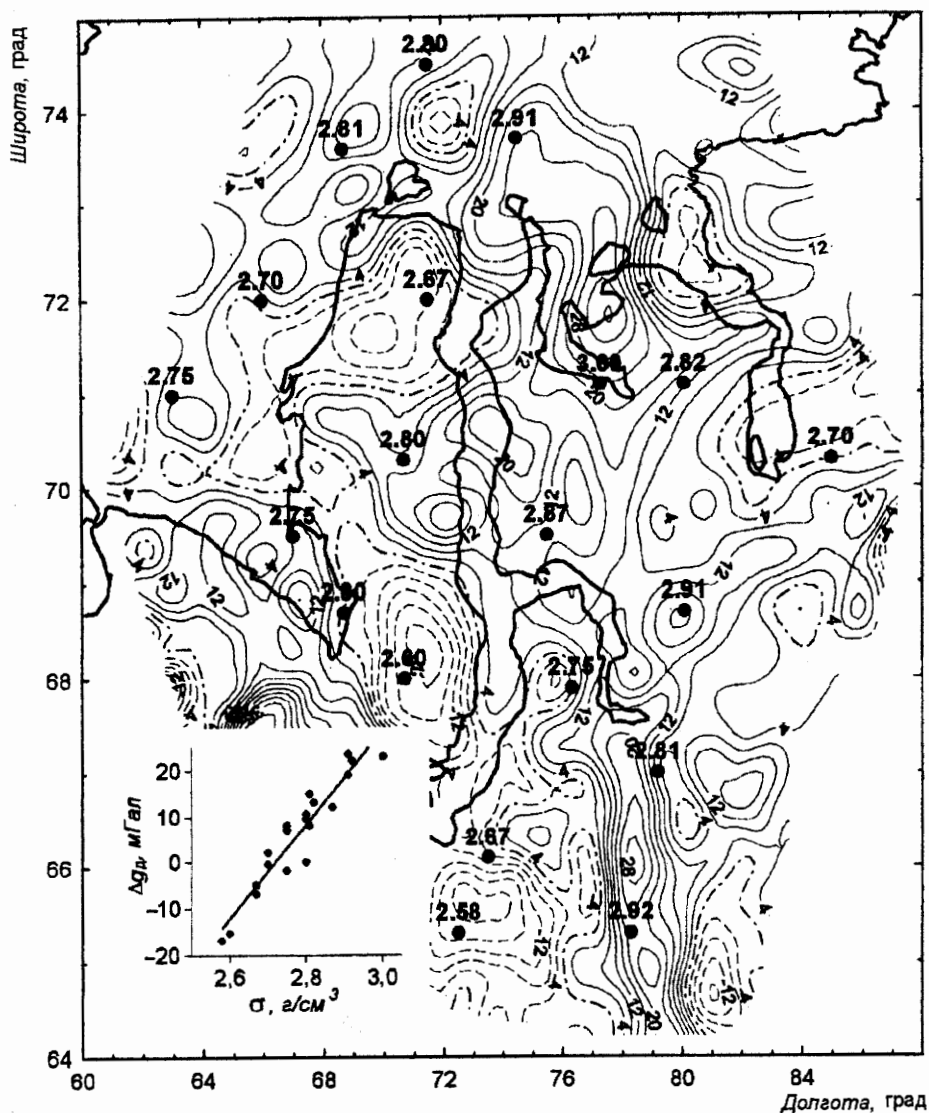


Рис. 2. Длинноволновая составляющая гравитационного поля Δg и эталонные точки со значениями плотности σ .

На врезке — корреляция между плотностью и амплитудой длинноволновых аномалий в эталонных точках.

верных районов Западной Сибири, полученное путем осреднения исходного поля в оптимальном окне 40 км. Корреляционная связь между плотностью фундамента σ и амплитудой ДВ-аномалий гравитационного поля Δg_D в эталонных точках (врезка на рис. 2) описывается уравнением регрессии:

$$\sigma(\text{г/см}^3) = 0,00871 \times \Delta g_D(\text{мГал}) + 2,73 \quad \text{при } R = 0,89. \quad (2)$$

3) Прогноз значений плотности фундамента в регулярную сеть точек, покрывающую весь район исследований, с использованием соотношения (2).

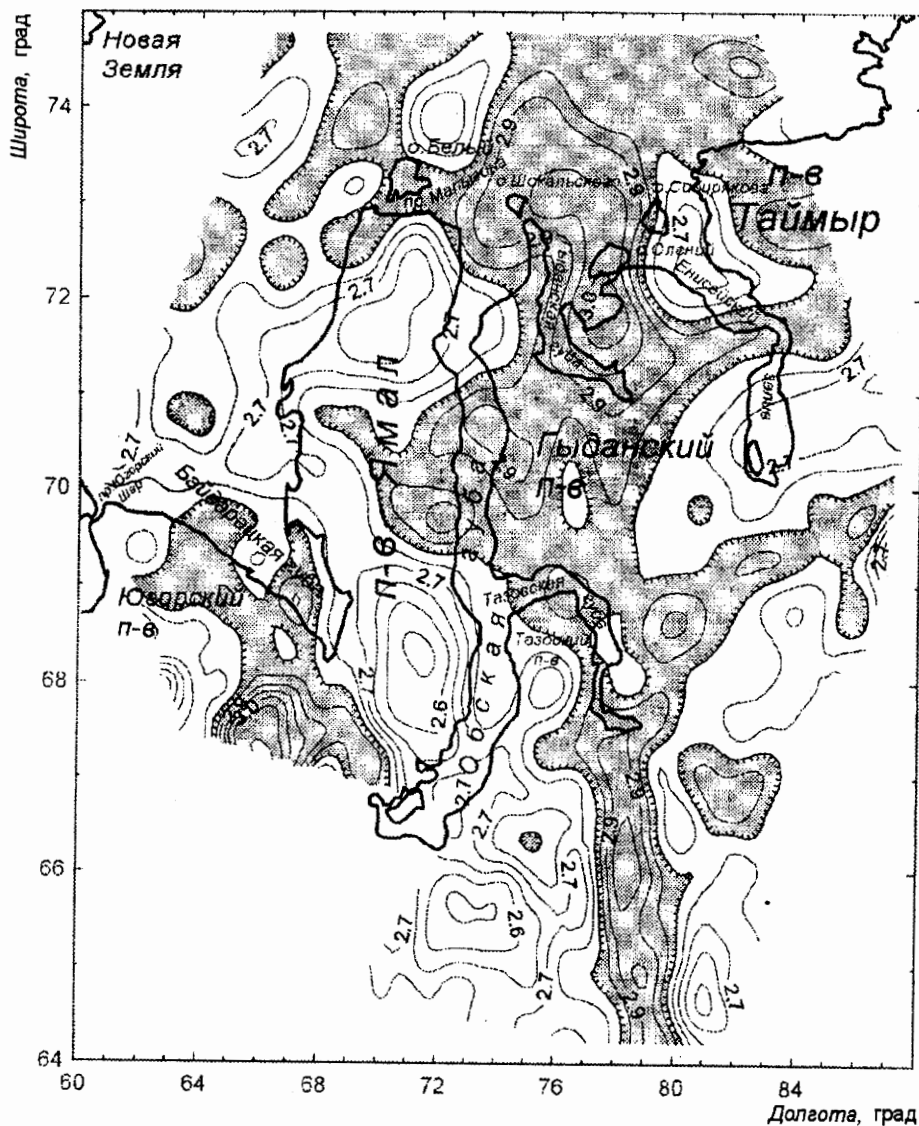


Рис. 3. Плотность фундамента.

Выделенные области соответствуют значениям плотности от 2,8 до 3 г/см³.

Результаты

Полученная схема распределения плотности фундамента северных районов Западной Сибири приведена на рис. 3. Видно, что плотность изменяется в широком диапазоне: от 2,55 до 3,1 г/см³, что лишней раз свидетельствует о резкой тектонической гетерогенности фундамента.

Примерно на половине изученной территории фундамент представлен типичной континентальной корой с плотностью 2,6–2,7 г/см³.

Всю центральную, наиболее погруженную часть региона занимает область с аномально высокой (от 2,8 до 3 г/см³) плотностью фундамента. Эта область пространственно точно соответствует депрессии Обского палеоокеана, чем подтверждается палеоокеанский генезис данной структуры.

Таким образом, выполненные исследования дали предварительную количественную оценку плотностной неоднородности фундамента северных районов Западной Сибири. Вместе с тем они показали и неизбежные недостатки использованного корреляционного метода прогноза плотности фундамента по гравиметрическим данным. Как и любая трансформация, этот метод не обеспечивает абсолютно “чистого” разделения гравитационного поля на составляющие.

В нашем случае (рис. 3) дополнительная область аномально высокой (2,8–3 г/см³) плотности фундамента выделена южнее Байдарацкой губы (крайняя юго-западная часть изученного региона). Здесь расположен Щучинский микроконтинент, фундамент которого практически выходит на поверхность и, по данным бурения, представлен гнейсами со средней плотностью 2,8 г/см³ [5]. В то же время области аномально глубокого залегания фундамента в Енисей-Хатангском прогибе (северо-восток региона) и Надымском бассейне (юг региона) отмечаются областями относительно низкой плотности фундамента (2,6–2,7 г/см³).

Причина погрешности метода заключается в том, что региональная структура гравитационного поля на севере Западной Сибири определяется на самом деле не одним, хотя и главным факторами — плотностной неоднородностью фундамента, а еще как минимум двумя факторам — длинноволновой составляющей рельефа поверхности фундамента и рельефом поверхности Мохоровичича.

В связи с этим в ходе будущих исследований мы намерены более детально изучить пространственную структуру гравитационного поля и ее неоднородность, набрать достаточную информацию о рельефе поверхности Мохоровичича и вариациях плотности верхней мантии, после чего выполнить на этой основе полноценное 3D-моделирование источников гравитационных аномалий на севере Западной Сибири.

Указатель литературы

1. *Aplonov S. V.* The tectonic evolution of West Siberia: an attempt at a geophysical analysis // *Tectonophysics*. 1995. Vol. 245. P. 61–84.
2. *Aplonov S. V.* An aborted Triassic ocean in West Siberia // *Tectonics*. 1988. Vol. 7. P. 1103–1122.
3. *Аплонov С. В.* Стрoение поверхности фундамента в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Енисей-Хатангского прогиба // *Советская геология*. 1987. № 5. С. 112–118.
4. *Физические свойства горных пород и полезных ископаемых* / Под ред. Н.Б. Дортман. М.: Наука. 1984. 455 с.
5. *Балабанова Т. Ф., Перугин Н. Н.* О докембрийских образованиях Западно-Сибирской плиты и ее обрамления // *Советская геология*. 1981. № 12. С. 76–87.

Исследования выполнены в Центре геодинамических исследований ТЕТИС в рамках контракта с Министерством топлива и энергетики РФ.