

С. Г. Сытник, С. В. Аплонов

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОГРУЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТА СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В 1989 г. была предложена геодинамическая модель фундамента Западно-Сибирского осадочного бассейна [1]. В последующие годы, по мере появления нового фактического материала, эта модель детализировалась и уточнялась [2, 3].

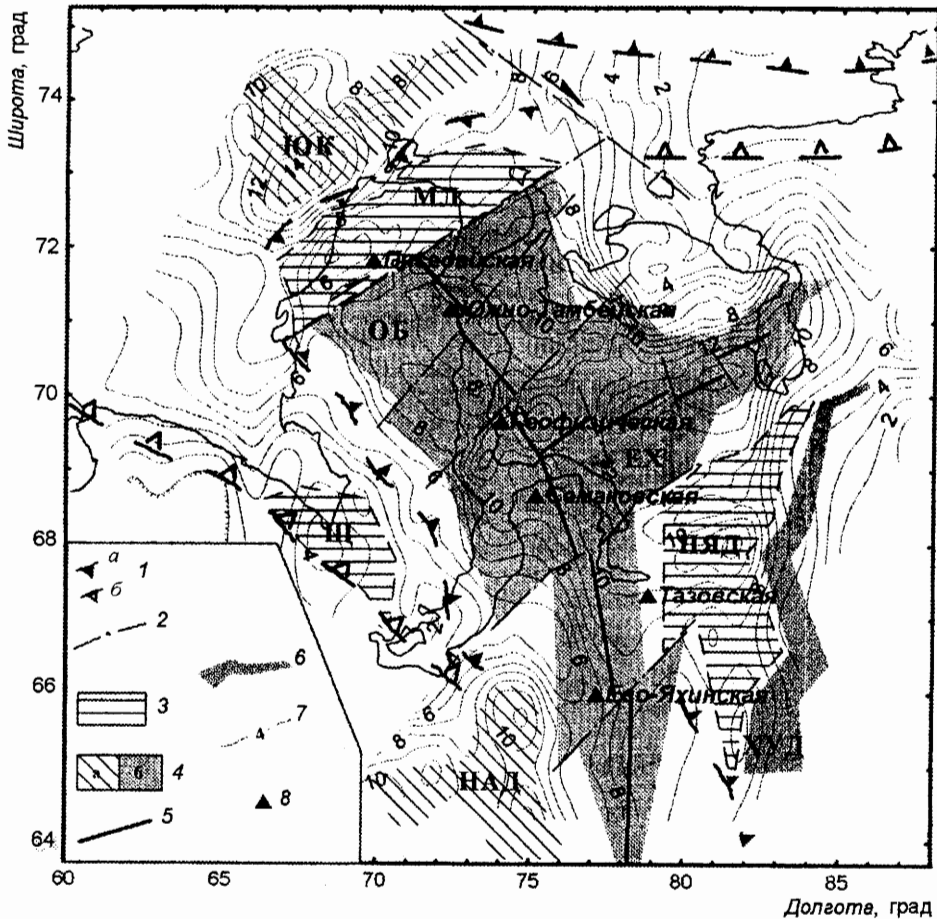


Рис. 1. Геодинамическая модель северных районов Западной Сибири [7, 8].

1 — конвергентные швы (а — герцинские, б — раннекаммерийские); 2 — трансформные разломы и сдвиги; 3 — микроконтиненты: МЛ — Малыгинский, ШЦ — Щучинский, НЯД — Нядожский; 4 — области палеоокеанской коры (а — остаточные бассейны, б — «несостоявшиеся океаны»); ЮК — Южно-Карский, НАД — Налымский, ОБ — Обский, ЕХ — Енисей-Хатангский; 5 — центр спрединга Обского палеоокеана; 6 — континентальные рифтовые зоны: ХУД — Худосейская; 7 — изогипсы поверхности фундамента, км; 8 — скважины параметрического бурения.

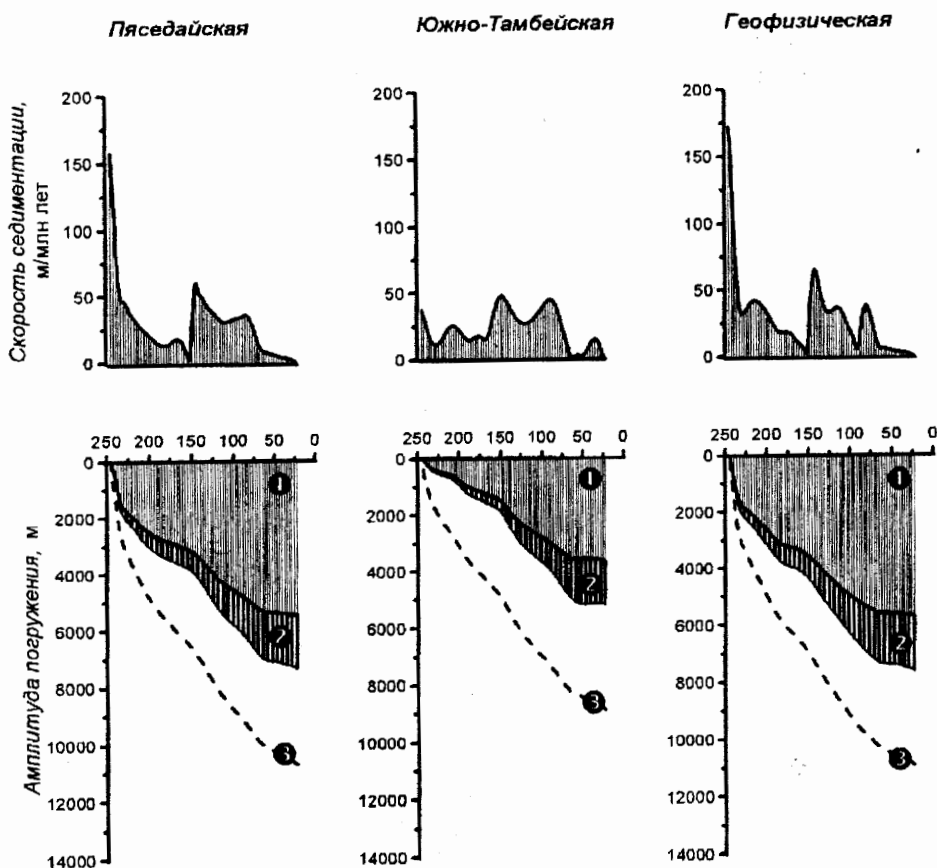
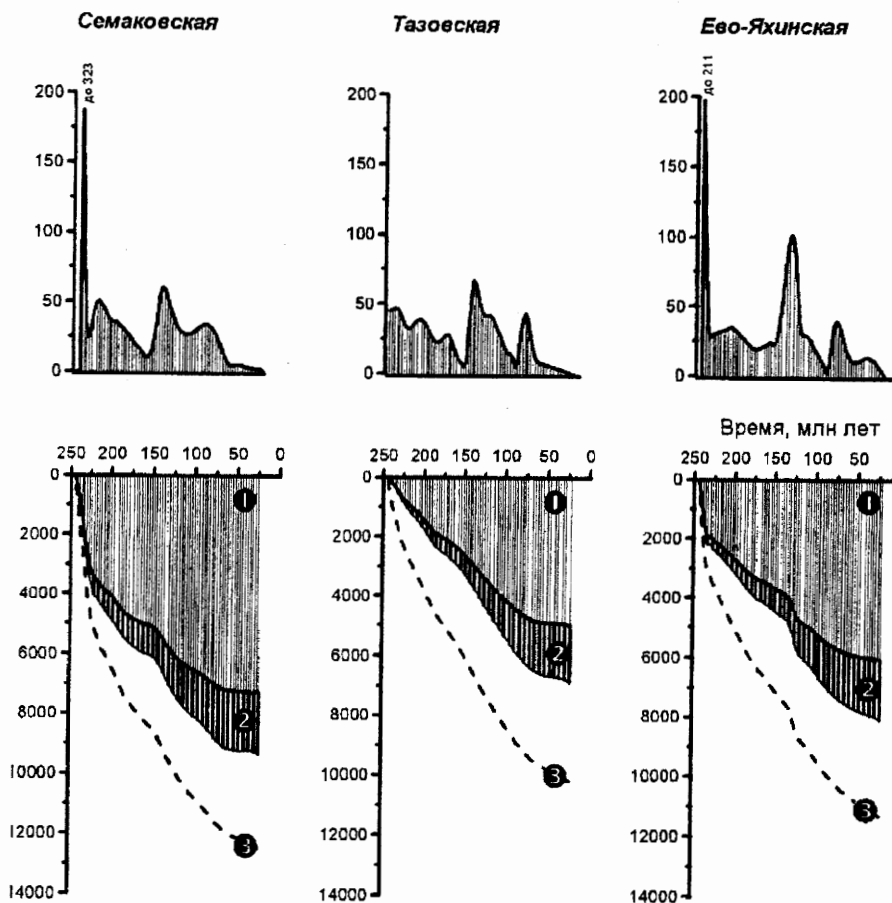


Рис. 2. Глубины погружения фундамента и скорости седиментации

1 — за счет веса осадков; 2 — за счет "тектонических" сил; 3 — расчетное погружение

На рис. 1 приведен фрагмент геодинамической модели для северных районов Западной Сибири (по состоянию на 1997 г.). Согласно этой модели, в фундаменте выделяются элементы нескольких геодинамических типов: герцинские конвергентные системы, микроконтиненты, области палеоокеанской коры и континентальные рифтовые зоны.

Большую часть территории занимает депрессия Обского палеоокеана [4] с поперечными размерами до 300 км, от которой на восток отходит Енисей-Хатангский прогиб. Глубина залегания фундамента в пределах Обского палеоокеана увеличивается с юга на север; максимальные отметки (13–15 км) — в районе сочленения с Енисей-Хатангским прогибом. Кора депрессии по своим геофизическим характеристикам имеет облик, чрезвычайно близкий к океанскому. При резком подъеме границы Мохоровичича (до 28–30 км) мощность консолидированной коры (без учета мощности осадочного чехла) составляет всего 12–15 км. Скорости Р-волн на поверхности фундамента возрастают до 7,0–7,2 км/с. Кроме того, в магнитном поле над Обским палеоокеаном выделяется система упорядоченных линейных магнитных аномалий, маркирующих древний спрединг и датированных триасом [2, 4, 5].



в северных районах Западной Сибири.

фундамента с учетом "нормального" океанского закона и веса осадков.

Одновременно с раскрытием Обского палеоокеана в его пределах шла лавинная седиментация. Это подтверждается данными сейсморазведки МОГТ и глубокого бурения [6], оценивающими мощность триасового комплекса на севере Западной Сибири в 4–6 км. По-видимому, именно лавинная седиментация на месте "действующего" центра спрединга и явилась одной из основных причин его отмирания. На решение данной проблемы направлены исследования, первые результаты которых описываются ниже.

В общем случае погружение палеоокеанского блока обуславливается двумя основными группами изостатических сил, действующих одновременно.

Первая группа сил (условно назовем их "тектоническими") связана с охлаждением, глубинной кристаллизацией и утяжелением палеоокеанского блока. По аналогии с известным законом Слейтера — Сорохтина [7] амплитуда данного погружения пропорциональна квадратному корню из времени.

Вторая группа сил связана с избыточным весом осадков, накапливающихся на поверхности погружающегося палеоокеанского блока.

Закон термического погружения (первая группа сил) нам неизвестен, поскольку в

случае с Обским палеоокеаном мы имеем специфическую геодинамическую обстановку (спрединг одновременно с лавинной седиментацией), которой трудно подобрать современный аналог. Поэтому именно этот закон должен являться объектом исследования.

Вместе с тем в нашем распоряжении имеются данные глубокого бурения по северу Западной Сибири, позволяющие дать строгую количественную оценку погружения Обского палеоокеана за счет веса накапливающихся осадков. Цель данной работы — реконструировать суммарное погружение фундамента на месте Обского палеоокеана в мезозое-кайнозое, рассчитать амплитуду избыточного погружения за счет веса осадков и, в итоге, оценить интенсивность термического погружения палеоокеанского блока фундамента, являющегося первопричиной формирования над ним глубокого осадочного бассейна.

### Исходные данные и методика

Данные параметрического бурения по шести скважинам взяты из Банка данных Центра геодинамических исследований ТЕТИС (ЦГИ ТЕТИС). Выбранные скважины характеризуют как саму депрессию Обского палеоокеана, так и его ближнее обрамление (рис. 1). Южно-Тамбейская, Геофизическая, Семаковская и Ево-Яхинская скважины находятся в пределах палеоокеанского блока, Тазовская — на его восточном борту, а Пяседайская — на северном борту (Мальгинский микроконтинент). Наиболее глубокая часть разреза, вскрытая бурением, — верхний триас (скважина Ево-Яхинская на глубине 5730 м). По каждой скважине использовалась следующая информация: название свиты, возраст, глубинный интервал (кровля/подошва), содержание различных типов пород в пределах одной свиты, условия осадконакопления (море/суша), плотности (отдельно по типам пород и средневзвешенные для свиты).

Плотность пород нижней (триасовой, иногда — ниже-среднеюрской) части осадочного чехла оценена по данным сейсморазведки КМПВ путем пересчета скоростей упругих волн.

По каждой из шести скважин для интервала от 245 млн лет (ранний триас, момент начала спрединга Обского палеоокеана, установленный путем интерпретации линейных магнитных аномалий [4, 5]) до 23 млн лет (неоген, перерыв в осадконакоплении) выполнены:

- оценка суммарного погружения фундамента;
- расчет амплитуды погружения за счет веса осадков;
- расчет амплитуды погружения за счет “тектонических” сил (термического погружения) как разности между суммарным погружением и погружением за счет веса осадков;
- расчет скоростей седиментации;
- расчет суммарного погружения фундамента в предположении, что термическое погружение определялось “нормальным” океанским законом (формулой Слейтера — Сорохтина).

При расчетах плотность астеносферы принималась равной  $3,2 \text{ г/см}^3$ . Точечные данные интерполированы с шагом 1 млн лет с помощью программы APPROX2 (разработка ЦГИ ТЕТИС). Результаты расчетов представлены на рис. 2.

### Основные выводы

Проведенные расчеты позволяют сделать следующие выводы.

- Современное суммарное погружение фундамента северных районов Западной Сибири примерно на 80 % обусловлено весом осадков. На долю “тектонических”

сил, связанных с термическим погружением блока Обского палеоокеана, приходится около 20 % амплитуды суммарного погружения.

— Для большей части изученной территории характерны лавинные (200–300 м/млн лет) скорости седиментации на начальном этапе формирования бассейна (триас). Исключения составляют районы Тазовской и Южно-Тамбейской скважин. Для первой это легко объяснимо, так как она, как уже сказано, находится за пределами депрессии Обского палеоокеана. Относительно низкие скорости седиментации в триасе для Южно-Тамбейской скважины (около 35 м/млн лет) пока не находят объяснения.

— Для всей изученной территории характерны четкие минимумы скоростей седиментации около 150 млн лет назад (конец поздней юры) и 100 млн лет (граница раннего и позднего мела). Эти минимумы точно совпадают с периодами глобальных регрессий [8], что подчеркивает идеально гармоничное развитие Западно-Сибирского бассейна в мезозое-кайнозое [9].

— В целом в пределах Обского палеоокеана погружение фундамента оказывается примерно на 30 % меньше, чем ожидаемое по “нормальному” океанскому закону с учетом погружения под действием веса осадков. Это вполне объяснимо на качественном уровне. Закон Слейтера — Сорохтина предложен для описания рельефа современных срединно-океанских хребтов, т. е. для спрединговых систем с интенсивным выносом глубинного тепла. В “несостоявшихся океанах” (типа Обского), как уже говорилось, спрединг сопровождается лавинной седиментацией, экранирующей тепловой поток и замедляющей глубинную кристаллизацию литосферы.

Следовательно, для описания постспрединговой эволюции структур типа Обского палеоокеана должны разрабатываться иные геодинамические модели, что и является предметом наших дальнейших исследований. Работа выполнена в Центре геодинамических исследований ТЕТИС в рамках контракта с Министерством топлива и энергетики РФ. Авторы выражают признательность Б. А. Лебедеву за консультации и помощь в подборе исходных данных.

#### Указатель литературы

1. Аплонов С. В. Палеогеодинамика Западно-Сибирской плиты // Советская геология. 1989. № 7. С. 27–36.
2. Aplonov S. V. The tectonic evolution of West Siberia: an attempt at a geophysical analysis // Tectonophysics. 1995. Vol. 245. P. 61–84.
3. Aplonov S., Kieniewicz P. M., Lebedev B. West Siberia gravity magnetics project // EXXON Exploration Company & TETHYS Geodynamical Research Center. Report. SPb., 1993.
4. Аплонов С. В. Геодинамика раннемезозойского Обского палеоокеана. М.: ИО АН СССР, 1987. 98 с.
5. Аплонов С. В. Магнитные аномалии внутренних районов Западной Сибири — возможные свидетельства древнего спрединга // Докл. АН СССР. 1990. Т. 310. № 5. С. 1079–1084.
6. Гиршгорн Л. Ш., Кабалык В. Г., Соседков В. С. Триасовые осадочные бассейны севера Западной Сибири // Бюл. МОИП. Отд. геологии. 1986. Т. 61. Вып. 6. С. 22–34.
7. Океанология. Геофизика океана. Т. 2: Геодинамика / Под ред. А. С. Монина, О. Г. Сорохтина. М.: Наука, 1979. 416 с.
8. Allen P., Allen J. Basin analysis. Oxford: Blackwell Scientific, 1993. 451 p.
9. Лебедев Б. А., Аплонов С. В. Гармоничные и дисгармоничные осадочные бассейны // Геология морей и океанов: Тез. докл. XII Международной школы морской геологии. Т. 1. М.: Геос, 1997. С. 21–22.