

В. Ю. КОСЫГИН, Ю. А. ПАВЛОВ

## РОЛЬ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА В ИСТОЛКОВАНИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ АНОМАЛИЙ В ЗОНЕ ПЕРЕХОДА ОТ АЗИАТСКОГО КОНТИНЕНТА К ТИХОМУ ОКЕАНУ

(Представлено академиком Ю. А. Косыгиным 6 VI 1974)

Краевой эффект теоретически был установлен Гельмертом на основании теории изостазии. Он проявляется в виде сопряженных положительных и отрицательных поясов аномалий вдоль окраин континентов. Образуется краевой эффект за счет сложения гравитационного влияния рельефа земной поверхности и рельефа подошвы коры (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>).

Экспериментальные измерения на окраинах континентов подтвердили реальность существования аномалий, подобных краевому эффекту. В ряде случаев устанавливается близкое совпадение наблюдаемых и теоретически вычисленных значений аномалий силы тяжести, а в некоторых случаях отмечаются значительные расхождения между ними.

В (<sup>3</sup>) показано, что амплитуда и горизонтальные градиенты аномалий Гельмерта в значительной степени зависят от угла наклона континентального склона (чем круче склон, тем более резко выражен краевой эффект) и в меньшей степени от эффективной плотности на границе кора — мантия и от глубины изостатической поверхности или толщины земной коры.

Различия теоретических и реально наблюдаемых аномалий обусловлены как отклонениями от изостазии земной коры, так и плотностными неоднородностями внутри последней, которые не учитываются при вычислении теоретического краевого эффекта Гельмерта.

В случае изостатически уравновешенных форм рельефа, имеющих поперечные размеры, сравнимые с мощностью коры под ними, имеет место эффект сложения краевых аномалий от обоих бортов структуры (<sup>2</sup>). При этом, в результате сложения этих аномалий над положительными неотектоническими структурами, образуется положительная аномалия, а над отрицательными — отрицательная.

Авторами проанализировано соотношение краевого эффекта с наблюдаемыми аномалиями Фая на базе четырех профилей, характеризующих наиболее типичные случаи перехода от суши к морю в пределах зоны сочленения Азиатского континента с Тихим океаном (рис. 1).

Каждый профиль отражает одну из следующих четырех ситуаций: переход от континента к глубоководной котловине (профиль I—I'); переход от шельфа к глубоководной котловине (профиль II—II'); переход от континента к шельфу (профиль III—III'); переход от котловины к подводному хребту или острову (профиль IV—IV'). Вдоль этих профилей был рассчитан суммарный гравитационный эффект от поверхности Мохоровичича и рельефа дна и суши, а также определено теоретическое положение подошвы коры, необходимое для обеспечения изоста-

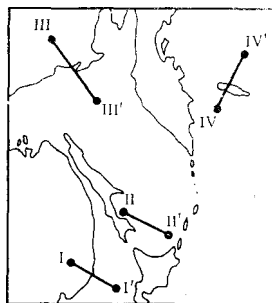


Рис. 1. Схема расположения профилей

тического уравнивания топографических нагрузок согласно гипотезе Эри, и вычислен теоретический краевой эффект, который наблюдался бы при полном соблюдении изостазии земной коры (рис. 2).

При расчетах плотность земной коры принята равной 2,67, плотность морской воды 1,03, плотность мантии 3,1 г/см<sup>3</sup>. Полученные теоретические кривые сопоставлены с наблюдаемыми вдоль профилей аномалиями Фая.

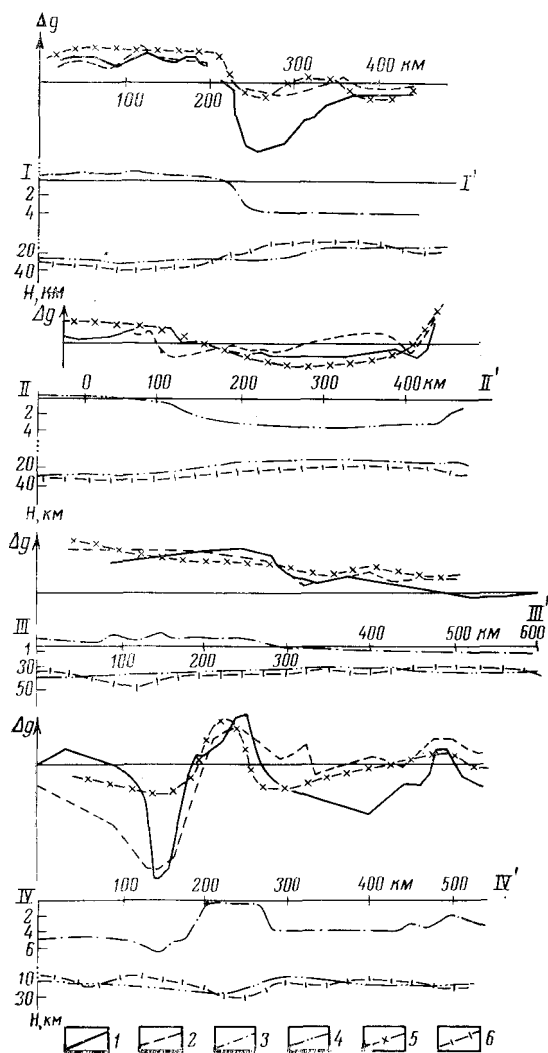


Рис. 2. Геофизические профили и разрезы вдоль них. 1 — кривая краевого эффекта, вычисленная с учетом реального положения подошвы коры; 2 — наблюдаемое вдоль профиля гравитационное поле Фая; 3 — рельеф земной поверхности и дна моря; 4 — поверхность Мохорвичича; 5 — кривая краевого эффекта, вычисленного для случая осуществления изостазии коры; 6 — теоретическое положение подошвы коры, отвечающее принятым условиям изостазии

Данные о мощности земной коры — по результатам ГСЗ (4-6).

На разрезе I—I' представлен случай перехода от континента к глубоководной котловине Японского моря, характеризующийся резким перепадом рельефа. В наблюдаемом поле в этом районе отчетливо выделяются сопряженные максимумы и минимумы, по внешнему виду напоминающие аномалии краевого эффекта. Однако при сопоставлении наблюдаемой кривой с вычисленной кривой суммарного гравитационного влияния подошвы коры и рельефа земной поверхности устанавливается, что минимум краевого эффекта, приуроченный к континентальному склону, примерно на 100 мгл интенсивнее наблюдаемого минимума. Здесь, по-видимому, имеет место уплотнение в земной коре. В пользу этого соображения свидетельствует расположенная вдоль побережья Приморья полосовая положительная

магнитная аномалия, вероятно, связанная с породами основного состава (7).

Примечательно, что при сопоставлении мощности земной коры вдоль этого профиля, установленной по данным ГСЗ, с теоретической мощностью, необходимой для выполнения условий изостазии, устанавливается избыток мощности коры в районе континентального склона и прилегающей части ложа котловины на 5–7 км.

Краевой эффект, вычисленный с учетом теоретического положения подошвы коры, отвечающего условиям изостазии, практически совпадает с наблюдаемыми аномалиями Фая. Этот факт указывает на то, что избыток мощности коры, по сравнению с теоретической мощностью, здесь обусловлен соответствующим уплотнением вещества земной коры.

На разрезе III–III' также показан переход от континента к морю, но, в отличие от рассмотренного выше примера, здесь наблюдается очень плавный переход от суши в шельфовую область Охотского моря. Краевой эффект вдоль этого профиля проявляется в относительно слабо выраженных смежных максимуме и минимуме, суммарная амплитуда которых составляет около 100 мгл. Краевые эффекты, вычисленные с учетом как действительной, так и теоретической мощностей коры близко совпадают с наблюдаемыми аномалиями Фая. Это свидетельствует об изостатической уравновешенности коры в этом районе и обусловленности аномалий краевым эффектом.

На разрезе II–II', проходящем через присахалинский шельф и Курильскую глубоководную котловину, наблюдается ситуация, промежуточная между двумя рассмотренными выше примерами. Наблюдаемые аномалии Фая частично объясняются краевым эффектом, а частично — плотностными неоднородностями коры и, возможно, верхней мантии.

В районе перехода от глубоководной котловины Берингова моря к островной дуге и подводному хребту Ширшова (разрез IV–IV') (см. рис. 2) наблюдаемое поле характеризуется наличием максимумов амплитудой в несколько десятков миллигалл над островной дугой и подводным хребтом и интенсивного минимума интенсивностью около 300 мгл над глубоководным желобом. Вычисленный краевой эффект в районе желоба и островной дуги в целом хорошо совпадает с наблюдаемыми аномалиями, но наблюдаемый минимум над желобом значительно шире минимума краевого эффекта. Примечательно, что теоретический минимум краевого эффекта, вычисленного для случая выполнения изостатического равновесия земной коры, по интенсивности в 2–3 раза меньше наблюдаемых аномалий и краевого эффекта, отвечающего реальному положению подошвы земной коры. По-видимому, это обусловлено локальным уплотнением вещества верхней мантии под глубоководным желобом. Как показали результаты комплексной интерпретации гравиметрических и сейсмических данных, относительное уплотнение составляет 0,1–0,2 г/см<sup>3</sup> (8).

В районе подводного хребта Ширшова устанавливается близкое соответствие наблюдаемых аномалий и вычисленных величин краевого эффекта. В то же время, в пределах Алеутской котловины аномалии Фая хорошо согласуются со значениями  $\Delta g$ , соответствующими условиям изостатической уравновешенности земной коры, но существенно отличаются от величин краевого эффекта, вычисленных по реальному положению подошвы земной коры. По-видимому, в районе этой котловины сказывается наложение эффектов от островной дуги и подводного хребта Ширшова. Непосредственно над хребтом Ширшова все три кривые близко совпадают друг с другом.

Резюмируя сказанное, можно отметить, что при интерпретации гравитационных аномалий в зоне сочленения континента и океана необходимо проводить предварительную оценку величины краевого эффекта и его роли в формировании прибрежных аномалий и аномалий в районах склонов глубоководных котловин.

Сопоставление величин краевого эффекта с наблюдаемыми аномалиями позволяет ориентировочно оценивать изостатическое состояние земной коры в соответствующих зонах.

В то же время, игнорирование краевого эффекта в ряде случаев может привести к преувеличенной оценке изостатической неуравновешенности земной коры и, следовательно, преувеличению роли вертикальных движений земной коры.

Институт тектоники и геофизики  
Дальневосточного научного центра  
Академии наук СССР  
Хабаровск

Поступило  
20 V 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Л. В. Сорокин, Гравиметрия и гравиметрическая разведка, М., 1953. <sup>2</sup> В. А. Литинский, В сб.: Геоморфология и геофизика, «Наука», 1972. <sup>3</sup> Ю. П. Белов, Е. Н. Исаев, С. А. Ушаков, В сб.: Морские гравиметрические исследования, в. 4, М., 1969. <sup>4</sup> Строение земной коры в зоне перехода от Азиатского континента к Тихому океану, «Наука», 1964. <sup>5</sup> Глубинное сейсмическое зондирование земной коры Сахалино-Хоккайдо-Приморской зоны, «Наука», 1971. <sup>6</sup> В. В. Аргентов и др., В сб.: Геофизические исследования строения земной коры и верхней мантии в зоне перехода от Азиатского материка к Тихому океану, в. 24, Южно-Сахалинск, 1970. <sup>7</sup> М. Л. Красный, ДАН, т. 190, № 2 (1970). <sup>8</sup> А. Г. Гайнанов, Ю. А. Павлов и др., Аномальные гравитационные поля дальневосточных окраинных морей и прилегающей части Тихого океана, Новосибирск, 1974.