

Эффект топографии по результатам земноприливных наблюдений на станции "Березовая Рудка"

© **В.Г. Баленко**, А.М. Кутный, Т.Н. Бабич, 2010

Полтавская гравиметрическая обсерватория
Института геофизики НАН Украины, Полтава, Украина

Поступила 14 апреля 2009 г.

Представлено членом редколлегии А.В. Кендзерой

Для врахування ефекту топографії в земноприливних нахиломірних спостереженнях розроблено декілька математичних методів обчислення відповідних поправок. На жаль, вони неминуче містять певні допущення, а порівняння поправок з їх реальними значеннями практично нездійснимо. Уперше така можливість з'явилася після завершення земноприливних спостережень у регіоні Дніпровсько-Донецької западини на одній із станцій — "Березова Рудка". Публікація містить методику, отримані результати та аналіз цього порівняння.

Several mathematical methods of calculation of corresponding corrections were worked out for allowance of the effect of topography in earth-tidal tiltmetric observations. Unfortunately, there are inevitable assumptions in them, but to compare the corrections with their real value it is considered to be practically impossible. In the result of analysis of tidal observations in the region of Dniprovs'ko-Donetsk depression it was clear for the first time that on one of the stations it is possible. This publication contains the methods and results of the effect of topography on "Berezova Rudka" station.

Земной упругий прилив охватывает Землю от центра до ее поверхности. Поэтому пионерам земноприливных наблюдений казалось, что достаточно провести наклонмерные наблюдения в нескольких пунктах в различных регионах земного шара и проблема определения глобальных характеристик волн упругого прилива будет решена.

Так было бы, если бы Земля была однородным шаром. В действительности земноприливные наблюдения ведутся на поверхности коры, состоящей из отдельных блоков, которые движутся относительно друг друга, содержат разломы и имеют сложную геологическую структуру. Поверхность Земли в окрестностях пунктов наблюдений имеет определенную топографию. Большая часть коры покрыта морями и океанами, которые также подвержены приливам.

В результате влияния этих факторов наклонмерные земноприливные наблюдения кроме искажений метеорологического происхождения содержат вклады нескольких косвенных эффектов: влияние ближних и дальних зон океанического прилива, топографии, геолого-тектонических условий, особенностей установки приборов. Для их исключения из результатов наблюдений разработаны математические методы. К сожалению, они неизбежно содержат некоторые предположения и допущения. Оценка степени достоверности теоретически вычисленных поправок путем сравнения их величин с данными, полученными из наблюдений земных приливов, является задачей первостепенной важности.

Решение такой задачи кажется в принципе неосуществимым, поскольку заранее необходимо знать параметры приливных волн, сво-

бодных от вклада исследуемого косвенного эффекта на изучаемой станции.

Как исключение, для косвенного эффекта топографии при соблюдении нескольких условий задача сравнения величины данного эффекта, вычисленного и полученного из земноприливных наблюдений, может быть решена. Для этого наклонмерные земноприливные наблюдения следует выполнить на территории размером несколько сотен километров, расположенной в глубине континента, чтобы влияние ближних зон океанического прилива было пренебрежимо малым, а влияние дальних зон проявлялось в виде почти постоянного фона. Регион должен перекрываться километровой толщей мягких осадочных пород, которые бы исключили влияние разломов в кристаллической подошве полигона. Гористая местность, щиты непригодны для решения такой задачи. Для строительства наклонмерных станций следует выбирать место со спокойным рельефом. Большие перепады высот должны находиться не ближе нескольких километров. При наблюдениях в шахтах и штольнях следует исключить эффект полости [Баленко и др., 2007].

Перечисленным выше условиям соответствуют территория Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) и земноприливные наклонмерные наблюдения по профилю Киев — Артемовск [Баленко, 1980]. Средние значения амплитудного фактора γ и фазового сдвига $\Delta\phi$, полученные на станциях этого профиля, за исключением станции "Березовая Рудка", следует считать региональными и свободными от эффекта топографии.

На станции "Березовая Рудка" профиля Киев — Артемовск условия рельефа в окрестности геофизического шурфа не удовлетворяют перечисленным выше условиям, но благоприятны для сравнения вычисленного и наблюдаемого эффектов топографии. В трех направлениях — на юг, запад и восток, на несколько километров протянулась плоская равнина, которая в северном направлении ограничена обрывом высотой 10—15 м, протянувшимся далеко в широтном направлении, за которым к северу находится заболоченный луг — заплава р. Удай (рис. 1). Рельеф в виде ступеньки здесь благоприятен для вычисления поправки за эффект топографии. На этой станции его величина вычислена Л. Е. Хасилевым [Баленко, 1981].

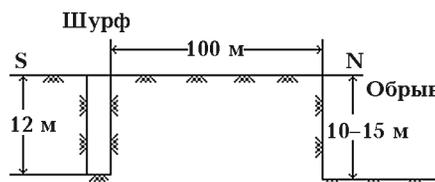


Рис. 1. Схема рельефа вблизи геофизического шурфа на станции "Березовая Рудка". 31.10.1972 г.

Результаты наклонмерных наблюдений были переобработаны и уточнены на станциях "Карло-Либкнехтовск" (Соледар), "Судиевка", "Березовая Рудка", "Покровская Багачка" и "Катериновка". Поправки за влияние дальних зон океанического прилива по волне M_2 для наклонмерных станций региона ДДВ были вычислены Б. П. Перцевым в Институте физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР [Баленко, Перцев, 1987]. Для целей данной работы они имеют существенное значение только для параметра $\Delta\phi$ в направлении Е—W. Здесь они уменьшаются от 3° на западе до 1° на востоке ДДВ (см. таблицу). Поправки за влияние дальних зон океанического прилива в амплитуды приливных волн для региона ДДВ проявляются в виде почти постоянного фона, и для решения поставленной задачи не было необходимости их вводить.

Из данных таблицы следует вывод, что наблюдаемый эффект топографии на станции "Березовая Рудка", как и следовало ожидать, имеет значимую величину только в направлении N—S — она существенно больше величины, вычисленной Л. Е. Хасилевым. Одна из возможных причин такого несоответствия заключается в том, что для вычислений Л. Е. Хасилев использовал данные упругих и пластических свойств суглинков из таблиц, полученных на основании исследования кернов грунтов.

Наклонмерные наблюдения в регионе ДДВ показали, что суглинки при изучении в лаборатории и в условиях их естественного залегания проявляют диаметрально противоположные свойства. В лаборатории керны суглинков при длительных нагрузках представляют собой пластичное тело, а в условиях естественного залегания — упругое. Этот вывод сделан из следующих наблюдений. Когда на расстоянии 5—10 м от шурфа, где уста-

Результаты наклономерных земноприливных наблюдений по профилю
Киев — Артемовск

| Станция | N—S | | E—W | |
|--|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| | γ | $\Delta\varphi$ | γ | $\Delta\varphi$ |
| Карло-Либкнехтовск (Соледар) | 0,6854 $\pm 0,0013$ | 0,50 $\pm 0,23$ | 0,7166 $\pm 0,0007$ | 0,31 $\pm 0,06$ |
| Катериновка | 0,6829 $\pm 0,0090$ | -5,45 $\pm 0,94$ | 0,7140 $\pm 0,0060$ | 1,48 $\pm 0,48$ |
| Шевченково | 0,6990 $\pm 0,0080$ | -0,57 $\pm 1,00$ | 0,7100 $\pm 0,0070$ | -1,90 $\pm 1,08$ |
| Судиевка | 0,6788 $\pm 0,0008$ | 0,70 $\pm 0,10$ | 0,7194 $\pm 0,0007$ | -1,96 $\pm 0,10$ |
| Покровская Багачка | 0,6785 $\pm 0,0013$ | 1,10 $\pm 0,11$ | 0,7189 $\pm 0,0010$ | -0,64 $\pm 0,08$ |
| Региональные для ДДВ | 0,6849 $\pm 0,0027$ | -0,74 $\pm 0,31$ | 0,7158 $\pm 0,0021$ | -0,54 $\pm 0,27$ |
| Березовая Рудка | 0,7114 $\pm 0,0014$ | -1,28 $\pm 0,12$ | 0,7166 $\pm 0,0020$ | -0,87 $\pm 0,16$ |
| Эффект топографии: наблюдения на ст. «Березовая Рудка» | 0,0265 | -0,54 | 0,008 | -0,27 |
| вычисленный Л. Е. Хасилевым | 0,0088 | -0,07 | -0,0014 | -0,06 |

новлен наклономер, прикладывается нагрузка (например, останавливается трактор), то запись наклонов смещается скачком. Спустя несколько часов, когда нагрузка исчезает, запись таким же скачком смещается в противоположном направлении (рис. 2). Релаксации напряжений не наблюдается за время длительностью до 10 ч.

Выводы. Для уточнения результатов земноприливных наклономерных наблюдений использование теоретически вычисленных поправок за эффект топографии, а также поправок за эффект полости, является неразрешенной проблемой. Поэтому для определения региональных величин амплитуд и фаз волн упругого прилива наклономерные наблюдения следует выполнять на местности, где эффект топографии заведомо отсутствует. Земнопри-

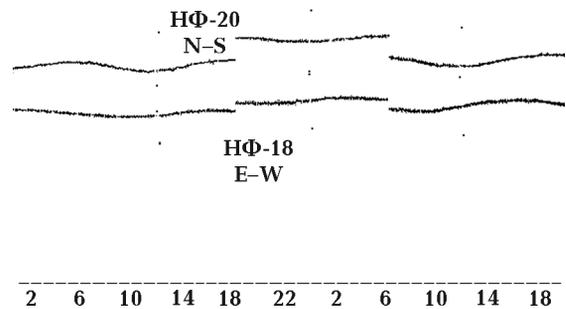


Рис. 2. Фрагмент записи наклонов земной поверхности в момент приложения и снятия нагрузки вблизи шурфа. Станция "Березовая Рудка". 31.10.1972 г.

ливные наблюдения, выполненные по профилю Киев — Артемовск, дают для этого необходимые и достаточные рекомендации.

Список литературы

- Баленко В. Г.* Исследование наклонов земной поверхности по профилю Киев — Артемовск. — Киев: Наук. думка, 1980. — 173 с.
- Баленко В. Г.* Эффект топографии в приливных наклонах на станциях профиля Киев — Артемовск // Вращение и прилив. деформации Земли. — 1981. — Вып. 13. — С. 3—10.
- Баленко В. Г., Перцев Б. П.* Определение чисел Лява по результатам земноприливных наблюдений в регионе Днепровско-Донецкой впадины // Кинематика и физика небес. тел. — 1987. — 3. — С. 45—48.
- Баленко В. Г., Бабич Т. Н., Кутный А. М.* Изучение эффекта полости по результатам приливных наклономерных наблюдений // Геофиз. журн. — 2007. — 29, № 5. — С. 185—190.