

УДК 550.312

О влиянии изменения уровня грунтовых вод на некоторые характеристики гравитационного поля в Полтаве

В. Б. Бакушевич, П. Д. Двулит

Установлено, что сезонные колебания уровня грунтовых вод порядка 2 м приводят к изменению ускорения свободного падения с амплитудой до $30 \cdot 10^{-8}$ м/с², которое обуславливает вариации составляющих уклонений отвеса около 0.001" и изменение высоты квазигеоида, достигающей 2 мм. Поэтому при проведении высокоточных гравиметрических, астрометрических и геодезических работ специального назначения необходимо учитывать изменения уровня грунтовых вод.

ON THE INFLUENCE OF UNDERGROUND WATER LEVEL VARIATIONS ON SOME GRAVITATIONAL FIELD CHARACTERISTICS IN POLTAVA, by Bakushevich V. B., Dvulit P. D.—It is established that the seasonal underground water level variations (about 2 m) lead to a free-fall acceleration variation with an amplitude of $30 \cdot 10^{-8}$ m/s², that in turn causes variations of deflection of the vertical ($\sim 0.001''$) as well as the height variation of quasi-geoid (up to ~ 2 mm). Therefore the underground water level variations should be taken into consideration during precise gravimetric, astrometric and geodetic works.

Неприливные изменения силы тяжести во времени вызываются различными причинами. Одной из них, отмеченной в работе [1], могут быть периодические и непериодические изменения количества воды в самых верхних частях литосферы. Влияние изменения уровня грунтовых вод на вариации ускорения свободного падения определяется формулой [1]:

$$\Delta g = 2\pi f \sigma h, \quad (1)$$

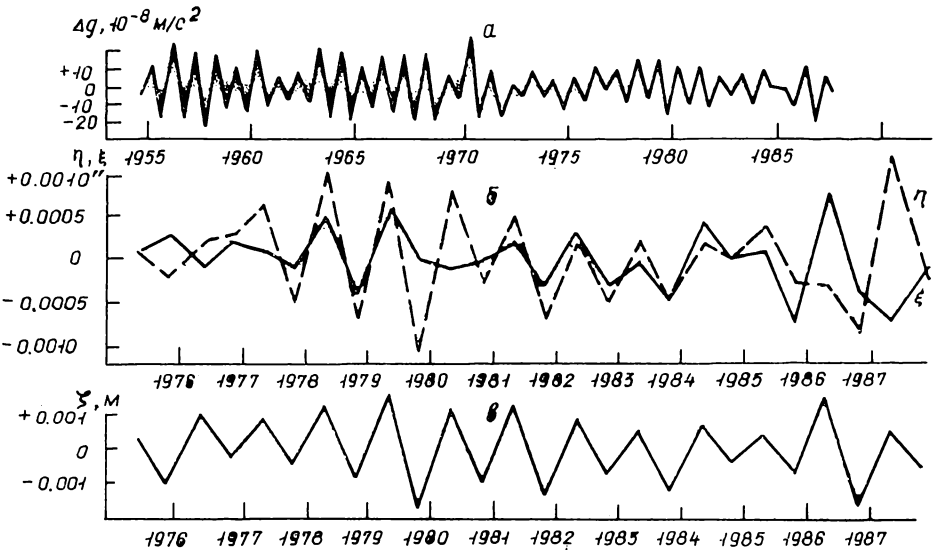
где f — гравитационная постоянная; σ — объемный коэффициент водоотдачи горных пород, выраженный в долях единицы и численно равный максимально возможному изменению плотности этой породы; h — амплитуда изменения уровня грунтовых вод.

При максимальных значениях годовой амплитуды уровня грунтовых вод изменения ускорения свободного падения достигают 107×10^{-8} м/с² [1].

Цель данной работы — определение максимально возможного влияния изменения уровня грунтовых вод на вариации силы тяжести во времени, на вариации составляющих отвесной линии и на изменения высоты квазигеоида в Полтаве, где ведутся высокоточные гравиметрические наблюдения, астрономические определения времени и широты, наклономерные работы. Для этого проанализирован материал об изменении уровня грунтовых вод по 51 скважине, расположенных в 11 пунктах на территории Полтавской, Харьковской и Сумской областей.

Известно, что уровень грунтовых вод в основном зависит от количества осадков в данном районе. Поэтому его экстремальные значения могут приходиться на различное время в разные годы. В нашем случае максимумы бывают в конце февраля, марте, апреле, мае, а минимумы — в конце августа, сентябре, октябре, ноябре, декабре. В каждом из этих двух периодов значения уровня грунтовых вод различаются, как правило, в пределах ошибок единичного определения (± 25 см). Для наших целей достаточно определить изменения уровня грунтовых вод, например, между апрелем и октябрём. Исследования проводились следующим образом. По среднемесячным значениям уровня грунтовых вод в апреле и октябре определялись его изменения в каждой сква-

жине. Согласно данным геологических разрезов по каждой скважине выбирался объемный коэффициент водоотдачи горных пород, который оказался одинаковым для всех скважин: $\sigma = 0.42 \text{ г/см}^3$. После этого вычислялись вариации ускорения свободного падения по формуле (1) для каждой скважины и усреднялись по пунктам наблюдений. Затем по данным изменения гравитационного поля строились карты изолиний вариаций силы тяжести, обусловленных влиянием колебания уровня



Влияние изменения уровня грунтовых вод на исследуемые характеристики гравитационного поля в Полтаве

грунтовых вод. С помощью палетки Еремеева [2] по формулам Веннинг-Мейнеса для Полтавы вычислялось влияние изменения уровня грунтовых вод на вариации составляющих ξ и η уклонений отвесной линии в плоскостях меридиана и первого вертикала, а также на изменение высоты квазигеоида ζ .

Результаты вычислений показаны на рисунке:

а) влияние колебания уровня грунтовых вод на вариации ускорения свободного падения Δg в Полтаве с апреля 1954 по октябрь 1987 г. (учитывалась центральная зона радиусом $r_0 = 5 \text{ км}$);

б) влияние колебания уровня грунтовых вод на изменения составляющих η и ξ уклонения отвеса в Полтаве с октября 1974 по октябрь 1987 г. (учитывалась ближняя зона радиусом $r = 100 \text{ км}$);

в) влияние колебания уровня грунтовых вод на изменения высоты квазигеоида ζ в Полтаве с октября 1974 по октябрь 1987 г. (учитывалась ближняя зона радиусом $r = 100 \text{ км}$).

Из приведенного рисунка видно, что даже небольшие изменения уровня грунтовых вод (порядка 2 м) существенно влияют на исследуемые характеристики гравитационного поля в Полтаве, и это влияние имеет сезонный характер. Так, изменения ускорения свободного падения достигают $30 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}^2$, вариации составляющих уклонения отвеса равны примерно $0.001''$, изменения высоты квазигеоида могут достигать 2 мм.

Таким образом, при исследовании изменений локального гравитационного поля во времени в Полтаве наряду с повторными измерениями силы тяжести, повторным нивелированием, астрономическими определениями времени и широты, наклономерными работами необходимо вести систематические наблюдения за изменениями уровня грунтовых вод.

В заключение отметим, что для более полного учета влияния изменения уровня грунтовых вод на характеристики гравитационного поля желательно увеличить радиус учитываемой области и плотность пунктов вокруг исследуемого.

1. Вихирев Б. В. Некоторые причины изменения во времени силы тяжести на поверхности Земли // Прикл. геофизика.— 1976.— Вып. 83.— С. 131—143.
2. Еремеев В. Ф. Расчет палетки для вычисления высот квазигеоида и уклонов отвеса по формулам Стокса и Веннинг-Мейнеса // Тр. ЦНИИ геод., аэросъемки и картогр.— 1957.— Вып. 121.— С. 43—75.

Полтав. гравиметр. обсерватория
Ин-та геофизики им. С. И. Субботина АН УССР,
Львов. политехн. ин-т им. Ленин. комсомола

Поступила в редакцию
07.05.88

РЕФЕРАТ ПРЕПРИНТА

УДК 524.5

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ГИГАНТСКИХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОБЛАКАХ. I. СПЕКТРЫ В ИНЕРЦИОННОМ ИНТЕРВАЛЕ / Огульчанский Я. Ю.

(Препринт / АН УССР. Ин-т теорет. физики; ИТФ-88-167Е)

В настоящее время много внимания уделяется исследованию гигантских молекулярных облаков (ГМО) и происходящих в них процессов звездообразования. Для решения проблемы строения таких облаков важно определить роль внутренних движений в них. Как известно, внутренние случайные движения в ГМО в основном сверхзвуковые. Свойства таких случайных сверхзвуковых движений — сверхзвуковой турбулентности (СЗТ) существенно отличаются от свойств турбулентности в несжимаемой жидкости. Детального описания СЗТ пока нет. Однако можно делать выводы о корреляционных свойствах физических величин на масштабах l инерционного интервала: $l_0 \leq l \leq L$ (l_0 и L — внутренний и внешний масштабы турбулентности). Один из известных примеров — колмогоровский спектр турбулентности в несжимаемой жидкости. В данной работе на основании метода, предложенного С. С. Моисеевым и др., найдены некоторые спектральные характеристики стационарной, однородной и изотропной СЗТ, поддерживаемой случайной силой, имеющей гауссовское распределение вероятности и дельта-коррелированной по времени. В частности, для спектра кинетической энергии СЗТ в изотермической среде получено в инерционном интервале $E(k) = \rho_0 \bar{\epsilon}^{2/3} k^{-5/3} f\left(\frac{\bar{\epsilon}}{kc_0^3}\right)$, где ρ_0 — средняя плотность; $\bar{\epsilon}$ — средняя диссипация в единице объема; c_0 — скорость звука. Вид функции f удается определить только для некоторых предельных случаев, однако ясно, что уменьшение E с увеличением k более крутое, чем в случае несжимаемой жидкости. Для СЗТ в среде с показателем аднабаты $\gamma \neq 1$ найдены выражения для спектров, содержащих величину $s = \frac{\gamma}{\gamma-1} \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{\gamma-1}$. Эти выражения в инерционном интервале не содержат произвольных функций и имеют степенной вид. В работе также анализируется влияние магнитного поля в ГМО на спектры турбулентности и обсуждаются в свете полученных результатов данные наблюдений СЗТ в ГМО.

Основные выводы: 1. В турбулентной среде ГМО должен существовать протяженный диапазон масштабов, где инерционные турбулентные спектры имеют степенной характер. Полученный спектр кинетической энергии более крутой по сравнению с колмогоровским; 2. Для ГМО и областей в них с магнитным полем, в которых выполняется условие $xn(l) (T/10 \text{ K})^{1/2} (l/1 \text{ пк}) \leq 10^{-3}$ (x — степень ионизации, n (см⁻³) — концентрация), спектр турбулентности такой же, что и в немагнитных облаках. При более высокой степени ионизации реализуется спектр, соответствующий МГД-турбулентности полностью ионизованного вещества; 3. Длина корреляции наблюдаемых статистических характеристик в ГМО-флюктуациях центральных скоростей значительно меньше длины корреляции флюктуаций скорости и не противоречит существованию спектра.