

УДК 528.21

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ УСКОРЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ, ВЫЗВАННАЯ КОЛЕБАНИЯМИ УРОВЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВСЛЕДСТВИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА ПОЛОЦКОЙ ГЭС

К.И. МАРКОВИЧ

(Полоцкий государственный университет)

Анализируется влияние вариаций гравитационного поля, вызванных колебаниями уровнями поверхностей вследствие заполнения водохранилища Полоцкой ГЭС. Вычислены поправки в отметки реперов, находящихся в экстремальных по изменению потенциала при заполнении водохранилища местах.

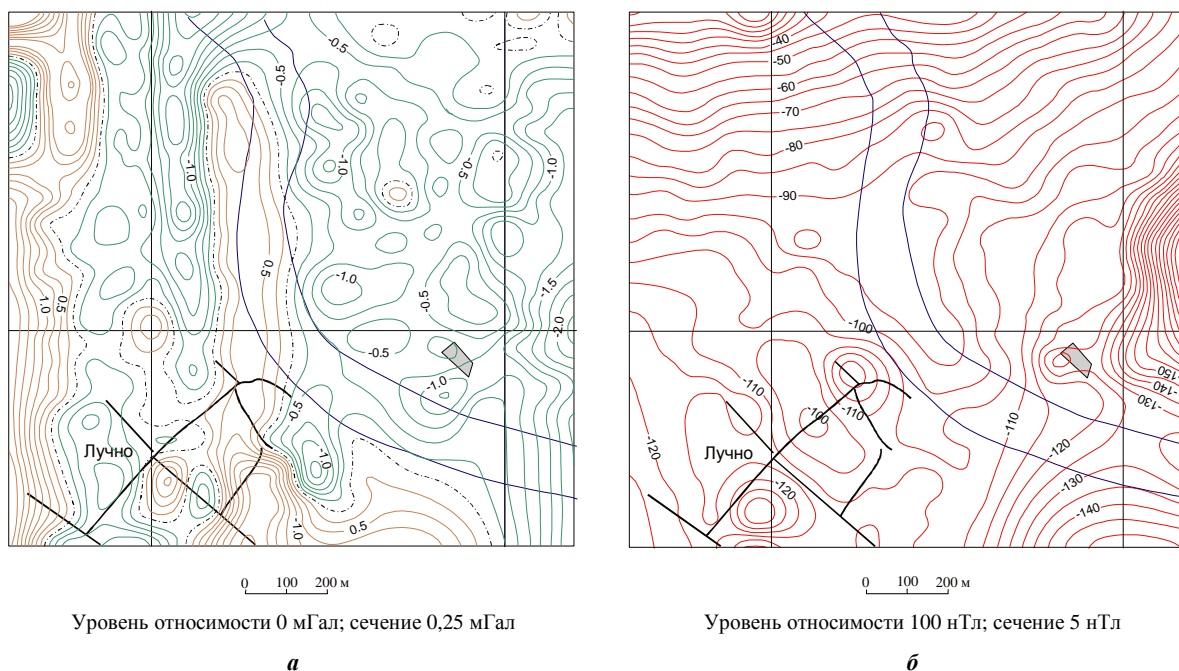
Ключевые слова: *уровневые поверхности, потенциал ускорения силы тяжести, репера, поправки.*

Согласно концепции энергетической безопасности Республики Беларусь до 2020 года на реке Западная Двина предусматривается создание каскада из четырех гидроэлектростанций: Полоцкой, Витебской, Бешенковичской и Верхнедвинской. Их суммарная установленная мощность составит 125...130 МВт. Первым этапом является строительство Полоцкой ГЭС [1].

Проектом предусматривается сооружение у деревни Лучно гидроузла руслового типа с расположением сооружений водонапорного фронта в естественном русле реки, здания ГЭС с закрытым машинным залом и железобетонной водосливной плотины с плоскими секционными затворами для сброса паводковых вод. Кроме того, проектировщиками заложена возможность создания судоходного шлюза для обеспечения речного судоходства. Введение гидроэлектростанции в строй планируется в 2016 году.

Перед началом строительства были выполнены наблюдения, позволяющие охарактеризовать обстановку на площадке Полоцкой ГЭС. Для этих целей в 2006 году в зоне проектирования Полоцкой ГЭС сотрудниками Института геохимии и геофизики НАН Беларуси и Полоцкого государственного университета были проведены геофизические и геодезические работы по установлению современной геодинамической обстановки.

С точки зрения разломной тектоники площадь проектируемой в районе д. Лучно Полоцкой ГЭС на севере и востоке приурочена к крупным региональным активным разломам мантийного заложения – Полоцкому (в 15 км) и Чашникскому (в 5...6 км). Гравиметрические и магнитометрические измерения проведены на площадке размером 1,5×1,6 км. На их основе построены две карты: карта аномалий силы тяжести в редукции Буге с плотностью промежуточного слоя 2,0 г/см³; карта аномалий магнитного поля (рис. 1) [2].



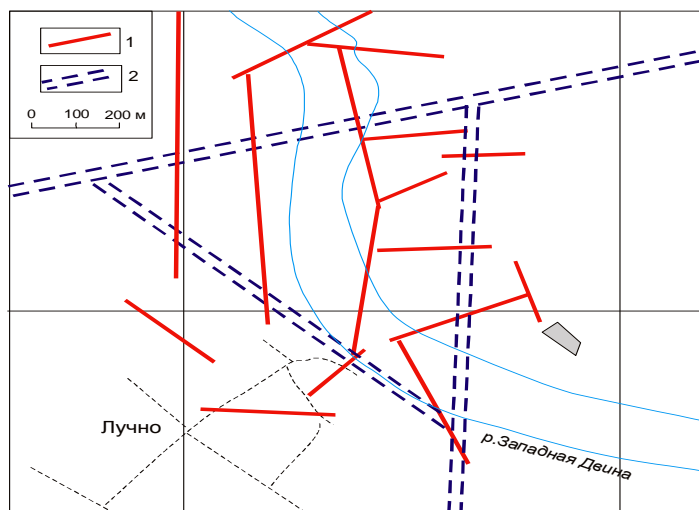
**Рисунок 1 – Карта аномалий поля силы тяжести площадки Полоцкой ГЭС (а);
карта аномалий магнитного поля площадки (б)**

В результате выполненных работ установлено, что поле силы тяжести довольно сильно изрезано.

Одновременно выявлен ряд других закономерностей: в западной половине площади поле линейно вытянуто в меридиональном направлении; в восточной части распространены локальные аномалии разной ориентировки.

Судя по тому, что все локальные аномалии имеют высокий градиент, их вызывающие плотностные неоднородности залегают на небольших глубинах – буквально в приповерхностном слое, на глубине 100...200 м, то есть связаны с осадочным чехлом.

Таким образом, район размещения проектируемой Полоцкой ГЭС полностью расположен в зоне воздействия наблюдаемой системы разломов (рис. 2) [2].



1 – локальные разломы в осадочном чехле;
2 – фрагменты относительно региональных разломов в кристаллическом фундаменте

Рисунок 2. – Схема разломов на площадке проектируемой Полоцкой ГЭС

В связи с тем, что на геодинамическом полигоне (ГДП) ГЭС всегда проектируют линии высокоточного нивелирования, имеющие цель изучить вопрос природоохранных землетрясений и позволяющие количественно охарактеризовать обстановку, выполнен анализ влияния вариаций гравитационного поля, вызванных колебаниями уровней поверхностей вследствие заполнения водохранилища Полоцкой ГЭС.

В качестве исследуемых было запроектировано два репера, находящихся в местах, экстремальных по изменению потенциала при заполнении водохранилища. Схема расположения запроектированных реперов представлена на рисунке 3.



⊗ – запроектированные репера; — — — горизонталь затопления; — — — плотина

Рисунок 3. – Схема расположения исследуемых реперов

Для определения границы затопления водохранилища использовались карты масштаба 1:50000. Отметка нормального подпорного уровня (НПУ) – 118 м [1].

На рисунке 4 представлена карта масштаба 1:50000 с проектной горизонталью затопления.

Для вычисления поправок δH за изменение гравитационного поля вследствие заполнения водохранилища была использована методика ЦНИИГАиК.

Поправка δH за изменение гравитационного поля вследствие заполнения водохранилища вычислялась по формуле (1) [3–5].

$$\delta H = \frac{\Delta V}{\gamma}, \quad (1)$$

где γ – нормальное значение силы тяжести в данной точке ($\gamma = \gamma_0 - 0,3086H$, γ_0 вычислялось по формуле Гельмерта).

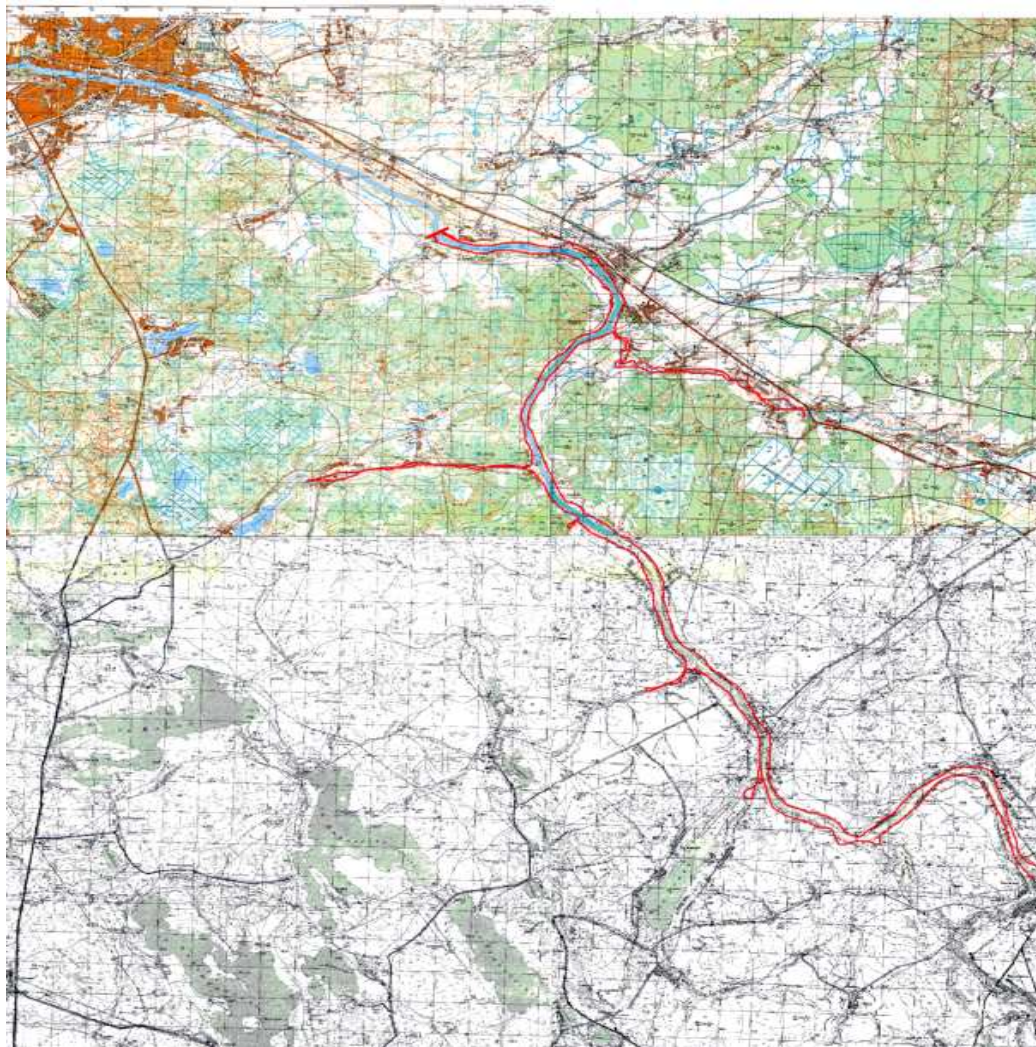


Рисунок 4. – Зона затопления водохранилищем Полоцкой ГЭС

Для вычисления изменений потенциала ΔV использовалась круговая палетка Еремеева. Изменение потенциала в каждой зоне вычислялось по формуле (2) [5]:

$$\Delta V_{ik} = f\rho \frac{S_{ik} \cdot h_{ik}}{r_{ik}}, \quad (2)$$

где ΔV_{ik} – изменение потенциала притяжения, вызванное элементарным объемом (столбом воды, высекаемым отсеком палетки ik); S_{ik} – площадь отсека ik палетки в масштабе карты; h_{ik} – средняя глубина водохранилища в отсеке ik палетки; r_{ik} – расстояние от репера до середины зоны палетки ($r_{ik} = (r + r_{i+i}) / 2$); f – гравитационная постоянная; ρ – плотность воды.

Общее изменение потенциала было получено путем суммирования всех ΔV_{ik} , вычисленных для каждого попавшего на площадь водохранилища отсека палетки, то есть

$$\Delta V = \sum_{i=F}^{IV} \sum_{K=1}^{16} \Delta V_{ik}. \quad (3)$$

Согласно формулам (2), (3) было подсчитано изменение потенциала в каждой зоне палетки, которое представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение потенциала в каждой зоне палетки для соответствующих реперов

№ зоны	Репер № 1	Репер № 2
	$\Delta V, \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$	$\Delta V, \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$
F	$1,11 \cdot 10^{-4}$	$1,50 \cdot 10^{-4}$
E	$1,01 \cdot 10^{-4}$	$6,22 \cdot 10^{-5}$
D	$8,25 \cdot 10^{-5}$	$6,27 \cdot 10^{-5}$
C	$7,08 \cdot 10^{-5}$	$6,66 \cdot 10^{-5}$
B	$7,99 \cdot 10^{-5}$	$6,91 \cdot 10^{-5}$
A	$7,65 \cdot 10^{-5}$	$4,40 \cdot 10^{-5}$
I	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$1,59 \cdot 10^{-4}$
II	$7,35 \cdot 10^{-5}$	$6,24 \cdot 10^{-5}$
III	$8,52 \cdot 10^{-5}$	$5,24 \cdot 10^{-5}$
IV	$5,11 \cdot 10^{-5}$	$2,98 \cdot 10^{-5}$
Σ	$1,05 \cdot 10^{-3}$	$7,58 \cdot 10^{-4}$

Расчет поправок в отметки реперов, вызванных колебаниями уровенных поверхностей вследствие заполнения водохранилища, представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Поправки δH за изменение потенциала вследствие заполнения водохранилища

№ репера	$\Sigma \Delta V, \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$	$\gamma, \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$	$\delta H, \text{ мм}$
1	$1,05 \cdot 10^{-3}$	9,79203295	0,11
2	$7,58 \cdot 10^{-4}$	9,79204085	0,08

Согласно представленным расчетам отметим, что поправки, полученные для реперов, располагающихся в местах максимальных колебаний уровенных поверхностей вследствие заполнения водохранилища, малы, чтобы учитывать их при производстве высокоточного геометрического нивелирования. Малые величины поправок соответствуют низкому НПУ и, как следствие, малому затоплению при заполнении водохранилища. Таким образом, можно утверждать, что изменение потенциала вследствие заполнения водохранилища Полоцкой ГЭС, а также при колебаниях уровня воды не скажется на результатах высокоточного нивелирования, и нет необходимости в вычислении подобных поправок.

ЛИТЕРАТУРА

- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nest.by/news/2011-12-23/pod-polotskom-nachalos-stroitelstvo-ge>. – Дата доступа: 25.02.2016.
- Полоцко-Курземский пояс разломов / Р.Г. Гарецкий [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2002. – Т. 46, № 6. – С. 85–89.
- Огородова, Л.В. Гравиметрия / Л.В. Огородова, Б.П. Шимбарев, А.П. Юзефович. – М. : Недра, 1978. – 321 с.
- Балавадзе, Б.К. Повторные гравиметрические измерения в районе водохранилища Ингури ГЭС / Б.К. Балавадзе, В.Г. Абашидзе // Сб. науч. тр. по исследованию неприливных изменений силы тяжести и сопутствующих разработок в области аппаратуры методики работ. – С. 66–71.
- Шароглазова, Г.А. Гравиметрия : учеб.-метод. компл. / Г.А. Шароглазова. – Новополоцк, 2006. – 195 с.

Поступила 02.03.2016

AN ASSESSMENT OF CHANGE OF GRAVITY ACCELERATION, THE CAUSED OF FLUCTUATIONS OF LEVEL SURFACES AS A RESULT OF FILLING OF POLOTSK HYDROELECTRIC POWER STATION RESERVOIR

K. MARKOVICH

The article is devoted to the analysis of influence of gravitational field variations, as a result of filling of Polotsk hydroelectric power station reservoir. In the article were calculated the corrections in reference points, situated in places, which are extreme on change of potential at filling of reservoir.

Keywords: level surface, potential of gravity acceleration, reference point, amendment.