

УДК 528.22:551.24 (0758)

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КАРТ СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ  
ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ТЕРРИТОРИЮ БЕЛАРУСИ**

*канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА  
(Полоцкий государственный университет),  
Е.В. ВЕЧЕРСКАЯ  
(Минскпромстрой, Минск)*

*Дан сравнительный анализ существующих карт современных вертикальных движений земной коры на территорию Беларуси и показаны их качественные и количественные различия. Сделан вывод о необходимости создания новой карты по накопленным к настоящему времени данным высокоточного повторного нивелирования и других наук о Земле.*

Проблема изучения современных движений земной коры (СДЗК) находится на стыке таких наук о Земле, как геодезия, геофизика, геология, сейсмология, и имеет большое научное и практическое значение. Последнее обусловлено тем, что СДЗК несут важнейшую для жизнедеятельности человека информацию о глубинных процессах, происходящих в земных недрах, связанную, например, с подготовкой землетрясений и извержений вулканов, размещением месторождений полезных ископаемых, месторасположением тектонических разломов и их активностью. Данные движения необходимо учитывать при строительстве и эксплуатации практически всех видов инженерных сооружений, особенно таких энергоёмких и экологически опасных, как АЭС, ГЭС, магистральные нефте- и газопроводы. К тому же СДЗК деформируют и опорные геодезические сети. Поэтому геодезисты даже в тектонически-спокойных районах вынуждены обновлять свои сети каждые 15...20 лет, иначе координатная основа в стране будет неверна, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Очевидно, что СДЗК в любом государстве, а также во всем мире, необходимо тщательно и непрерывно исследовать. Однако для успешного решения проблемы надо обеспечить комплексный подход всех вышеперечисленных наук о Земле. Ценность геодезической информации о количественных характеристиках СДЗК во многом зависит от наличия у геодезиста сведений о геологическом строении земной коры, расположении тектонических разломов, а также о сейсмическом режиме исследуемого района уже на этапе проектирования схем геодезических построений на геодинамическом полигоне. Без знаний других наук о Земле геодезист не сможет правильно проинтерпретировать свои данные.

В то же время геологи, геофизики и сейсмологи, на наш взгляд, также не должны обходиться без геодезиста на этапе интерпретации характеристик деформаций земной коры, полученных по геодезическим данным. Карты распределения этих деформаций на исследуемом участке земной поверхности в конечном итоге надо доводить до практического пользователя (инженеров-строителей, эксплуатационников различных сооружений, особенно, линейно-протяженных), и они не должны содержать противоречивую информацию.

В настоящее время распределение вертикальных деформаций земной коры на территории Беларуси можно проследить по двум опубликованным картам:

- «Карте современных вертикальных движений земной коры СССР» [2], составленной Главным управлением геодезии и картографии (ГУГК) СССР и именуемой в дальнейшем карта I;
- «Схематической карте современных вертикальных движений земной коры территории Беларуси и Прибалтики», представленной в работе [1, с. 230], именуемой в дальнейшем карта II.

К сожалению, эти карты не согласуются между собой и имеют различия не только в количественных, но и в качественных характеристиках.

*Карта I* охватывает значительную часть территории бывшего СССР. Геодезической основой при составлении карты послужила сеть повторного нивелирования, проложенная с 1887 по 1982 год. Общая протяженность линий повторного нивелирования около 214 000 км, из них часть линий (45 тыс. км) нивелировалась три и более раза.

При отборе линий повторного нивелирования и знаков для ее составления учитывались следующие факторы:

- точность нивелирования;
- продолжительность интервалов между повторными измерениями;
- величины невязок скоростей по полигонам и линиям, связывающим уровневые посты;
- надежность закрепления знаков на местности и их устойчивость.

Для карты I в основном использованы линии повторного нивелирования с наибольшими интервалами между измерениями: средний интервал - 26 лет; более 30 лет составляет 30 %; менее 10 лет - 10 % от общего объема линий повторного нивелирования.

Общее количество реперов для первого и повторного циклов нивелирования составляет 23144, из них фундаментальных - 1517, грунтовых - 10317, скальных - 1467; стенных марок и реперов - 9737, пунктов триангуляции и полигонометрии - 106.

Линии повторного нивелирования образуют 298 полигонов периметрами от 90 до 5996 км ( $P_{\text{ф}} = 956$  км).

Скорости СВДЗК (мм/год) были вычислены по формуле:

$$\Delta V = \frac{h_2 - h_1}{\Delta T}, \quad (1)$$

где  $h_2$  и  $h_1$  – соответственно превышения между смежными нивелирными знаками (мм/год), полученные в  $T_2$  и  $T_1$  годах.

$$\Delta T = T_2 - T_1, \quad (2)$$

где  $\Delta T$  – интервал времени (год) между повторными измерениями.

Невязки скоростей СВДЗК в полигонах составили менее 2 мм/год – 40 %; от 2 до 5 мм/год – 33 %; от 5 до 10 мм/год – 22 %; свыше 10 мм/год – 5 %.

Уравнивание скоростей узловых точек в полигонах линий повторного нивелирования выполнено параметрическим способом на ЭВМ. В качестве исходных для вычисления абсолютных скоростей вертикальных движений земной коры использованы результаты многолетних наблюдений на 41 равномерном посту, расположенном на побережьях Азовского, Балтийского, Баренцева, Белого, Охотского, Черного, Японского морей, моря Лаптевых и Тихого океана.

Картографической основой карты I является карта СССР масштаба 1:5 000 000, изданная в 1988 году. Изолинии проведены через 2 мм/год.

Территория бывшего СССР, изображенная на данной карте, разделена на области, характеризующиеся различной точностью определения скоростей СВДЗК: от 0 до  $\pm 1,0$  мм/год; от  $\pm 1,0$  до  $\pm 1,5$  мм/год; от  $\pm 1,5$  до  $\pm 2,0$  мм/год; от  $\pm 2,0$  до  $\pm 2,5$  мм/год. Для территории Беларуси точность определения скоростей СВДЗК составляет от  $\pm 1,0$  до  $\pm 1,5$  мм/год.

Изолинии скоростей вертикальных движений получены в основном линейной интерполяцией [2].

Карта II составлена по материалам А.Д. Донабедова, А.В. Сидорова, И.П. Лесиса, и др., а также материалам по современным движениям земной коры [1]. Разница между повторными нивелированиями для различных профилей колеблется в среднем от 10 до 30 лет. Наибольшая разность во времени наблюдается в районе Витебска и составляет 71 год.

Нами выполнен *сравнительный анализ* этих двух карт, результаты которого являются следующими.

По *карте I* почти вся территория Республики Беларусь опускается со средней скоростью 0... 2 мм/год, достигая максимального значения в районе Дубровица - 3,6 мм/год. Исключением являются такие территории, как небольшой участок на западе Воронежской антеклизы, небольшой участок восточного склона Балтийской синеклизы и западного склона Латвийской седловины, а также центральная часть Оршанской впадины. В данных местах наблюдается подъем этих участков со скоростью 0... 1 мм/год.

Что же касается *карты II*, то здесь поднятия испытывают крупные геоструктурные элементы Беларуси: Белорусская антеклиза, Припятский прогиб и Подляско-Брестская впадина. На ней при среднем фоне поднятий около 5 мм/год выделяются дифференциальные движения отдельных блоков со скоростями до 9 мм/год (район Пинска). Северо-восточная часть территории Беларуси испытывает опускания со скоростью 1...3 мм/год. Зона опускания приурочена к восточному склону Белорусской антеклизы и Оршанской впадине (район Витебска).

Таким образом, между сравниваемыми картами наблюдаются существенные различия. Эти различия наглядно видны в таблице, где приведены скорости движений крупных структурных элементов платформенного чехла территории Беларуси по каждой из карт. Подобные различия могут быть вызваны двумя причинами:

- 1) разным исходным материалом, используемым при составлении карт;
- 2) различным выбором исходных данных, относительно которых определены скорости вертикальных движений нивелирных знаков.

С большой степенью вероятности можно предположить, что обе сравниваемые карты для территории Беларуси были составлены в основном по результатам повторного нивелирования, выполненного по линиям I и II классов государственной нивелирной сети СССР, проходящим по Беларуси, т.е. практически по одним и тем же данным. Материалы А.Д. Донабедова, А.В. Сидорова, И.П. Лесиса, ссылка на которые дана в работе [1], очевидно, привлекались к составлению карты II, но по объему они не могли быть доминирующими.

Сравнение скоростей современных вертикальных движений земной коры на территории Беларуси по карте I (Институт геологических наук НАН РБ) и по карте II (ГУГК СССР).

Название структурных элементов платформенного чехла территории Беларуси	Скорости СВДЗК, мм/год	
	Карта I	Карта II
Белорусская антеклиза	+ (0...6) -(1-2) (восточная часть)	-(1...2)
Подляско-Брестская впадина	+(5...7)	-(0...4)
Полесская седловина	+(5...9)	-(0...4)
Припятский прогиб	+(0...8)	-(0...4)
Брагино-Лоевская седловина	+(2...3)	-(0...4)
Днепровско-Донецкий прогиб	+(0...2)	-(0...4)
Клинцовский грабен	-(0...1)	-(0...2)
Жлобинская седловина	-(0...1)	-(0...4)
Оршанская впадина	-(0...2) +(2...6) (западная часть)	-(0...4)
Велижская седловина	-(0...2)	-(0...2)
Латвийская седловина	-(0...2) +(0...4) (западная часть)	-(0...4) +(0...2) (западная часть)
Балтийская синеклиза	+(0...5)	-(0...2) +(0-2) (восточная часть)
Воронежская антеклиза	-(0...2)	-(0...4)

При составлении карты I в качестве исходных принимались абсолютные значения скоростей на равномерных постах. А при составлении карты II нивелирная сеть, вероятнее всего, уравнивалась относительно одного или группы наземных реперов, принятых за стабильные. Если исходные данные при уравнивании скоростей СВДЗК для обеих карт являются равноценными, то качественно картины распределения вертикальных деформаций земной поверхности на обеих картах должны совпадать, т.е. взаимные перемещения всех имеющихся геологических структур на территории Беларуси должны быть одинаковыми.

Для проверки этого на обеих сравниваемых картах был выполнен анализ поведения различных структур относительно Белорусской антеклизы, результаты которого даны ниже.

Подляско-Брестская впадина на карте II поднимается со скоростью 5...7 мм/год, что почти не отличается от поднятия Белорусской антеклизы. По карте I эти структурные элементы опускаются с одинаковой скоростью 0...2 мм/год. Следовательно, взаимно эти структурные элементы на обеих картах ведут себя одинаково.

По карте II Полесская седловина относительно Белорусской антеклизы поднимается на 3...4 мм/год, а по карте I Полесская седловина, так же как и Белорусская антеклиза, опускается на 2 мм/год, т.е. наблюдается несогласованность.

Припятский прогиб относительно Белорусской антеклизы поднимается на 2...9 мм/год (по карте II), а по карте I он опускается на 2 мм/год, что свидетельствует о несогласованности.

Жлобинская седловина на обеих картах опускается со скоростью 1...2 мм/год, а значит, опускается относительно Белорусской антеклизы по карте II и ведет себя практически одинаково по карте I.

По карте II Оршанская впадина относительно Белорусской антеклизы опускается на 2 мм/год, а на карте I Оршанская впадина ведет себя так же, как Белорусская антеклиза, что свидетельствует о несогласованности.

Латвийская седловина и Белорусская антеклиза на обеих картах испытывают одинаковые взаимные перемещения.

Балтийская синеклиза опускается относительно Белорусской антеклизы на 2...4 мм/год (на карте II), а по карте I она поднимается более чем на 2 мм/год, т.е. результаты опять не согласуются.

Как видно, результаты анализа свидетельствуют, что между сравниваемыми картами существуют не только количественные, но и качественные различия, которые могут поставить в тупик практических пользователей этой продукции.

Мы не ставили задачу доказать преимущество одной карты перед другой. По всей видимости, с научной точки зрения каждая из них имеет свои плюсы и минусы, но у практического пользователя эти карты вызвали обоснованное недоверие.

К настоящему времени, начиная с 1992 года, на территории Беларуси проложено свыше 3000 километров линий повторного высокоточного нивелирования I и II классов.

Таким образом, со времени составления сравниваемых карт накоплен богатейший материал о СВДЗК, который позволяет составить новую карту о СВДЗК с учетом не совсем удачного опыта прошлых лет, т.е. при комплексном подходе с участием геодезистов, геологов, геофизиков и сейсмологов и с использованием данных всех наук о Земле.

Высокоточные геодезические работы являются трудоемкими и дорогостоящими, поэтому их результаты должны быть всесторонне использованы в научных и практических целях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гарецкий Р.Г., Айсберг Г.Е., Синичка А.М. Глубинное строение и динамика земных недр территории Белоруссии. - Мн., 1991. - С. 228 - 257.
2. Карта современных вертикальных движений земной коры СССР. - М.: ГУГК СССР, 1988.