

УДК 528.481(476)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КАРТ
СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ
ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

*канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА,
д-р физ.-мат. наук, доц. В.Н. КОРОВКИН, Е.В. ВЕЧЕРСКАЯ
(Полоцкий государственный университет)*

Показаны геодинамические исследования, выполняемые с целью изучения современных движений земной коры, требующие комплексного подхода различных наук о Земле: геодезии, геофизики, геологии, сейсмологии. Однако в ряде случаев этот принцип нарушается, и представители каждой области знаний пытаются самостоятельно интерпретировать имеющиеся у них данные. Возможно, что именно по этой причине между существующими картами скоростей современных вертикальных движений земной коры Беларуси, анализу которых посвящена настоящая работа, наблюдаются значительные количественные и качественные различия. Учитывая, что к настоящему времени на ее территорию имеется большой объем новых результатов измерений высокоточного повторного нивелирования с интервалом времени между последним порядка 20 лет, полученный производственными геодезическими службами Беларуси, необходимо обновление имеющихся карт современных вертикальных движений земной коры.

Территория Республики Беларусь принадлежит к Восточно-Европейской древней платформе, которая состоит из Балтийского и Украинского щитов, Русской и Волыньско-Азовской плит [1, 2]. При этом почти вся площадь, изображенная на тектонической карте Беларуси (рисунок), входит в состав Русской плиты со всеми структурными элементами запада этой плиты, и лишь на крайнем юге она включает самую северную часть Украинского щита и небольшой участок Волыньско-Азовской плиты. На территории Беларуси и смежных с ней областей развито большинство основных типов структур чехла древних платформ. Среди крупнейших структур выделяются изометричные (синеклизы и антеклизы) и линейные (авлокогены и системы перикратонных прогибов). Фундамент также характеризуется разнообразием типов структур, формаций и значительным возрастным диапазоном пород.

Таким образом, территория Беларуси и смежных с ней областей может служить моделью при изучении особенностей строения и развития плит древних платформ, а также объектом для выполнения сравнительно-тектонического анализа крупнейших платформенных структур.

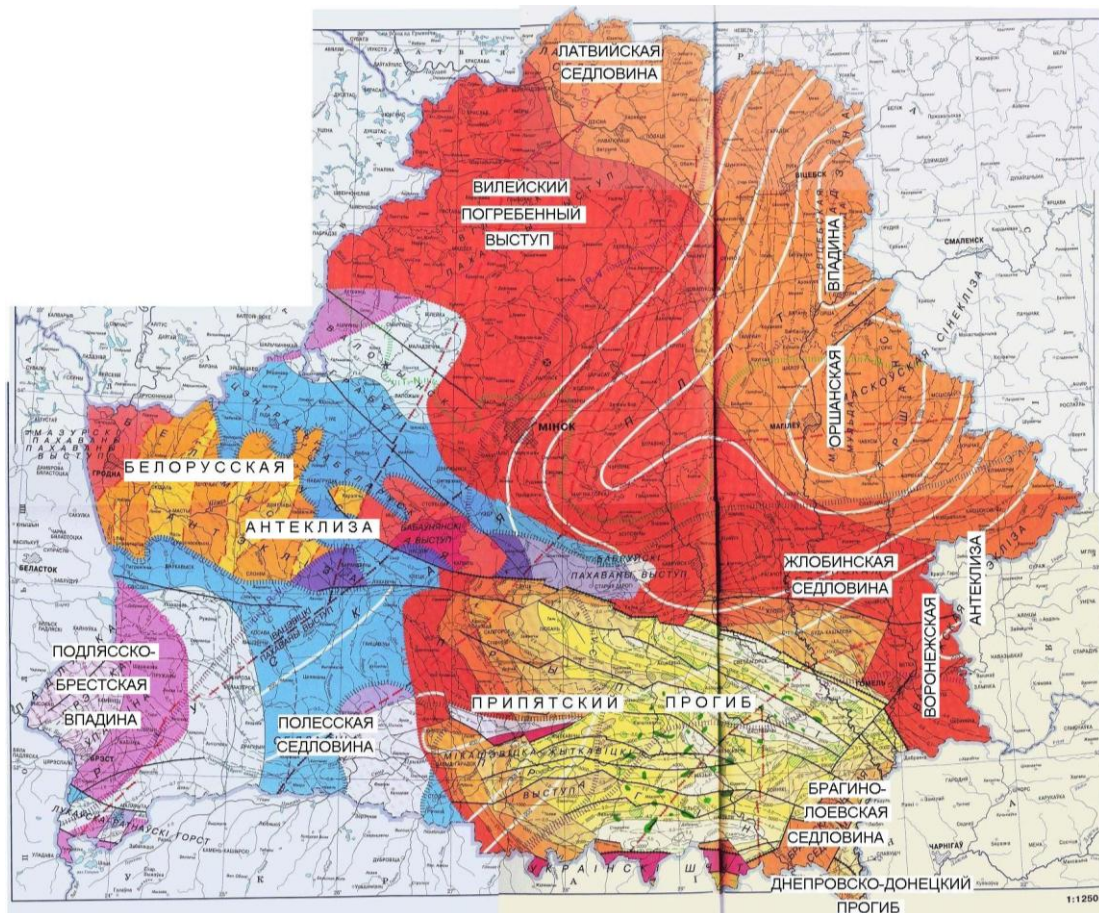
Как известно, структурные элементы земной коры различаются между собой не только по геолого-геоморфологическим и геофизическим признакам (составу пород, возрасту, намагниченности, гравитационным аномалиям и т.д.), но и тектонической подвижностью, максимально проявляющейся на стыках структур, как правило, обозначенных на местности тектоническими разломами различной глубины залегания. Тектонические разломы повсеместно наблюдаются и внутри структур. Подвижность тектонических структур в текущее геологическое время известна как современные движения (деформации) земной коры (СДЗК), которые распространены повсеместно. В жизни человека СДЗК играют важную роль, так как несут информацию о глубинных процессах, происходящих в земных недрах, о подготовке землетрясений и извержений вулканов, о тектонических разломах, а также о размещении месторождений полезных ископаемых. Их необходимо учитывать при строительстве и эксплуатации практически всех видов инженерных сооружений, особенно АЭС, ГЭС, магистральных трубопроводов и других энергоемких и экологически опасных объектов. Поэтому изучением СДЗК занимаются во всем мире практически все науки о Земле. Однако особое место среди них отведено геодезии, потому что именно эта дисциплина дает возможность определить количественные их характеристики с достоверной оценкой их точности.

Наиболее изученными являются вертикальные движения земной коры, так как из наземных средств геодезических измерений геометрическое нивелирование длительное время оставалось самым точным методом определения исследуемых деформаций. По данным повторного нивелирования создают карты современных вертикальных движений земной коры (СВДЗК).

В настоящее время существует две карты СВДЗК Беларуси: «Карта СВДЗК СССР» [4], фрагментом которой является территория Беларуси, выполненная Главным управлением геодезии и картографии (ГУГК) СССР с незначительным участием институтов Академии наук, и «Схематическая карта СВДЗК территории Беларуси и Прибалтики» [5], составленная под руководством Р.Г. Гарецкого (НАНБ). Карта СВДЗК СССР охватывает значительную часть территории бывшего Советского Союза. 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) ниве-

лировалась три и более раза. При отборе линий повторного нивелирования и знаков для составления карты СВДЗК СССР учитывались следующие факторы:

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



Тектоническая карта Беларуси [3]

Для карты, составленной ГУГК, 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; стальных марок и реперов – 9737; пунктов триангуляции и полигонометрии 106.

Линии повторного нивелирования образуют 298 полигонов периметрами от 90 до 5996 км ($P_{cp} = 956$ 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 – превышения между смежными нивелирными знаками (в мм/год), полученные в эпохи T_1 и T_2 .

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

где ΔT – интервал времени (в годах) между повторными измерениями.

Невязки скоростей СВДЗК в полигонах распределились следующим образом: 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 полигонов, образованных линиями повторного нивелирования, выполнено параметрическим способом на ЭВМ. В качестве исходных для вычисления абсолют-

ных скоростей вертикальных движений земной коры использованы результаты многолетних наблюдений на 41 уровнемерном посту, расположенном на побережьях Азовского, Балтийского, Баренцева, Белого, Охотского, Черного, Японского морей, на море Лаптевых и Тихого океана. Кроме того, для проведения изолиний скоростей СВДЗК были привлечены скорости, полученные еще на 70 уровнемерных постах, расположенных на участках, слабо обеспеченных линиями повторного нивелирования. Картографической основой карты СВДЗК СССР явилась топографическая карта 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: 0...±1,0 мм/год; ±1,0...±1,5 мм/год; ±1,5...±2,0 мм/год; ±2,0...±2,5 мм/год. Для территории Беларуси точность определения скоростей СВДЗК составила ±1,0...±1,5 мм/год.

Изолинии скоростей вертикальных движений получены в основном линейной интерполяцией. Внутри полигонов с периметрами более 2000 км и на территориях, не обеспеченных данными о современных вертикальных движениях, изолинии не проведены.

В основу построения «Схематической карты СВДЗК территории Беларуси и Прибалтики» положены материалы повторных нивелирований, приведенные в каталоге Матцковской. Разница между повторными нивелированиями для различных профилей здесь колеблется в среднем от 10 до 30 лет. Наибольшая разница во времени нивелирования наблюдается в районе Витебска и составляет 71 год [1].

Методика математической обработки результатов повторного нивелирования и выбор исходных данных при вычислении скоростей СВДЗК, представленных на этой карте, нам неизвестны.

Сравнительный анализ этих карт представлен в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение скоростей СВДЗК по карте Гарецкого и по карте ГУГК

Название структурных элементов платформенного чехла территории Беларуси [5]	Скорости СВДЗК	
	карта СВДЗК Гарецкого	карта СВДЗК СССР ГУГК
1. Белорусская антеклиза	+ (4...5) мм/год	- (1...2) мм/год
2. Вилейский погребенный выступ	+ (1...6) мм/год (восточная часть = 0,5 от общей площади); - (1...2) мм/год	- (1...3) мм/год
3. Подляско-Брестская впадина	+ (5...7) мм/год	- (1...2) мм/год
4. Полесская седловина	+ (5...9) мм/год	- 1 мм/год
5. Припятский прогиб	+ (1...8) мм/год	- (1,4...3,6) мм/год
6. Брагино-Лоевская седловина	+ (2...3) мм/год	- (2...3) мм/год
7. Днепровско-Донецкий прогиб	+ (2...3) мм/год	- (2...3) мм/год
8. Жлобинская седловина	- (0...1) мм/год	- (1...2) мм/год
9. Оршанская впадина	- (0...2) мм/год + (2...6) мм/год (0,1 от общей площади)	- (0,2...2) мм/год + (0,2) мм/год - (0,01 от общей площади)
10. Латвийская седловина	- (0...2) мм/год + (2...4) мм/год (западная часть = 0,25 от общей площади)	- 1,3 мм/год + (1...2) мм/год (западная часть = 0,15 от общей площади)
11. Воронежская антеклиза	- (1...2) мм/год	- (1,1) мм/год + 1,0 мм/год - (0,05 от общей площади)

По «Карте СВДЗК СССР» мы видим, что почти вся территория Республики Беларусь опускается со средней скоростью (0...2) мм/год, достигая максимального значения в районе Калинковичей (-3,2 мм/год). Исключением являются следующие территории: небольшой участок на западе Воронежской антеклизы, небольшой участок западного склона Латвийской седловины и центральная часть Оршанской впадины, где наблюдаются положительные скорости движения порядка 1 мм/год.

Что касается «Схематической карты территории Беларуси и Прибалтики» Гарецкого, то здесь преобладает поднятие, которое испытывают практически все крупные геоструктурные элементы Беларуси: Белорусская антеклиза, Припятский прогиб и Подляско-Брестская впадина. 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 Вилейско-Погребенного выступа и Оршанской впадине.

Исходя из этого можно предположить, что между сравниваемыми картами имеются существенные количественные и качественные различия. Конечно, отличия скоростей СВДЗК на этих двух картах могут возникнуть из-за того, что при уравнивании сетей повторного нивелирования использовались различные исходные данные. Однако в этом случае структурные элементы платформенного чехла территории Беларуси должны вести себя одинаково относительно друг друга на обеих картах.

Сравнительный анализ поведения различных структур был выполнен нами относительно Белорусской антеклизы, как одной из крупных структур в пределах Беларуси (табл. 2). Результаты анализа получились следующими. Качественно совпадающая по обеим картам картина опускания перечисленных в таблице структур относительно Белорусской антеклизы наблюдается в трех случаях. Для остальных структур сравниваемые карты дают противоположные картины.

Таблица 2

Величины скоростей СВДЗК относительно Белорусской антеклизы

Название структурных элементов платформенного чехла территории Беларуси	Направление движения и скорости СВДЗК	
	карта СВДЗК Гарецкого	карта СВДЗК СССР (ГУГК)
1. Белорусская антеклиза	0 мм/год	0 мм/год
2. Вилейский погребенный выступ	Совпадение движения с Белорусской антеклизой – (западная и центральная части = 0,5 от общей площади); Опускание (5...9) мм/год – (восточная часть)	Совпадение движения с Белорусской антеклизой
3. Подляско-Брестская впадина	Подъем (1...4) мм/год	Совпадение движения с Белорусской антеклизой
4. Полесская седловина	Подъем (3...4) мм/год	Совпадение движения с Белорусской антеклизой
5. Припятский прогиб	Подъем (1...3) мм/год (юго-западная часть); Опускание (2...4) мм/год (северо-восточная часть)	Опускание (1...2) мм/год
6. Брагино-Лоевская седловина	Опускание 2 мм/год	Опускание 1 мм/год
7. Днепровско-Донецкий прогиб	Опускание 2 мм/год	Опускание 1 мм/год
8. Жлобинская седловина	Опускание (4...6) мм/год	Совпадение движения с Белорусской антеклизой
9. Оршанская впадина	Опускание (4...7) мм/год	Подъем (0...1) мм/год
10. Латвийская седловина	Опускание до 7 мм/год	Подъем до 1 мм/год
11. Воронежская синеклиза	Опускание (5...7) мм/год	Подъем до 1 мм/год

Заключение. Результаты анализа свидетельствуют, что существующие карты скоростей СВДЗК Беларуси имеют количественные и качественные отличия, которые, по крайней мере в 60 % случаев, нельзя объяснить различием исходных данных, взятых при уравнивании скоростей. Учитывая, что к настоящему времени на ее территорию имеется большой объем новых результатов измерений высокоточного повторного нивелирования с интервалом времени между последним нивелированием порядка 20 лет, полученный производственными геодезическими службами Беларуси, необходимо обновить имеющиеся карты СВДЗК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарецкий, Р.Г. Глубинное строение и динамика земных недр территории Белоруссии / Р.Г. Гарецкий, Г.Е. Айзберг, А.М. Синичко. – Минск, 1991. – С. 228 – 257.
2. Тектоника Беларуси / под ред. Р.Г. Гарецкого. – Минск: Наука и техника, 1976. – 197 с.
3. Тэктанічная карта Беларусі. Нацыянальны атлас Беларусі. Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Минск, 2002. – С. 46 – 47.
4. Карта современных вертикальных движений земной коры СССР. – М.: ГУГКСССР, 1988.
5. Схематическая карта современных вертикальных движений земной коры территории Беларуси и Прибалтики. – Минск: Институт геологических наук, 1991.

Поступила 21.09.2009