

В. И. СОМОВ

АНАЛИЗ ПОВТОРНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ В КАРПАТСКОМ РЕГИОНЕ ПО ПРОФИЛЮ ЗОЛОЧЕВ—БЕСКИД—БАТЕВО

Изучение современных движений земной коры, т. е. тех движений, которые происходили и происходят на наших глазах в пределах Карпатского региона, представляет важную в научном и практическом отношениях проблему.

В настоящее время метод повторного прецизионного нивелирования, позволяющий определять величину и направление смещений земной коры за прошедший промежуток времени, является одним из лучших инструментальных методов изучения этой проблемы. Поэтому сеть линий нивелирования высокой степени точности, опоясывающая горную часть Советских Карпат по периферии — в районах прогибов — и трижды пересекающая их центральную часть и образующая замкнутые полигоны, открывает широкие возможности выявления основных различий в характере тектонических движений крупных геоструктурных элементов региона, интенсивности и периода их колебаний.

Выбор профиля Золочев—Бескид—Батев, на котором с 1961 г. началось проведение повторного нивелирования I класса, был обусловлен следующим:

1. Линейностью крупных геотектонических зон и подзон, а также региональных и локальных элементов Советских Карпат, что благоприятствует освещению возможно большей площади меньшим числом измерений.

2. Значительным количеством сохранившихся знаков прежних нивелировок, что положительно сказывается на геологической интерпретации полученных результатов.

3. Многократным нивелированием отдельных участков профиля, что является надежным контролем определяемых значений скорости.

Предыдущее нивелирование участков профиля выполнялось в разные годы XIX—XX столетия. Так, на участке железнодорожной будки № 2 (с. Дулибы)—Батев высокоточное нивелирование впервые было исполнено в 1897 г. Военно-топографическим институтом Австро-Венгрии. В 1926—29 гг. Пражский военно-географический институт (Чехословакия) выполнил нивелирование I класса по линии Воловец—Батев. Министерство путей сообщения Польши в 1932—37 гг. проложило нивелирование I класса на участке Львов—Бескид. Советскими геодезическими организациями был пронивелирован отрезок Золочев—Львов (II класс), а в 1954 г. — линия Красне—Чоп—Ужгород (I класс).

Отметки нивелирных знаков австро-венгерских нивелировок, вычисленные в Адриатической системе высот, были затем перевычислены в Балтийскую систему ГУГК и переведены во II класс, так как точность нивелирования I класса того времени соответствует точности нивелирования II класса по нашим инструкциям. Нивелирование I класса, выполненное польскими геодезическими органами, было отнесено при перевычислении также ко II классу вследствие того, что оно было проложено между знаками австро-венгерской нивелировки. Чешские нивелировки I класса переведены в III класс по нашей классификации ввиду отсутствия измеренных превышений.

Характеристику линий повторного нивелирования по профилю Золочев—Бескид—Батев можно наглядно представить в виде таблицы.

Геодезические данные по трассе Золочев—Бескид—Батев отвечают всем строгим требованиям, предъявляемым к материалам повторного нивелирования в случае их использования для изучения современных движений: все нивелирования высокого класса точности выполнены современными методами; качество нивелирных работ высокое, значения случайных и систематических ошибок находятся в пределах допуска соответствующих инструкций; интервал времени между повторными измерениями оптимальный — 15—35 лет.

Вычисление скорости современных движений последовательно расположенных знаков производилось по формуле

$$V = \frac{h_2 - h_1}{t},$$

где h_2 и h_1 — превышения между двумя точками земной поверхности, определенные из второго и первого нивелирования и исправленные только поправками, обусловленными ошибками измерения; t — промежуток времени между нивелировками.

За исходную величину скорости было принято уравненное абсолютное значение скорости $+8,9$ мм/год для стенного репера без номера в здании вокзала станции Золочев с ошибкой определения ± 2 мм/год [3].

Из 86 знаков, занивелированных по трассе (австро-венгерских — 7, чешских — 27, польских — 33, советских: закладки 1948 г., — 15, 1954 г. — 4), в обработку включено лишь 69, так как некоторые из них перезаложены, переставлены в процессе строительных работ либо не имеют измеренных превышений за прошлые годы. Новых знаков заложено 44.

Полученные данные дали возможность составить графики скорости современных движений (см. рис. 1), характеризующие движения знаков в единицу времени.

Вычерченные графики имеют сложную конфигурацию с изломами и изгибами различной протяженности и амплитуды. Анализ локальных изломов и осмотр знаков дают возможность отнести большую часть резких «пиков» за счет действия факторов нетектонического характера.

Сопоставляя измеренные превышения нивелирования предыдущих лет и повторного нивелирования 1961—63 гг. по участку Золочев—железнодорожная будка № 2 (с. Дулибы), мы получили, что в интервале 15 лет Львов поднимался относительно Золочева со скоростью $+1,6$ мм/год ($V_{\text{абс}} = +10,5$ мм/год). Стрый за 26 лет опускался относительно Львова со скоростью $-0,9$ мм/год и поднимался относительно Золочева со скоростью $+0,7$ мм/год ($V_{\text{абс}} = +9,6$ мм/год). Дулибы относительно исходного пункта испытывали поднятие со скоростью $+1,2$ мм/год ($V_{\text{абс}} = +10,1$ мм/год).

**Характеристика линий повторного нивелирования
по профилю Золочев—Бескид—Батев**

Участки профиля Золочев—Батев	Золочев—Львов		Львов—Стрый— ж.-д. будка № 2 (с. Дулибы)			ж.-д. будка № 2 (с. Дулибы)—Бескид				Бескид—Батев		
Протяжённость в км	68,3		77,7			77,6				96,6		
Годы исполнения	1948	1963 *	1933—37	1954	1961—62 *	1897	1932—33	1954	1962—63 *	1897	1954	1963—64 *
Класс (разряд)	II	I	II	I	I	II	II	I	I	II	I	I
Способ наблюдения	первый спо- соб трех ни- тей	совмеще- ния	совмещения			нет данных	совмещения			нет данных	совмещения	
Длина луча в м	65	50	50	50	50	„	50	50	50	„	50	50
Случайная ошибка в мм на км	$\pm 1,30$	$\pm 0,59$	$\pm 0,31$ **	$\pm 0,22$ —0,45,	$\pm 0,65$	„	$\pm 0,31$ **	$\pm 0,22$ —0,45	$\pm 0,63$	„	$\pm 0,22$ — —0,45	$\pm 0,77$
Систематическая ошиб- ка в мм на км	$\pm 0,20$	$\pm 0,07$	$\pm 0,05$ **	$\pm 0,04$ —0,18	$\pm 0,005$	„	$\pm 0,05$ **	$\pm 0,04$ —0,18	$\pm 0,06$	„	$\pm 0,04$ — —0,18	$\pm 0,06$

* Нивелирование исполнено Львовским политехническим институтом.

** Значения случайных и систематических ошибок выведены для всей польской сети, проложенной в 1929--1937 гг.

Величина скорости современных движений земной коры для Львова, определенная в интервале 1948—1963 гг., хорошо согласуется с данными МИИГАиК ($V_{abc} = +10,7 \text{ мм/год}$) по линии Красне—Чоп—Ужгород [2].

Дальнейшее расхождение кривых обусловлено малым интервалом времени (6 лет) между повторными измерениями на коротком отрезке Львов—Николаев, для которого в МИИГАиК производилось определение скорости. Медленные тектонические движения в этом случае по-

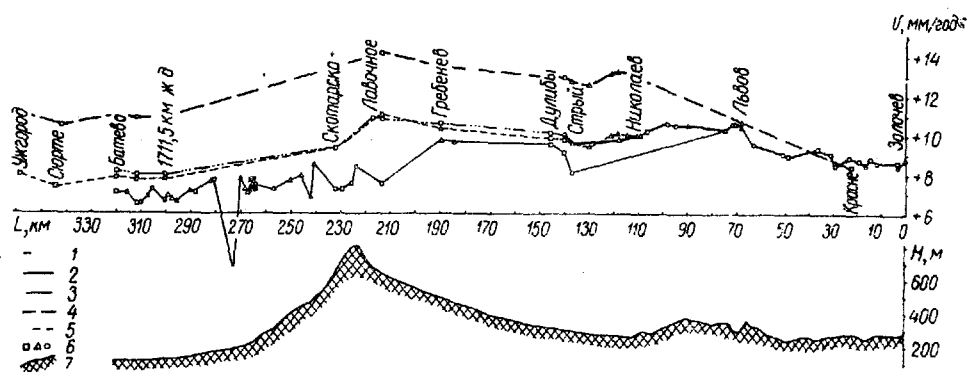


Рис. 1. Графики скорости современных движений земной коры по профилю Золочев—Бескид—Батово.

Кривые скорости, соответствующие интервалам: 1—1897—1962—1964 гг.; 2—1932—1961—1963 гг.; 3—1954—1961—1964 гг.; 4—кривая скорости по материалам МИИГАиК; 5—кривая скорости по материалам МИИГАиК, по принятию для Николаева $V_{abc} = +10,0 \text{ мм/год}$; 6—знаки нивелирной сети; 7—гипсометрический профиль.

давливаются ошибками измерений и короткопериодическими колебаниями земной поверхности.

Кривая скорости современных движений, построенная по данным МИИГАиК, но с принятием для Николаева значения скорости $+10,0 \text{ мм/год}$ и полностью совпадающая с нашей кривой, подтверждает сказанное выше (см. рис. 1).

Можно констатировать отличную сходимость значений скорости современных движений, выведенных по результатам двухкратного повторного нивелирования, что опровергает предположение о крайнем непостоянстве направленности и величины скорости, выявляемой геодезическим методом.

Особенно ценный материал для изучения неравномерности проявления современных движений во времени и колебательного их характера имеется по участку Дулибы—Бескид, где проведено трехкратное повторное нивелирование.

Отсутствие измеренных превышений чешского нивелирования I класса по линии Воловец—Батово лишает нас возможности получить его для всей горной части Карпат и Закарпатья.

На рис. 2 нанесено шесть кривых скорости современных движений, соответствующих различным вариантам сопоставления нивелировок: 1897—1932, 1897—1954, 1897—1962—63, 1932—1954, 1932—1962—63, 1954—1962—63 гг. Для большей наглядности использованы только знаки, являющиеся общими для четырех нивелировок.

Хотя нами не отмечен полный цикл колебаний, анализ графического материала говорит о том, что наблюдается ярко выраженная зако-

номерность движения земной коры по участку Дулибы—Бескид. Если в интервале 1897—1932 гг. отмечается последовательное увеличение скорости в сторону Бескида, то для интервала 1932—1962—63 гг. характерно относительное изменение ее направленности, что подтверждается также данными сравнения измеренных превышений 1932 и 1954 гг. Не высказывая пока никаких суждений о периоде колебаний, можно предположить, что варианты сопоставления нивелировок 1897—1962—63 и 1897—1954 гг. более уверенно фиксируют вековую восходящую тенденцию движений Карпатского региона.

Кривая скорости современных движений, составленная по материалам нивелирования 1954 и 1962—63 гг., имеет резко изломанный вид. Причина такого несоответствия общему характеру распределения скорости кроется, как уже указывалось, в малом промежутке времени между повторными измерениями.

Сопоставление графика скорости с гипсометрическим профилем позволяет установить по всей трассе прямое соотношение между современными движениями и рельефом. Конфигурация графика скорости полностью согласуется с наклоном скатов рельефа. Поэтому есть основания рассматривать ступенчатость как отражение блокового характера современных тектонических движений, а не как следствие неравномерного накопления ошибок нивелирования, т. е. данные повторного нивелирования дают направленность и количественную оценку тех тектонических процессов, результатом которых является современный рельеф.

Имеющиеся геодезические данные позволяют утверждать, что Карпатский регион испытывает в настоящее время интенсивные поднятия*. Особенностью современных движений этой орогенической области, отличающейся повышенной сейсмичностью, является дифференцированность их по интенсивности. Самые большие скорости, характеризующие локальные деформации, отмечаются в горной части Советских Карпат (зона Кросно, $V_{abc} = +10,8$ мм/год). Для Предкарпатского краевого и Закарпатского внутреннего прогибов, участвующих в едином процессе тектонического поднятия, характерны соответственно меньшие значения скорости ($V_{abc} = +9,6$ и $8,0$ мм/год).

Эти данные качественно хорошо согласуются с характером молодых тектонических движений, выявляемых путем геолого-геоморфологического анализа [1, 4].

По состоянию фактических данных изучение современных движений земной коры советской части Карпатского региона сейчас возможно лишь на базе неуравненного профиля Золочев—Бескид—Батев. Это создает трудности и ограничения. После образования замкнутых полигонов повторного нивелирования I класса скорости современных дви-

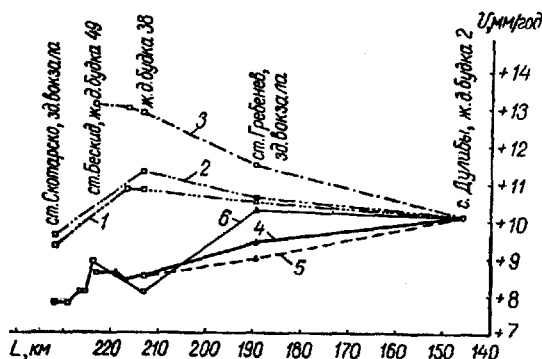


Рис. 2. Колебательные движения земной коры по участку Дулибы—Бескид.

Кривые скорости, соответствующие интервалу времени: 1 — 1897—1962—1963 гг.; 2 — 1897—1954 гг.; 3 — 1897—1932 гг.; 4 — 1932—1962—1963 гг.; 5 — 1932—1954 гг.; 6 — 1954—1962—1963 гг.

* С этими выводами можно согласиться, если абсолютное поднятие Золочева действительно равно $8,9$ мм/год. Поднятия Карпатского региона относительно Золочева, по данным автора, не обнаруживаются (примечание редактора).

жений в процессе уравнивания претерпят незначительные количественные изменения и, как показал опыт работ на Русской платформе [3], внутреннее расчленение территории на относительно поднимающиеся и опускающиеся участки, как правило, не изменяется.

В связи с отсутствием в настоящее время работ, в которых излагались бы результаты изучения вертикальных движений земной коры Советских Карпат высокоточными инструментальными методами, публикуемая статья может вызвать определенный интерес у геофизиков, геодезистов и геологов, занимающихся этой проблемой.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Д. Гофштейн. Неотектоника Карпат. Из-во АН УССР, Киев, 1964.
2. В. А. Матцкова. Уточненная карта скорости современных вертикальных движений земной коры и некоторые соображения о периоде этих движений. Сб. «Совр. движ. земн. коры». Изд. АН СССР, М., 1963.
3. Современные вертикальные движения земной коры на территории западной половины Европейской части СССР. Труды ЦНИИГАиК, вып. 123, М., 1958.
4. И. Л. Соколовский. Новейшие и современные движения земной коры на территории УССР. Известия АН УССР, № 9, 1959.

Работа поступила
30 апреля 1965 г.