

В. И. СОМОВ

СВОДНАЯ КАРТА СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ КАРПАТ

Первым разделом программы исследований по изучению современных движений земной коры, принятой в 1962 г. на I Международном симпозиуме в Лейпциге (ГДР), предусматриваются работы по составлению мировой карты вертикальных движений. Подготовительным этапом является составление карт территорий, наиболее хорошо изученных с этой точки зрения, — Фенноскандии, Восточной и Западной Европы [2].

В 1963 г. была опубликована карта современных вертикальных движений земной коры западной половины Европейской части СССР (второго приближения), составленная совместно ЦНИИГАиК и ИГ АН СССР [6]. К настоящему времени изданы подобные карты для Польши [19], Чехословакии [17], Венгрии [13], Румынии [15] и Болгарии [16].

При составлении карт скорости современных движений во всех странах принята гипотеза о постоянстве величины и направления скорости вертикальных движений земной коры между датами исполнения первого и последнего нивелирования, вошедших в обработку. Основное различие при обработке данных повторного нивелирования состоит в выборе поверхности относимости. За поверхность относимости принималась: в СССР — поверхность среднего уровня Мирового океана (поправки за эвстатические изменения уровня Мирового океана при составлении карты скорости не учитывались); в Польше, Чехословакии и Венгрии — уровенные поверхности, проходящие через не связанные с уровнем моря пункты Торунь, Лышов и Надап, для которых скорости вертикальных движений условно приняты равными нулю; в Румынии — уровенная поверхность, проходящая через нуль мареографа в Констанце, и в Болгарии — через нуль мареографа в Бургасе.

Следовательно, различный выбор уровенной поверхности затрудняет выполнение общей сводки значений скорости для территории Восточной Европы. Кроме того, это было невозможно в связи с отсутствием повторного нивелирования первого класса в Советских Карпатах.

Начатое в 1961 г. во Львовском филиале Института геофизики АН УССР по инициативе О. И. Юркевич изучение современных движений земной коры методом высокоточного повторного нивелирования позволило ликвидировать белое пятно на карте вертикальных движений земной коры западной половины Европейской части СССР, получить количественные характеристики этого интересного природного явления, произвести их сопоставление с тектоникой данного района [8, 10, 11] и составить первый вариант карты современных вертикальных движений Советских Карпат [12].

Карты вертикальных движений земной коры Чехословакии, Венгрии, Румынии и Советских Карпат составлены на основе использования материалов нивелирования 1873—1897 гг. Военно-географического института Вены. Конечно, нивелирная сеть, построенная в конце прошлого столетия, когда не было еще совершенных измерительных средств и методов наблюдений, имела много недостатков. Прежние нивелировки имеют значительные поправки за рефракцию и длину реек.

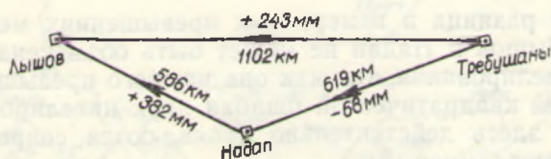


Рис. 1. Схема связи главных опорных пунктов.

На XII конференции Международного измерения Земли, происходившей в Гамбурге в 1912 г., Лаллеман в докладе относительно нивелирования высокой точности приводит данные об ошибках государственного нивелирования Австро-Венгрии [18]: 1) средняя случайная ошибка на 1 км хода (η), полученная из прямого и обратного ходов нивелирования, равна $\pm 1,37$ мм; 2) средняя систематическая ошибка на 1 км хода (σ), полученная из замыкания полигонов, равна $\pm 0,24$ мм.

Согласно исследованиям Круиса [17] для 10 полигонов нивелирования 1873—1897 гг. на территории Чехословакии, средняя квадратическая ошибка составляет $\pm 1,5$ мм на км хода.

Проведенный нами анализ сети нивелирования 1873—1897 гг. на территории западных областей Украины, состоящей из пяти полигонов, дал следующие значения ошибок: 1) средняя квадратическая случайная ошибка ... $\pm 1,35$ мм/км; 2) средняя квадратическая систематическая ошибка ... $\pm 0,28$ мм/км.

Необходимо отметить труд венгерского геодезиста Бендефи, который, исключив некоторые грубые ошибки, заново уравнивал всю обширную австро-венгерскую нивелирную сеть. Эта ценная работа признается всеми государствами, которые заимствовали отдельные ее части.

Таким образом, учитывая точность, методику (первый способ трех нитей) и характер закрепления концов секций (стенными марками), нивелирование 1873—1897 гг. может быть отнесено ко второму классу наших инструкций. Хотя данное нивелирование не является первоклассным, надо учесть, что с момента построения этой сети прошло 70—80 лет, а поэтому для такой подвижной территории, какой является Карпатский регион, можно использовать и нивелирование второго класса (М. И. Синягина, В. А. Матцова, 1957).

Нивелирная сеть Австро-Венгрии опиралась на семь фундаментальных марок, установленных на коренных породах в местах, указанных Государственным геологическим институтом, то есть там, где с геологической точки зрения, их можно считать устойчивыми. Две из них находятся в Чехословакии и по одной — в Венгрии, Советском Союзе, Румынии, Югославии и Италии. Такая сеть, состоящая из трех знаков, представлена на рис. 1. По сторонам сети выписаны разности измеренных превышений между первым — 1873—1897 гг. и вторым — 1920—1938 гг. нивелированиями и расстояние между знаками.

Нивелирование 1920—1938 гг., выполненное Пражским военно-географическим институтом и Венгерским государственным геодезическим управлением, относится к высокоточному. Оно исполнено глухим нивелиром с плоско-параллельной пластинкой и инварными рейками между точками австро-венгерской сети. Точность этого нивелирования характеризуется следующими значениями средних квадратических ошибок:

$$\eta = \pm 0,5 \text{ мм/км} \text{ и } \sigma = \pm 0,08 \text{ мм/км.}$$

Значительная разница в измеренных превышениях между пунктами Требушаны, Лышов и Надап не может быть объяснена только влиянием ошибок нивелирования, так как она намного превышает значение суммарной средней квадратической ошибки двух нивелирований. Можно полагать, что здесь действительно проявляются современные вертикальные движения земной коры.

Разбросав в треугольнике невязку скорости, равную — 1,4 мм/год, мы получили перепад значений скорости между пунктами Требушаны, Надап и Лышов.

Для исходного пункта Требушаны (Деловое, СССР) принято, согласно карте современных вертикальных движений Советских Карпат [12], абсолютное значение скорости +10,2 мм/год с возможной ошибкой ее определения $\pm 4,2$ мм/год.

Карта современных вертикальных движений Советских Карпат построена по измеренным превышениям для интервала 1884—1964 гг. Повторное нивелирование I класса выполнялось Львовским политехническим институтом с использованием нивелира НА-1. Значения ошибок, вычисленные по расхождениям правой и левой нивелировок, составляют:

$$\eta = \pm 0,29 \text{ мм/км} \text{ и } \sigma = \pm 0,02 \text{ мм/км.}$$

Вероятнейшие абсолютные значения скорости, определенные по двум независимым трассам, соответственно равны: для главного опорного пункта Чехословакии (Лышов)... +16,0 мм/год; для главного опорного пункта Венгрии (Надап)... +8,3 мм/год.

Согласно вычисленным значениям скорости современных вертикальных движений опорных пунктов, сделан пересчет изобаз равных скоростей и произведена общая сводка последних для территорий четырех стран — Чехословакии, Венгрии, Румынии и Советского Союза (рис. 2).

Приходится сожалеть о невозможности увязать изобазы скорости вертикальных движений Чехословакии и Советского Союза с изобазами карты вертикальных движений Польши. Для составления последней использованы материалы нивелирований I класса 1920—1937 гг. и 1952—1958 гг.

Мы не собираемся производить детальную тектоническую интерпретацию карты современных вертикальных движений Карпат и увязку полученных данных с имеющимся обширным геофизическим материалом, поскольку в некоторой мере это выполнено в каждой из стран [14, 15, 20].

При рассмотрении составленной карты видно, что Карпаты и прилегающие к ним территории в интервале 1885—1938 гг. (между средними датами исполнения нивелировок) участвуют в едином процессе тектонического воздымания. Отчетливо вырисовывается система горных сооружений, имеющая вид дуги, которая обращена выпуклостью на северо-восток. Отдельные части дуги, соответствующие Западным,

Восточным и Южным Карпатам, испытывают поднятие различной интенсивности. Максимум для горной системы соответствует юго-западной части Западных Карпат ($+13,0 \text{ мм/год}$). Наиболее высокогорная часть Восточных Карпат окаймлена изобазой скорости $+10,5 \text{ мм/год}$. По сравнению с первыми двумя частями Южные Карпаты, имеющие широтное простирание, испытывают меньшие поднятия ($+4,0 \text{ мм/год}$).

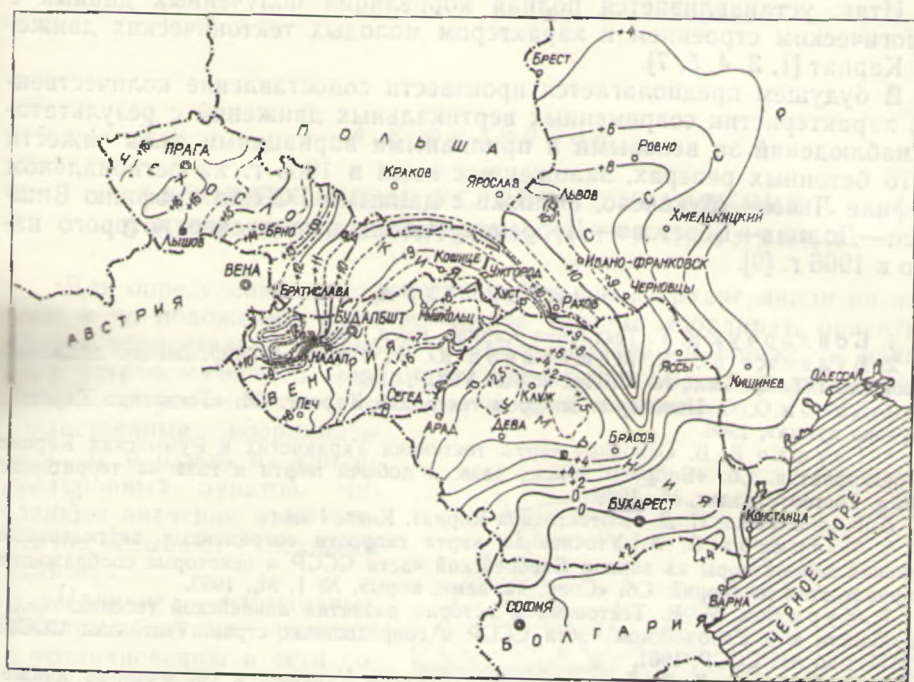


Рис. 2. Сводная карта современных вертикальных движений земной коры Карпат (составил В. И. Сомов, 1966).

Трансильванская впадина, занимающая внутренний угол между Восточными и Южными Карпатами, характеризуется минимальными значениями скорости ($+1,5 \text{ мм/год}$). Горы Апушени, отделяющие Трансильванское плато на западе от Большой Венгерской впадины, поднимаются со скоростью $+2,5 \text{ мм/год}$.

Для Большой Венгерской впадины, окаймленной горной системой Карпат, скорости современных вертикальных движений изменяются в пределах от $+5,0$ до $+8,0 \text{ мм/год}$. Малая Венгерская впадина, граничащая с Чешским массивом и Восточными Альпами, поднимается со скоростью $+12,0 \text{ мм/год}$. Наибольшими значениями скорости ($+16,0 \text{ мм/год}$) характеризуется Чешский массив.

Значительные скорости поднятия Чешского массива, юго-западной части Западных Карпат и Малой Венгерской впадины объясняется тем, что поднимающиеся Восточные Альпы захватывают прилегающие области Чехии и Венгрии [17].

Проследим изменения скорости вертикальных движений с востока на запад по профилю Ровно—Львов—Сегед. В пределах Украинского кристаллического щита наблюдается увеличение скорости от $+8,0$ до $+10,5 \text{ мм/год}$. Последнее значение скорости соответствует локальному ее максимуму в районе Львова. Отмечаемое относительное уменьшение

скорости (+9,6 мм/год) в Предкарпатском краевом прогибе для сводовой части Восточных Карпат снова сменяется ее максимумом (+10,8 мм/год). В Закарпатском внутреннем прогибе скорости подаются до величины +8,0 мм/год. Для Сегеда значение скорости вертикальных движений равно +6,0 мм/год.

Аналогичное распределение скоростей отмечается и на профиле Варна—Бухарест—Дева.

Итак, устанавливается полная корреляция полученных данных с геологическим строением и характером молодых тектонических движений Карпат [1, 3, 4, 5, 7].

В будущем предполагается произвести сопоставление количественных характеристик современных вертикальных движений с результатами наблюдений за вековыми и приливными вариациями силы тяжести на 16 бетонных реперах, заложенных нами в 1965 г. на региональном профиле Львов—Мукачево, а также с данными ГСЗ по профилю Вишневец—Долина—Берегово—Дебрецен—Сегед, выполнение которого начато в 1966 г. [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарчук В. Г. Тектоника Карпат. Киев, 1962.
2. Буланже Ю. Д., Мещеряков Ю. А. Изучение современных движений земной коры. Геоф. бюл., № 12. Изд-во АН УССР, 1962.
3. Вялов О. С. Некоторые вопросы тектоники Карпат. Сб. «Тектоника Карпат», «Наукова думка», 1966.
4. Глушко В. В. Основные черты тектоники Украинских и Румынских Карпат и Предкарпатья. Сб. «Вопросы поиска, разв. и добычи нефти и газа на территории УССР». Гостехиздат, М., 1959.
5. Гофштейн И. Д. Неотектоника Карпат. Киев, 1964.
6. Матцкова В. А. Уточненная карта скорости современных вертикальных движений земной коры на западе Европейской части СССР и некоторые соображения о периоде этих движений. Сб. «Совр. дв. земн. коры», № 1, М., 1963.
7. Муратов М. В. Тектоника и история развития альпийской геосинклинальной области юга Европейской части СССР и сопредельных стран. Тектоника СССР, т. II. Изд-во АН СССР, 1961.
8. Собакарь Г. Т. Геологическая структура Украины и современные движения земной коры. Геоф. сб., № 18. «Наукова думка», 1966.
9. Соллогуб В. Б. Об опытных советско-венгерских работах по глубинному сейсмозондированию в районе Дебрецен—Берегово. Доповіді АН УРСР, серія Б, № 2, 1967.
10. Сомов В. И. Геологическая интерпретация графика накопления разности превышений по профилю Золочев—Львов—Батєво—Ужгород. Инф. бюл. «Геофизика и астрономия», № 9. «Наукова Думка», 1966.
11. Сомов В. И., Собакарь Г. Т., Василенко Е. М. Новые данные о современных вертикальных движениях Закарпатья, Сб. «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», № 5. Изд-во Львов. ун-та, 1966.
12. Сомов В. И. Вариант карты современных вертикальных движений Советских Карпат. Инф. бюл. «Геофизика и астрономия», № 11, «Наукова Думка», 1967.
13. Bendefy L. Grundlegende Probleme der Erforschung der rezenten Erdkrustenbewegung. «Gerlands Beiter. Geophys», 1965, 74, № 6.
14. Egyed L. A keregmozgások okai és a magyarországi keregmozgások. «Geofiz. közl.», 1957, № 6.
15. Ciocârdel R., Esca Al. Incercare de sinteză a datelor cu privire la mișcările verticale recente ale scoartei terestre în România. «Studii și cercetări de geologia, geofizica, geografie», seria geofizică, I, № 4, 1966.
16. Hristov K., Gălabov I. Mitteilung über eine vorläufige Untersuchung über neuen vertikalen Bewegungen der Erdkruste in Bulgarian. «Abhandl. Dtsch. Acad. Wiss. Berlin. Kl. Bergbau, Hüttenwesen und Montangeol.», 1962, № 2.
17. Kruis B. Výzkum svislých pohybu zemské kory v Československé republice. «Geod. a kartogr. obzor», 1959, 5, № 8.
18. Nivellement de Haute Precision, deuxième édition revue et augmentée, Paris, 1912.
19. Staszewski J. Wskaźniki współczesnych ruchów pionowych terytorium Polski. «Przegląd geodezyjny», 1963, № 1.
20. Svoboda K. Zur Frage der Erdkrustenbewegungen in dem karpatischen Teil der CSSR. «Abhandl. Dtsch. Acad. Wiss. Berlin. Kl. Bergbau, Hüttenwesen und Montangeol.», 1962, № 2.

Работа поступила
11 марта 1967 г.