

Л. Ф. ЛИТВИН

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ РЕЧНЫХ ТЕРРАС

Показывается необходимость применения статистических методов для достоверного выделения высотных аномалий террас на их продольных профилях и определения амплитуды ее «деформации». Анализ продольных профилей террас р. Мезени показал, что высота отдельного сегмента террасы является величиной случайной, а точность определения амплитуды деформации зависит прежде всего от высотной дифференцированности сегментов террасы в целом и на ее аномальном участке.

Анализ продольных профилей речных террас широко используется при структурно-геоморфологических исследованиях и является одним из основных геоморфологических методов выявления новейших тектонических движений.

При обычных графических построениях терраса изображается либо линией, проведенной по отметкам относительных высот площадок террасы над руслом, либо в виде полосы, ширина которой равна разности высот бровки и тылового шва (Былинский, 1962). В дальнейшем терраса рассматривается как единая поверхность, первично горизонтальная либо наклоненная к руслу и параллельная руслу реки. Многочисленные данные о высотной неоднородности террасовых поверхностей остаются в стороне при графическом анализе продольных профилей. Такой подход, вытекающий из существа методики, является слишком упрощенным и приводит к преувеличенно-оптимистическим выводам о возможности получения с высокой точностью амплитуд новейших тектонических движений по деформациям продольного профиля террасы.

Между тем высотная дифференцированность различных сегментов речных террас является таким их свойством, которое нельзя не учитывать. Так, Е. В. Шанцер (1951) специально обращал внимание исследователей на изменение высот террасовых уровней вдоль речной долины под влиянием экзогенных факторов. Г. И. Горецким (1948) было установлено, что наклон поверхности террасы к руслу объясняется последовательным причленением новых более низких частей террасы. Этим же процессом Н. И. Маккавеев (1955) объясняет мелкую ступенчатость, характерную, по его мнению, для поверхности речных террас.

Разновысотность более или менее горизонтальных сегментов или участков террасы, возникающая еще в пойменную стадию, в дальнейшем все более усиливается. Боковая эрозия и блуждание в начальной стадии врезания оставляют свой отпечаток в крупных деталях рельефа вновь образующейся террасы — образовании разновысотных поверхностей, разделенных ступенями (Маккавеев, Чалов, 1964). Экспериментальное моделирование процессов формирования террас также свидетельствует о значительных различиях в высотах сегментов одной и той же террасы, в продольных и поперечных к оси долины направлениях, что затрудняет выделение одновозрастных террас даже при отсутствии влияния тектонического фактора на формирование террасы (Маккавеев и др., 1961). Тектонические движения в период образования террасы могут также привести к расщеплению ее уровня, т. е. к появлению в одном поперечнике разновысотных сегментов одной и той же террасы.

Таким образом, необходимо признать, что поверхность террасы представляет собой сочетание разновысотных поверхностей ее сегментов, которые образуют сложную ступенчатую поверхность. Высота поверхности отдельного сегмента террасы зависит от многих факторов экзогенного и эндогенного характера, является величиной случайной и не может полностью характеризовать высоту террасы даже на сравнительно неболь-

шом отрезке долины. Поэтому для решения вопроса об аномальности высот террасы на каком-либо участке долины нужно всю совокупность высот поверхности сегментов террасы на этом участке сравнить с совокупностью высот сегментов террасы в целом. Для такого сравнения необходимо графический анализ продольного профиля дополнить методами математической статистики.

Нами был проведен статистический анализ продольного профиля I и II надпойменных террас р. Мезени. Исходным материалом послужили данные структурно-геоморфологической съемки долины р. Мезени, проведенной Северной партией НИЛЗарубежгеологии. При вычислениях учитывались лишь высоты поверхности террас, полученные инструментальным измерением, а также отметки геодезических реперов. Высоты террас были приведены к единому водному уровню по данным водомерных постов.

На графике продольного профиля террас р. Мезени были выделены аномально повышенные и аномально пониженные участки террас. Затем были получены кривые распределения относительных высот террас. Они оказались близки к кривой нормального распределения, что подтверждает правомерность подхода к относительной высоте какого-либо сегмента террасы как к случайной величине.

В дальнейшем определялась достоверность отличия совокупности высот аномальных участков террас от совокупности высот этих же террас на всем протяжении среднего течения р. Мезени. С этой целью нами был применен t — критерий Стьюдента, широко употребляющийся при сравнении выборок небольшого объема (Бейли, 1962) и вычисляемый по формуле

$$t = \frac{M_y - M_t}{S \sqrt{\frac{1}{n_t} + \frac{1}{n_y}}}$$

где M_t — средняя высота террасы для всего среднего течения реки, M_y — средняя высота террасы на участке, S — квадратичное отклонение, а n_t и n_y — числа замеров высот всей террасы и на исследуемом участке.

Оказалось, что при 95% доверительной вероятности (надежности) только четыре участка из девяти для первой террасы и два из десяти для второй могут считаться достоверно аномальными по высоте (таблица). Остальные участки, первоначально принятые за аномальные, при качественном анализе графика не могут считаться таковыми.

Для участков, достоверно аномальных по высоте, была вычислена величина этой аномалии или ее амплитуда. Поскольку высота террасы на некотором отрезке долины и для всей террасы характеризуется совокупностями случайных величин, амплитуда высотной аномалии определяется как граница доверительного интервала разности между двумя средними при 5%-ном уровне значимости:

$$A = M_y - M_t + tS \sqrt{\frac{1}{n_t} + \frac{1}{n_y}}$$

Очевидно, что точность определения амплитуды любой высотной аномалии и тем более тектонической деформации будет особой для каждого аномального участка (таблица) и что она зависит не только от числа и способов измерения, но главным образом от степени высотной дифференцированности отдельных сегментов террасы в пределах одного или нескольких близких поперечных профилей.

Таким образом, качественный анализ графиков террасовых уровней совершенно недостаточен для суждения об аномальной деформирован-

Значение критерия и амплитуды высотных аномалий террас р. Мезени*

| № участка* | Число измерений | Средняя высота террасы, м | Экстремальная высота террасы, м | Величина t | Амплитуда высотной аномалии, м |
|------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------|--------------|--------------------------------|
| I терраса | | | | | |
| 1 | 12 | 7,5 | 10,0 | 0,879 | |
| 2 | 18 | 6,1 | 5,0 | 5,370 | $-1,0 \pm 0,5$ |
| 3 | 17 | 7,8 | 10,2 | 1,520 | |
| 4 | 22 | 6,8 | 5,4 | 0,978 | |
| 5 | 12 | 7,9 | 9,8 | 1,810 | |
| 6 | 19 | 6,7 | 5,6 | 1,907 | |
| 7 | 30 | 7,9 | 10,5 | 2,700 | $+0,7 \pm 0,4$ |
| 8 | 27 | 8,4 | 11,8 | 4,510 | $+1,3 \pm 0,5$ |
| 9 | 22 | 5,6 | 4,0 | 4,830 | $-1,5 \pm 0,5$ |
| В целом | 181 | 7,1 | | | |
| II терраса | | | | | |
| 1 | 11 | 12,6 | 14,8 | 0,459 | |
| 2 | 29 | 10,6 | 8,6 | 3,159 | $-1,7 \pm 0,8$ |
| 3 | 5 | 12,4 | 15,0 | 0,079 | |
| 4 | 15 | 11,1 | 9,6 | 1,628 | |
| 5 | 11 | 13,4 | 167 | 1,279 | |
| 6 | 12 | 11,5 | 9,3 | 1,007 | |
| 7 | 17 | 16,8 | 18,9 | 6,330 | $+4,5 \pm 1,3$ |
| 8 | 10 | 11,2 | 10,0 | 1,250 | |
| 9 | 8 | 12,2 | 10,8 | 0,101 | |
| В целом | 124 | 12,3 | | | |

* Примерные границы исследуемых участков р. Мезени следующие: 1) с. Ценогоры—устье р. Кымы; 2) устье р. Кымы—с. Лэпское; 3) с. Лэпское—устье р. Мезенская Пижма; 4) устье р. Мезенская Пижма—дер. Латыога; 5) дер. Латыога—дер. Пысса; 6) дер. Пысса—дер. Мучкас; 7) дер. Мучкас—устье р. Уип-Дын для I террасы и дер. Мучкас—дер. Селиб—для II; 8) устье р. Уип-Дын—дер. Селиб для I и дер. Селиб—дер. Разгорт для II террасы; 9) дер. Елькин—с. Косян для I и дер. Разгорт—с. Косян для II террас.

ности речных террас. Для получения достоверных количественных данных о деформациях террасовых уровней с учетом первичной ступенчатости их поверхностей необходимо дополнять графические построения статистическим анализом.

ЛИТЕРАТУРА

- Былинский Е. Н. Новые методические предложения к изучению речных террас на порожистых участках рек (на примере нижнего течения Западной Двины).—Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 1, 1962.
- Бейли Н. Статистические методы в биологии. М., Изд-во иностр. лит., 1962.
- Горецкий Г. И. Из наблюдений над молодыми террасами среднего течения р. Чусовой.—Тр. Ин-та геогр. АН СССР, вып. 39, 1948.
- Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Маккавеев Н. И., Хмелева Н. В., Зайтов И. Р., Лебедева Н. В. Экспериментальная геоморфология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1961.
- Маккавеев Н. И., Чалов Р. С. О развитии рельефа поверхности речных террас и признаках глубинной эрозии на примере верхней Оби.—Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, 1964.
- Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит.—Тр. Ин-та геол. наук, АН СССР, вып. 135. Геол. сер. № 55, М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Географический ф-т
МГУ

Поступила в редакцию
15.IX.1970

ON THE METHODS OF QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE LINEAR PROFILES OF RIVER TERRACES

L. F. LITVIN

Summary

Stressed is the necessity of using statistical methods for a reliable singling out of altitude anomalies of terraces on their linear profiles and for defining the amplitude of its «deformation».

The analysis of linear terrace profiles of the Mezeny River has shown that the height of a separate segment of a terrace, is a chance value, and the accuracy of defining the deformation amplitude depends, first of all, on an altitude differentiation of terrace segments on the whole and on its anomaly area.