

УДК 551.4.012

Л. Л. РОЗАНОВ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОЕНИЯ РЕЧНЫХ ДОЛИН ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

На примере речных долин Печоры и Пезы (приток Мезени) проанализирован ряд показателей строения долин, характеризующих направленность новейших тектонических движений: деформации террасовых уровней, высотное соотношение террас и поймы в поперечном сечении долины, состав и мощность аллювия и ширина долины. Предложен способ определения информативности (надежности отражения неотектонических условий) каждого показателя. С учетом информативного веса показателей рассчитан суммарный показатель эрозионно-аккумулятивной деятельности реки, который является более надежным диагностическим признаком для анализа неотектоники, чем каждый взятый в отдельности показатель.

Изучение речных долин занимает важное место в структурно-геоморфологических исследованиях и в работах геологопоискового направления. В настоящее время существует более 90 методов и приемов структурно-геоморфологического изучения речной сети. При использовании такого большого числа методов и приемов со всей остротой встает вопрос об оценке возможностей их применения для решения конкретных практических задач. Для этого крайне важно установить информативность, т. е. достоверность, надежность отражения неотектонической обстановки каждым из показателей строения речной долины.

На примере долин Печоры и Пезы (правый приток Мезени) проанализированы четыре показателя строения речной долины: деформации поверхностей надпойменных террас ( $z$ ), высотное расположение террас и поймы в поперечном сечении долины ( $h$ ), состав и мощности аллювия террас и поймы ( $A$ ), ширина долины ( $B$ ). Установлены средние показатели  $z$ ,  $h$ ,  $A$ ,  $B$ , соответствующие условиям относительной неотектонической стабильности. По отклонению от средних величин определены показатели, характерные для новейших поднятий и опусканий (табл. 1). В основе определения показателя  $z$  лежит метод анализа «синклинально-антиклинальных» изгибов продольных профилей террас (Спирidonov, 1959), которые устанавливаются относительно рассчитанных средних высотных уровней (Розанов, 1970).

Показатель  $h$  определяется по значениям морфографического индекса поперечного сечения речной долины ( $M$ ). Последний представляет собой среднеарифметическое отношение относительных высот соседних по возрасту террасовых уровней и вычисляется по формуле

$$M = \frac{\frac{h_2}{h_1} + \frac{h_3}{h_2} + \frac{h_n}{h_{n-1}}}{n-1}, \quad (1)$$

где  $h_1$  — средняя относительная высота самого молодого террасового уровня в данном створе поперечника долины;  $h_2$  — то же следующего по

Шкала признаков для определения показателя эрозионно-аккумулятивной деятельности рек  $E$  (для условий северо-востока Русской равнины)

|   |  |             |
|---|--|-------------|
| I   | Характеристика деформаций поверхностей надпойменных террас   | $z$ , баллы |
|   | Синклиальный изгиб продольного профиля террасы относительно среднего расчетного высотного уровня   | -2,7        |
|   | Переходный участок между синклиальным и антиклиальным изгибами или отрезок продольного профиля террасы, совпадающий со средним расчетным уровнем | 0           |
| II  | Антиклиальный изгиб продольного профиля террасы относительно среднего расчетного высотного уровня  | +2,7        |
|   | Особенности высотного расположения террас в поперечнике речной долины (морфографический индекс $M$ )   | $h$ , баллы |
|   | Морфографический индекс меньше среднего  | -2,4        |
| III   | Средний морфографический индекс  | 0           |
|   | Морфографический индекс больше среднего  | +2,4        |
|   | Особенности строения аллювия террас и поймы  | $A$ , баллы |
|   | 1. Динамические фазы аллювия поймы и первой надпойменной террасы:  |             |
|   | настилаемая (преобладает пойменная фация над русловой)   | -1,8        |
|   | перестилаемая (равное участие русловой и пойменной фаций)  | 0           |
|   | выстилающая (преобладает русловой аллювий)   | +1,8        |
| 2. Мощность аллювия надпойменных террас:          |  |             |
| IV  | больше средней более чем в 1,5 раза  | -1,8        |
|   | средняя, больше или меньше ее до 1,5 раза  | 0           |
|   | меньше средней более чем в 1,5 раза  | +1,8        |
|   | Характеристика ширины долины   | $B$ , баллы |
|   | Ширина долины больше средней более чем в 1,3 раза  | -1,0        |
| Средняя или близкая к ней ширина долины           | 0  |             |
| Ширина долины меньше средней более чем в 1,3 раза | +1,0   |             |

возрасту;  $h_n$  — то же самого древнего;  $n$  — количество террасовых уровней в данном створе поперечника долины (Розанов, 1970). Средние морфографические индексы рассчитывались как полусуммы экстремальных значений из вычисленных  $M$ . Для изученных долин они составляют: 1,57 — Средняя Печора; 1,42 — Нижняя Печора; 1,45 — Пеза.

Показатель  $A$  определялся на основе анализа динамических фаз и мощностей аллювия согласно исследованиям В. В. Ламакина (1948), Е. В. Шанцера (1951) и Ю. А. Мещерякова (1961). Динамические фазы аллювия устанавливались нами (и затем тектонически интерпретировались) только для поймы и первой надпойменной террасы, в разрезах которых везде четко выделяются пойменная и русловая фации. Мощности аллювия анализировались отдельно по каждой террасе. Как известно, показателем тектонических движений является не мощность аллювия как таковая, а отношение истинной мощности к теоретической нормальной мощности (Мещеряков, 1961). Ввиду невозможности определения «нормальной» (по Е. В. Шанцеру, 1951) мощности аллювия надпойменных террас мы предлагаем использовать при расчетах средние из наблюдаемых величин мощностей аллювия по каждой террасе.

Показатель  $B$  определялся путем сравнения ширины долины в данном створе со средней шириной, изменяющейся вдоль долины в зависимости от полусумм ширины каждой пары смежных сужений и расширений.

Кроме показателей  $z$ ,  $h$ ,  $A$ ,  $B$ , учитывали и суммарный показатель эрозионно-аккумулятивной деятельности реки ( $E$ ), вычислявшийся по формуле

$$E = z_{\text{ср}} + h_{\text{ср}} + A_{\text{ср}} + B. \quad (2)$$

Отметим, что определение показателя эрозионно-аккумулятивной деятельности реки путем алгебраического суммирования ряда показателей строения поймы, выраженных в баллах, было предложено Ю. А. Меще-

ряковым и впервые осуществлено им совместно с В. А. Филькиным (1965).

Для определения информативности показателей  $z$ ,  $h$ ,  $A$ ,  $B$  и  $E$  их знаки (+ и —) были сопоставлены по 223 створам долин Печоры и Пезы со знаками 16 новейших структур второго (валы, депрессии) и третьего (локального поднятия и опускания) порядков, выявленных ранее геолого-геоморфологическими методами (Ламакин, 1945; Былинский и др., 1964; Дедеев и др., 1965; Тектоника севера ..., 1969; и др.). Поскольку границы между областями поднятий и опусканий в ряде случаев условны, то переходные участки в анализ не включались.

Степень сопряженности ( $r$ ) между качественными (или альтернативными) признаками определялась способом четырех полей по формуле Д. Юла, которая после возведения в квадрат приняла следующий вид:

$$r = \sqrt{\frac{(ad - bc)^2}{(a + c)(b + d)(a + b)(c + d)}} \quad (3)$$

Преобразованная таким образом формула Д. Юла более удобна для практического использования. При наших расчетах четыре группы сопоставлений выглядели так:  $a$  (++) — число случаев совпадений положительных знаков новейшей структуры и геоморфологического признака;  $b$  (+—) — число случаев, когда положительной неоструктуре отвечал геоморфологический признак отрицательного движения земной коры;  $c$  (—+) — число случаев, когда отрицательной неоструктуре отвечал признак положительного движения земной коры;  $d$  (—) — число случаев совпадений отрицательных знаков неоструктуры и признака. Случаи, когда показатели (в том числе и  $E$ ) соответствовали стабильной неотектонической обстановке, т. е. были равны 0, в расчете коэффициента корреляции ( $r$ ) не участвовали.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между знаками показателей  $z$ ,  $h$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $E$  и морфоструктур для долин Печоры и Пезы

| Показатели          | Печора     | Пеза       | Для двух долин<br>в целом |
|---------------------|------------|------------|---------------------------|
|                     | $r$        |            |                           |
| $z$                 | 0,83±0,030 | 0,95±0,010 | 0,89±0,014                |
| $h$                 | 0,84±0,029 | 0,74±0,045 | 0,78±0,027                |
| $A$                 | 0,66±0,060 | 0,52±0,078 | 0,58±0,049                |
| $B$                 | 0,21±0,092 | 0,68±0,059 | 0,33±0,063                |
| $E$                 | 0,92±0,045 | 0,98±0,004 | 0,95±0,007                |
| Число сопоставлений | 113        | 110        | 223                       |

В табл. 2 приведены коэффициенты корреляции между показателями  $z$ ,  $h$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $E$  и морфоструктурами по 113 створам долины Печоры (через 5 км) и 110 — Пезы (через 3 км). Оценка достоверности коэффициентов корреляции (квадратическая ошибка) вычислена по обычной формуле:

$$m_r = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 1}}, \quad (4)$$

где  $n = a + b + c + d$ .

Как показывает таблица, для обеих долин наблюдается одинаковый порядок (за исключением одного случая) распределения по тесноте связи коэффициентов корреляции показателей  $E$ ,  $z$ ,  $h$ ,  $A$ ,  $B$ . Полученные

значения  $r$  позволяют объективно охарактеризовать показатели  $z, h, A, B$  по степени их информативности. Нами (Розанов, 1970) предложено определение относительного информативного веса ( $G$ ) показателей  $z, h, A, B$  через отношение величины одного коэффициента к величине наименьшего коэффициента:

$$G_B = \frac{r_B}{r_B}; \quad G_A = \frac{r_A}{r_B}; \quad G_h = \frac{r_h}{r_B}; \quad G_z = \frac{r_z}{r_B}. \quad (5)$$

Исходя из данных табл. 2, получаем следующий относительный информативный вес показателей:

$$G_B = 1; \quad G_A = 1,76; \quad G_h = 2,36; \quad G_z = 2,70.$$

Оценка информативного веса каждого показателя в баллах (табл. 1) дает возможность объективного перехода от разноразмерных характеристик показателей к безразмерным и позволяет не только сравнивать между собой показатели по информативности, но и рассчитывать суммарный показатель эрозионно-аккумулятивной деятельности реки  $E$  (2) с учетом информативного веса каждого из слагаемых.

Определение информативности показателей  $z, h, A, B$  позволило присоединиться к мнению Е. В. Шанцера (1951), А. И. Спиридонова (1959), Ю. А. Мещерякова (1965) и других исследователей, рассматривающих деформации поверхностей террас (изменения их продольного профиля) в качестве главного, наиболее надежного показателя выявления морфоструктур и неотектоники, а изменения мощности аллювия, ширины и морфологии террас — в качестве менее достоверных показателей. Это представляется вполне закономерным, так как деформации поверхностей террас практически обусловлены влиянием только эндогенного фактора, а фации, мощности аллювия, ширина и морфология террас — результат взаимодействия эндогенных и экзогенных сил.

Несмотря на то, что анализ деформаций террасовых (кроме поймы) поверхностей — главный показатель выявления новейших тектонических движений и морфоструктур, в процессе полевых исследований необходимо собрать возможно полнее данные и о дополнительных показателях (фациях, мощностях аллювия, ширине и морфологии террас и т. д.). Сопряженный анализ главных и дополнительных показателей необходим при изучении проявления неотектоники как в периоды образования террас, так и в последующее время. С другой стороны, результаты корреляционного анализа (табл. 2) свидетельствуют, что суммарный коэффициент  $E$  служит более надежным диагностическим признаком для выделения морфоструктур, чем каждый в отдельности взятый показатель строения речной долины.

Подытоживая изложенное, подчеркнем, что определение относительного информативного веса по коэффициентам корреляции позволяет не только распределять рассматриваемые качественные показатели по степени достоверности, надежности, но и объективно выражать разноразмерные признаки в безразмерных величинах. Это в свою очередь дает возможность передавать и накапливать качественную информацию об интересующем нас явлении путем алгебраического суммирования разноразмерных характеристик, выраженных в безразмерных величинах (в баллах).

Применение описанной методики расчета суммарного показателя эрозионно-аккумулятивной деятельности реки  $E$  в баллах для целей структурно-геоморфологического анализа речных долин позволило автору выявить ряд новых и уточнить границы уже известных неоструктур в бассейнах Печоры и Мезени.

## ЛИТЕРАТУРА

- Былинский Е. Н., Наместников Ю. Г., Берлянт А. М. Новые данные по неотектонике бассейна нижнего течения р. Мезени. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», № 1, 1964.
- Дедеев В. А., Заломина Н. М., Запольнов А. К., Кравец В. С., Матвеева Т. А., Сафронов П. Н., Сорокин В. А., Ференс-Сороцкий А. А. Геология и перспективы нефтегазоносности северной части Тимано-Печорской области. Л., «Недра», 1965.
- Ламакин В. В. Современное поднятие земной поверхности на Средней Печоре. «Изв. АН СССР. Сер. геол.», № 4, 1945.
- Ламакин В. В. Динамические фазы речных долин и аллювиальных отложений. «Землеведение, новая серия», т. 2 (42), М., 1948.
- Мещеряков Ю. А. Молодые тектонические движения и эрозионно-аккумулятивные процессы северо-западной части Русской равнины. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Мещеряков Ю. А. Структурная геоморфология равнинных стран. М., «Наука», 1965.
- Мещеряков Ю. А., Филькин В. А. Оценка геоморфологических признаков в баллах как метод количественной характеристики современных тектонических движений. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», № 1, 1965.
- Розанов Л. Л. Методика структурно-геоморфологического изучения речных долин (на примере северо-востока Русской равнины). Автореф. канд. дис. М., 1970.
- Спирidonov А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований, ч. I, Изд-во МГУ, 1959.
- Тектоника севера Русской плиты. «Труды ВНИГРИ», вып. 275. Л., «Недра», 1969.
- 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. серия, № 55, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951.

Институт географии АН СССР

Поступила в редакцию  
20.II.1974

---

## DETERMINATION OF THE INFORMATIVITY OF VALLEY MORPHOLOGY INDICES FOR THE AIM OF STRUCTURAL-GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS

L. L. ROZANOV

### Summary

The author worked out a technique for definition of informativity of some valley morphology indices to characterize direction of neotectonic movements (using as an example the Pechora and Peza valleys). The studied indices were: value of deformation of terrace surfaces; features of altitude distribution of terraces and floodplain at a valley cross-section; composition and thickness of alluvium; valley width. The proposed technique of evaluation of relative importance of different dimensions makes it possible to store qualitative information by summing dimensionless parameters.

---