

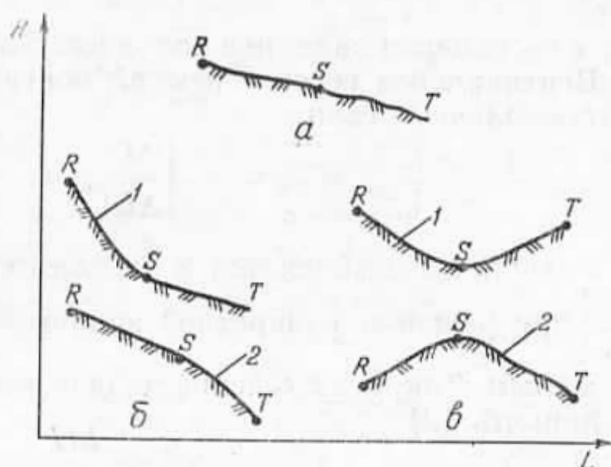
Л. К. ВОИСЛАВСКИЙ

ХАРАКТЕРНЫЕ ТОЧКИ И ХАРАКТЕРНЫЕ ЛИНИИ РЕЛЬЕФА

Для отображения земной поверхности на топографических картах и планах первостепенное значение имеет правильное выделение на местности (или ее модели) характерных точек и характерных линий рельефа. Содержание понятий, выражаемых терминами «характерная точка рельефа» и «характерная линия рельефа», определяется пока неоднозначно. Например, в [3, 6] к характерным точкам относят только вершину горы, дно котловины и самую низкую точку седловины, а в [9], помимо перечисленных, включают и точки на водоразделах, водотоках, бровках, подошвах, перегибах скатов. К характерным линиям в одних случаях относят только водораздел хребта и водослив лощины (тальвег) [3, 6], а в других — линии перегиба ската [7]. Попутно отметим, что водораздел хребта и тальвег лощины называют также структурными линиями [8, 10, 11] и инвариантными линиями [1].

Развитие математических исследований в геоморфологии, создание цифровых моделей рельефа (ЦМР), разработка алгоритмов, позволяющих с помощью ЭВМ выделять на ЦМР не только характерные линии [11], но и отдельные формы рельефа [4], приводит к необходимости более точного определения названных выше терминов с привлечением количественных методов. Речь идет о системе формальных количественных признаков, которая позволила бы однозначно выделять характерные точки и линии рельефа среди множества других точек и линий топографической поверхности.

Рис. 1. Вертикальные сечения топографической поверхности: *a* — тривиальное; *б* — перегиба ската. 1 — вогнутого, 2 — выпуклого; *a* — экстремальные. 1 — водослива, 2 — водораздела.



Для решения поставленной задачи рассмотрим кривую *RST* (рис. 1) — след сечения поверхности вертикальной плоскостью. В дифференциальной геометрии одной из основных локальных характеристик плоской кривой является ее кривизна

$$k = \left[1 + \left(\frac{dH}{dL} \right)^2 \right]^{-3/2} \frac{d^2H}{dL^2}. \quad (1)$$

Так как уклон линии в точке *S* — производная высоты по длине [5], т. е.

$$i = \frac{dH}{dL},$$

можем записать

$$\frac{di}{dL} = k(1 + i^2)^{3/2}, \quad (2)$$

где $\frac{di}{dL}$ — производная уклона по расстоянию в этой же точке.

Таким образом, мы видим, что кривизна линии тесно связана с уклоном, а величина $\frac{di}{dL}$ прямо пропорциональна кривизне *k*.

Вот почему, если в левой части (2) бесконечно малые величины заменить конечными приращениями, параметр $\left| \frac{\Delta i}{\Delta L} \right|$, т. е. отношение приращения уклона в некоторой достаточно малой окрестности точки *S* к длине этой же окрестности ΔL , можно ис-

пользовать в качестве количественного признака при классификации вертикальных сечений поверхности.

На основании рассмотренного критерия выделим два типа сечений.

Сечение земной поверхности вертикальной плоскостью в точке S будем называть *тривиальным сечением*, если имеет место неравенство

$$\left| \frac{\Delta i}{\Delta L} \right| < \epsilon, \quad (3)$$

где ϵ — наперед заданное положительное число.

Вертикальное сечение земной поверхности в точке S называем *нетривиальным*, если

$$\left| \frac{\Delta i}{\Delta L} \right| \geq \epsilon. \quad (4)$$

Величина ϵ выбирается в зависимости от того, какое значение $\left| \frac{\Delta i}{\Delta L} \right|$ при решении конкретной задачи можно считать пренебрежимо малым. Так, если сечение задано высотами точек R, S, T , можно принять [2]

$$\epsilon = \frac{\Delta H}{2d^2(t - t^2)}, \quad (5)$$

где ΔH — интервал на шкале высот, в границах которого высоты точек практически неразличимы; d — горизонтальная проекция линии RT ; t — отношение отрезков RS и RT .

Нетривиальные сечения можно разделить на два вида, каждый из которых, в свою очередь, подразделяется на два подвида.

Сечение перегиба ската — нетривиальное сечение, у которого

$$\text{sign } i_2 = \text{sign } i_1, \quad (6)$$

где

$$\text{sign } x = \begin{cases} -1, & \text{если } x < 0; \\ 1, & \text{если } x > 0; \end{cases}$$

Сечение вогнутого ската — сечение перегиба ската, у которого

$$\Delta i > 0;$$

Сечение выпуклого ската — сечение перегиба ската, у которого

$$\Delta i < 0.$$

Экстремальное сечение (рис. 1, б) — нетривиальное сечение, для которого

$$\text{sign } i_2 \neq \text{sign } i_1; \quad (7)$$

Сечение водослива — экстремальное сечение, для которого имеет место неравенство

$$\text{sign } i_2 - \text{sign } i_1 > 0; \quad (8)$$

Сечение водораздела — экстремальное сечение, у которого $\text{sign } i_2 - \text{sign } i_1 < 0$. (9)

Схема алгоритма распознавания и классификации сечений показана на рис. 2.

Теперь можно перейти к определению характерных точек рельефа:

Характерная точка — точка поверхности, у которой среди множества вертикальных сечений имеется, по крайней мере, одно нетривиальное.

Точка перегиба ската (вогнутого и выпуклого) — характерная точка, у которой среди множества сечений имеется хотя бы одно сечение перегиба ската и нет экстремальных сечений.

Точка водослива (гальвега) — характерная точка, у которой среди множества сечений есть хотя бы одно сечение водослива и хотя бы одно тривиальное сечение или сечение перегиба ската.

Точка водораздела — характерная точка, у которой среди множества сечений есть хотя бы одно сечение водораздела и хотя бы одно тривиальное сечение или сечение перегиба ската.

Низшая точка (дно) котловины — характерная точка, у которой все сечения — сечения водослива.

Вершина — характерная точка, у которой все сечения — сечения водораздела.

Точка седловины (седловина) — характерная точка, среди множества сечений которой имеется хотя бы одно сечение водослива и хотя бы одно сечение водораздела.

Дно котловины, вершина и седловина — автономные характерные точки. Располагаются они, как правило, независимо одна от другой. В противоположность им точки перегиба ската, водослива и водораздела не существуют самостоятельно. Они являются элементами более сложного образования — характерной линии рельефа.

Характерная линия рельефа — непрерывная пространственная кривая на поверхности, все точки которой — характерные точки рельефа одного и того же вида. Характерная линия рельефа — родовое понятие, объединяющее три видовых понятия:

Линия перегиба ската — пространственная кривая на поверхности, все точки которой — точки перегиба ската.

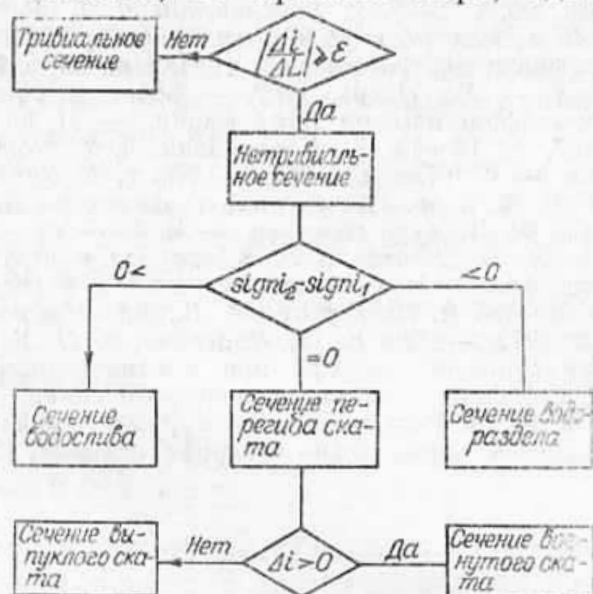


Рис. 2. Схема алгоритма распознавания и классификации сечений топографической поверхности.

Линия водослива (тальвег) — пространственная кривая на поверхности, все точки которой — точки водослива.

Линия водораздела — пространственная кривая на поверхности, все точки которой — точки водораздела.

Изложенная выше система признаков и дефиниций представляет один из возможных путей количественного определения характерных точек и характерных линий рельефа.

Список литературы: 1. *Видуев Н. Г., Полищук Ю. В.* Теория топографических поверхностей в инженерной геодезии. — Инженерная геодезия, 1977, вып. 20, с. 3—8. 2. *Войславский Л. К.* Расчет оптимального параметра цифровой модели рельефа с регулярным расположением точек. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1984, вып. 39, с. 9—17. 3. *Гиришберг М. А.* Геодезия. — Ч. 1. — М.: Недра, 1967. — 384 с. 4. *Грейсух В. Л.* Образное представление геоморфологической информации. — В кн.: Рельеф Земли и математика. М., 1967, с. 18—43. 5. *Девдариани А. С.* Математический анализ в геоморфологии. — М.: Недра, 1967. — 155 с. 6. *Закатов П. С., Багратуни Г. В., Величко В. А.* и др. Инженерная геодезия. — М.: Недра, 1976. — 583 с. 7. *Красовский Ф. Н.* Курс геодезии. — Ч. 1. — М.; Л.: ОНТИ, 1931. — 660 с. 8. *Лимонтов Л. Я., Бойко А. В.* К вопросу о структурно-аналитическом представлении рельефа. — Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1975, вып. 3, с. 43—52. 9. *Маслов А. В., Гордеев А. В., Александров Н. Н.* и др. Геодезия. — М.: Недра, 1972. — 528 с. 10. *Прасолов В. Н.* К вопросу о формализации отображения строения рельефа при автоматизированном построении горизонталей. — Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1982, вып. 4, с. 107—113. 11. *Рудый Р. М.* Выделение структурных линий рельефа аналитическим методом. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1984, вып. 39, с. 135—140.