

УДК 556.06:556.166 + 551.4:571.6

Б. И. ГАРЦМАН*, Е. А. ШЕКМАН**, К. Т. ЛИ***

*Институт водных проблем РАН, г. Москва

**Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

***Национальный Тайваньский университет океана, г. Килонг

ПОРЯДКОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЧНЫХ ВОДОРАЗДЕЛОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА

Изложены принципы и алгоритм порядковой классификации речных водоразделов. Показано, что формальное применение любых известных процедур порядковой классификации для речных водоразделов не имеет теоретического обоснования и неприемлемо, поскольку физические механизмы формирования водораздельной сети иные, чем речной сети. Сформулирован базовый принцип определения порядка водораздела на основе порядковой последовательности участков, составляющих путь добегаания капли воды от водораздела до замыкающего створа бассейна. Предложено присваивать порядок N участку водораздела, принадлежащему полной водораздельной линии бассейна порядка N , только если путь добегаания от него до водотока порядка N является «полным» в топологическом смысле, т. е. включает участки всех порядков от 1 до N . Также рассмотрен вариант определения порядка на основе так называемых «триплетов старшего порядка» — неполных последовательностей участков трех соседних порядков в пути добегаания, старший из которых определяет порядок водораздела. Применение триплетов представляет собой объективную процедуру генерализации, отсеивающую влияние случайных новейших эрозионных врезов на формы устойчивых высокопорядковых водоразделов. Изложены варианты методики выделения сети водоразделов и расчета их порядков, основанной на обработке цифровой модели рельефа (ЦМР) с использованием стандартного инструментария ГИС ArcMap. Получены результаты в виде сопряженной порядковой классификации речных и водораздельных сетей, которые рационально интерпретируются и перспективны в исследованиях структуры, функционирования и эволюции речных систем. Выявлено наличие «ядер» формирования речных систем — областей, в пределах которых система достигает старшего порядка водотока и которые ограничены водоразделами того же порядка.

Ключевые слова: структура речных систем, порядковая концепция, путь добегаания, «ядро» бассейна, водораздел, вершинная поверхность.

The principles and the algorithm of order classification of river watershed divides are outlined. It is shown that a formal application of any available order classification procedures for river watershed divides is not theoretically grounded as well as being impractical, because the physical mechanisms for formation of watershed divide network are different from those operating in the river network. We have formulated the basic principle of determining the watershed divides order on the basis of a serial sequence of sections constituting the travel path of an arbitrary water drop from the watershed divide to the outlet section of the basin. It is suggested that the order N should be assigned to the section of the watershed divide belonging to the full divide line of the N -order basin only if the travel path from it to the order- N stream is “full” in the topological sense, i. e. includes sections of all orders, from 1 to N . Also, we present a variant of determining the order on the basis of so-called higher-order triplets, incomplete sequences of sections of three neighboring orders along the travel path, with the higher of them determining the watershed divide order. The use of triplets is a subjective procedure of generalization that eliminates the influence of recent random erosional incisions on the forms of stable high-order watershed divides. We outline the variants of the technique for identifying the network of watershed divides and calculating their orders, based on processing the digital elevation models (DEM) through the use of standard GIS ArcMap tools. Results are obtained in the form of a correlated classification of river and watershed divides networks which are rationally interpreted and hold promise for investigating the structure, functioning and evolution of river systems. The study revealed the existence of formation “cores” of river systems, i. e. regions within which the system reaches a higher stream order and which are bounded by watershed divides of the same order.

Keywords: structure of river systems, order concept, travel path, basin “core”, watershed divide, top surface.

ВВЕДЕНИЕ

Нисходящая классификация речных потоков, впервые предложенная Р. Хортоном [1], в последние десятилетия превратилась в одну из базовых концепций гидрологии суши, которая служит основой развития теории речного стока и генерации нового поколения как детерминированных, так и стохастических моделей [2, 3]. Принципиально новый этап развития порядковой концепции применительно к речным системам начался с появлением общедоступных цифровых моделей рельефа (ЦМР) высокого разрешения, а также средств их обработки — ГИС-технологий.

© 2016 Гарцман Б. И. (gartsman@inbox.ru), Шекман Е. А. (shekman.e@gmail.com),

Ли К. Т. (klee@mail.ntou.edu.tw)