

# СТРУКТУРНО-МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЧНЫХ СИСТЕМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Гарцман Б.И.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Россия

Морфометрический анализ разномасштабных форм земной поверхности составляют основу любого исследования в науках о Земле. Бурное развитие геоинформационных технологий и средств дистанционного зондирования привело к формированию новой реальности, которая обусловлена появлением цифровых моделей рельефа (ЦМР) в виде общедоступных глобальных покрытий среднего масштаба и высокого качества. В результате почти любой фрагмент земной суши (для гидролога – любой бассейн) становится одинаково доступным для морфометрического анализа с применением автоматизированных и полуавтоматизированных алгоритмов.

Изучение структуры речных систем и бассейнов развивается в рамках двух дисциплин - флювиальной геоморфологии и структурной гидрографии. Структурная гидрография как раздел гидрологии суши - направление относительно молодое, если принимать во внимание не его истоки, а период активной разработки и появления наиболее значимых результатов. Большое количество работ по анализу речных систем относится к 60-70-м годам прошлого века. Уже к концу 1980-х годов исследования по этому направлению в России были практически свернуты, большей частью из-за отсутствия адекватной информационной и технологической базы. Сам термин «структурная гидрография» предложен лишь в 1990 году. В то же время за рубежом, где ЦМР и компьютерные технологии стали широко использоваться намного раньше, чем в России, данное направление успешно и активно развивалось. В конце 20-го века появились ряд обобщающих работ, исследующих структуру и морфометрию речных бассейнов в связи с энергетикой флювиальных процессов. В настоящее время в рамках структурной гидрографии разрабатываются модели нового поколения, ориентированные на решение как фундаментальных, так и прикладных задач гидрологии.

Речная система может рассматриваться как эталон геосистемы вообще, соответственно давний и неослабевающий интерес к исследованиям структуры речных систем, который нередко маскируется под различного рода прикладные задачи, имеет на самом деле глубоко фундаментальный характер. Он связан с изучением базового свойства самоорганизации материи, для чего речные системы представляют собой один из наиболее удобных объектов.

Существует общее представление, что речные системы в относительно стабильных условиях развиваются квазиравновесно при определяющей роли внутренних механизмов, и стремятся к образованию некоторой «органичной» формы, адекватной этим условиям. Термин «органичный» или «правильный» по отношению к речному бассейну трудно строго определить, но довольно легко пояснить. Он основан на интуитивной оценке сочетания правильной (овальной или грушевидной) формы бассейна, закономерной смены высотных отметок и крутизны склонов от истока к устью, осесимметричного расположения главной реки и упорядоченного впадения крупных притоков.

Инструментом оценки могут быть также эквидистантные зоны в пределах водосбора, различающиеся по удаленности от замыкающего створа. Их относительно малое число, компактность и закономерная смена также указывают на «правильность» строения бассейна. Очевидно, при нестабильности условий развитие речных систем протекает неравновесно, что приводит к выраженной "неорганичности" их форм, проявления которой разнообразны. Таковы, например, речные системы со сложной историей геотектонического развития, или формирующиеся под влиянием вулканогенных структур.

На начальной стадии развития структурной гидрографии представление об «органичном» бассейне нашло выражение в т.н. «законах Хортон», отражающих базовое свойство самоподобия речных систем. В настоящее время представления об «органичной» форме речной системы выражаются в виде хорошо развитой математической концепции оптимальной русловой сети бассейна, включающей принципы мультифрактальности, самоорганизованной критичности и минимальной диссипации энергии. В особенности важно появление целого ряда разработок, направленных на теоретическое исследование и моделирование взаимосвязи структуры речной системы и аспектов её функционирования. Некоторые из них демонстрируют возможность решения на новой концептуальной основе традиционных прикладных задач гидрологии – таких, например, как инженерные расчеты и прогнозы паводков. В целом можно говорить об этапе построения полноценной теории речных систем, опирающейся на строгие принципы и законы, позволяющей формальные выводы и корректную постановку эксперимента.