

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ

Владимиров А.М., Саноцкая Н.А.

РГГМУ, Россия

Еще слабо используемая в гидрологических расчетах теория фракталов открыла перспективы для разработки методов интерполяции и экстраполяции гидрологических характеристик на основе изучения их изменчивости при разных пространственно-временных масштабах. Последнее имеет для гидрологии особое значение, учитывая недостаточность данных измерений гидрологических характеристик для очень многих районов России и актуальность создания моделей гидрологического цикла для больших регионов.

Речная сеть является результатом сложного природного физико-географического процесса. Структура речной сети зависит от многих физико-географических факторов, определяющих величину и интенсивность поступления поверхностных и подземных вод в речное русло от климатических и гидрогеологических факторов, от сопротивляемости поверхности водосбора эрозии. Формирование стока в речном бассейне может происходить во всем бассейне (период половодья и паводка) или лишь в его части, которая называется действующей, что будет в период гидрологической засухи.

Связь ширины водосбора с его площадью и длиной водотока меняется для малых (площадь водосбора до 250км^2) и средних рек, как свидетельствуют исследования, осуществленные в ГГИ еще в 1962г. Малые реки имеют меньшую извилистость русел, поскольку мало меандрируют. Поэтому их плановые очертания ближе к прямой линии. Для средних рек бóльшая извилистость характерна для равнинных рек, особенно текущих на низменностях, по сравнению с реками возвышенных территорий. Таким образом, ширина водосбора и длина главного водотока при одной и той же площади водосбора будет разной при разной поверхности водосбора – равнина, возвышенности (холмы) и горы. Более того, в период половодья или паводка затапливается пойма реки, включая меандры, поэтому общая длина реки уменьшается за счет спрямления потока. В межень вода течет лишь в пределах разработанного русла, меандрирование русла является максимальным, что ведет к увеличению площади, из которой поступает подземная вода в русло реки. Поэтому реки, находящиеся в одинаковых климатических и гидрогеологических условиях, но разным характере меандрирования будут иметь несколько разный сток.

При осуществлении гидрологических расчетов основным (или одним из основных) параметром при оценке расходов воды является площадь водосбора реки. Ее определяют по географическим (топографическим) картам, имеющим высотные отметки изображенной территории. Карты имеют разные масштабы. Чем крупнее масштаб, тем подробнее изображен объект, тем точнее может быть наведена граница водосбора водного объекта (реки, озера, болота). Одновременно меняется и количество водных объектов. Давно подмечена связь длины реки с площадью ее водосбора. Существуют формулы, описывающие эту связь. Например, формула А.В.Сикана $L = 1,88 F^{0,55}$ описывает связь длины реки (L) с площадью водосбора, а формула Р.Е.Нежиховского $F = 0,58 L^{1,78}$ показывает связь площади водосбора с длиной реки.

Повышению надежности определения длин рек и границ водоразделов способствует использование теории фракталов, появившейся во второй половине XX в. и разрабатываемой Б. Мандельбротом и др. Он показал, что длина любой очень изломанной линии при ее измерении постоянным отрезком в случае его неоднократного уменьшения стремится к конечной величине, которую можно принять как характеристику измеряемой линии.

Принятие порядка восходящего разветвления речной сети позволяет учесть в конкретной статистической закономерности, идентифицируемой по устойчивому закону, как измеренные водотоки, так и не измеренные (чаще всего из масштаба применяемых карт, например карты масштаба 1:500000 не позволяют учитывать водотоки длиной менее 5км). Применение простого устойчивого закона позволяет легко прогнозировать ориентировочную численность мелких неизмеренных водотоков и тем самым оценивать экологическую устойчивость речной сети и вычислять риск от потери мелких притоков из-за хозяйственной деятельности, климатических изменений и других факторов внешней среды.