А.Ю.Сидорчук
(Московский университет)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ МЕАНДРИРУЮЩЕГО РУСЛА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ

Задачу расчета горизонтальных деформаций русла рассмотрим в параметрическом виде, т.е. с учетом изменения во времени параметров, полностью описывающих форму русла в плане. Для свободномеандрирующих рек воспользуемся "синусом-образозованной" кривой Леопольда и Лангбейна (1966)

$$\omega = \omega_{max} \sin \frac{2\pi S}{S_0} \qquad (I)$$

по которой азимут русла ω в точке S однозначно определяются величинами входящего угла ω_{max} и длиной русла между вершинами соседних излучин S_0. Все остальные параметры формы излучины (радиус кривизны r, стрела прогиба h, шаг L) опре-

8 - 2134

деляются из (I) по известным ω_{max} и S_o.

Если исходить из предположения, что каждый расход воды вносит определенный вклад в образование формы свободномеандрирующего русла, то можно придти к заключению, что каждому расходу воды соответствует элементарная излучина, форма которой описывается формулой (I), а ее параметры зависят от величины Q_i. Тогда сложная форма меандрирующего русла определится суперпозицией форм элементарных излучин, созданных всем диапазоном расходов воды, характерных для данного участка реки. Выявить элементарные излучины в сложном меандрирующем русле можно с помощью Фурье - преобразования ряда азимутов $\omega(x)$ расчетного отрезка русла

$$\hat{\omega}=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\omega(x)exp(-ikx)dx \qquad (2)$$

Величины ω_{max_i} входящего угла i-той элементарной излучины, длина которой S_{0i} расположена в диапазоне $S_{0i}+\Delta S/2 \geqslant S_{0i} \geqslant S_{0i}-\Delta S/2$ определяется по формуле

$$\omega_{max_i}=\int_{S_{0i}-\Delta S/2}^{S_{0i}+\Delta S/2}\frac{\hat{\omega}dS}{S_{0i}^2} \qquad (3)$$

Величина ΔS, которая характеризует разницу длин ближайших элементарных излучин подбирается так, чтобы максимум ω_{max} соответствовал средним величинам входящих углов фактически наблюдаемых излучин русла. При вычислении необходимо учитывать изменение длины русла при последовательном вычленении элементарных излучин из сложной формы русла.

Зависимость вида (3) между входящим углом излучины и ее длиной может быть получена теоретически из уравнения деформации берега в вершине излучины и формулы (I):

$$\frac{dS_{0i}}{d(kP)}=\frac{0,26[(u/u_H)-1]u^2h^2(u-u_H)\omega_{max}\sqrt{L_i/S_{0i}}}{h_б\cdot k\cdot L_i^2[H_0(\omega_{max})+2\pi-4H_1(\omega_{max})]} \qquad (4)$$

Здесь $u=Q/B\cdot h$; u_H - неразмывающая скорость по Г.И.Шамову (1954), $h_б$ - высота берега; H_0 и H_1 - функции Струве; P - повторяемость Q_i ; k - коэффициент, определяемый временем развития излучины и устойчивостью берегов и размыву. Характер связи ω_{max_i} и S_{0i}, устанавливаемой из (4), будет зависеть от Q_i и L_i. Поэтому необходимо с помощью фактической зависимости (2) и теоретической зависимости, полученной с помощью (4) подобрать такие соотношение между Q_i и L_i и такой коэффициент k, при которых теоретические входящие углы элементарных излучин наилучшим образом соответствуют фактическим. Зависимость между Q_i и L_i имеет вид

$$L_i=aQ_i^{б} \qquad (5)$$

При известном коэффициенте k по уравнения (4) и (5) расчитываются параметры элементарных излучин, образованных всем диапазоном расходов воды с соответствующими повторяемостями, т.е. при любом заданном виде гидрографа. С помощью обратного Фурье – преобразования по значениям $\omega_{max\,i}$ и S_{0i} определяется ряд азимутов расчетного русла, который однозначно определяет его форму. Так как фазовый спектр остается неопределенным, положение конкретной излучины по длине реки условиями задачи не определяется. Полученный результат дает представление только о статистических характеристиках формы русла: ширине пояса меандрирования, коэффициенте извилистости, характерном размере меандр.

Изложенный алгоритм реализован на ЭВМ БЭСМ-6 в ВЦ МГУ. Произведен расчет и построены схемы изменений коэффициентов k, a и b в уравнениях (4) и (5) для территории Припятского Полесья – района развития типичных свободномеандрирующих рек.