

## Краткие сообщения

УДК 519.63

Е.Е. Заковоротнова

### ОПИСАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОМЕРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТА НАНОСОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ МОРЯ

*Рассматриваются некоторые параметры многомерной математической модели транспорта наносов.*

*Наносы; двумерная математическая модель.*

E.Y. Zakovorotnova

### DESCRIPTION OF SOME PARAMETERS OF MULTIDIMENSIONAL'S MATHEMATICAL MODEL OF SEDIMENT TRANSPORT COASTAL SEAS

*Some parameters of a multidimensional mathematical model of transport sediment is considered.*

*Sediment; two-dimensional mathematical model.*

Математическое моделирование помогает решать задачи прогнозирования образования наносов в прибрежной зоне моря. С помощью таких моделей можно оценить подвижность наносов; моделировать переформирование дна под действием волн и течений; моделировать перенос наносов в окрестности сооружений, находящихся на берегу или на некотором расстоянии от него. Многомерная математическая модель транспорта наносов в прибрежной зоне может выглядеть следующим образом:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + (w - w_0) \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D \frac{\partial c}{\partial z} \right) + f(x, z, t), \quad (1)$$

$$0 < x < d;$$

$$0 < z < H(x, t); c(x, z, 0) = 0; \quad \text{– начальные условия}$$

Граничные условия:

$$\begin{aligned} c(d, z, t) = c_*(z, t); \quad \frac{\partial c}{\partial x}(z, t) = 0, \\ \left( D(x, y, z, t) \frac{\partial c}{\partial z} - w(x, y, z, t) - w_0 \right) c \Big|_{z=H(x,t)} = c_H \frac{\partial H}{\partial t}; \quad (2) \\ c_H = c_H(x, t); \quad \frac{\partial c}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0, \end{aligned}$$

где  $c(x, z, t)$  – концентрация частиц в точке  $(x, z)$  в момент времени  $t$ ;  $u(x, z, t)$ , – компонента вектора осредненной скорости потока;  $w_0$  – скорость оседания частиц или их гидравлическая крупность;  $f(x, y, t)$  – известная функция,  $c_H$  – плотность донных отложений,  $D = D(x, z, t)$  – коэффициент, связанный с интенсивностью проникновения частиц грунта в жидкость (“условный” коэффициент диффузии). Уравнение (2) описывает условие баланса массы частиц грунта на границе  $c_H$ .

Для определения расхода наносов, формирующимся под воздействием волнения и генерируемых им течений на заданной глубине в единицу времени с единичной площади подводного берегового склона от глубины начала движения наносов до высшей точки волнового наката, используется зависимость средней объемной интенсивности перемещения твердого материала от характеристик скоростного поля, выраженного через параметр Шильдса.

Расчет глубины начала перемещения донных наносов данной крупности под воздействием волнения проводится из условия равенства начальной скорости их движения волновой скорости на уровне абсолютной шероховатости твердых частиц. В связи с этим предварительно определяется структура и толщина погранслоя. Кроме того, при этих расчетах учитывается степень отставания скорости перемещения наносов от скорости волнового движения жидкости, обусловленной крупностью, плотностью и формой твердых частиц. В конкретных природных условиях расход наносов не может превышать определенного предела, называемого емкостью вдольберегового и поперечного потоков наносов. Если лито- и гидродинамические и морфологические условия вдольбереговой линии остаются неизменными, то транзитный вдольбереговой расход наносов остается постоянным, не вызывая ни размыва, ни аккумуляции в пределах этого участка берега. При изменении указанных выше условий вдольбереговой линии емкость потока может уменьшиться, и избыток наносов выпадет из потока, вызвав аккумуляцию их на надводной и подводной частях берегового склона и возможное выдвигание линии уреза в сторону моря. При увеличении емкости вдольберегового потока наносов их дефицит будет возмещен за счет размыва пляжа и берегового уступа и береговая линия на этом участке сместится в сторону суши.

Необходимым и достаточным признаком равенства мощности и емкости вдольберегового и поперечного потоков наносов в естественных условиях на конкретном участке побережья является наличие в его пределах профиля относительного динамического равновесия подводного берегового склона, сложенного рыхлым материалом. И наоборот, необходимым и достаточным для формирования профиля относительного динамического равновесия является равенство мощности вдольберегового и поперечного потоков наносов их емкости при постоянном за длительное время волновом режиме [1].

При построении модели транспорта наносов необходимо учитывать фактор их истираемости во времени, который приводит к уменьшению диаметра наносов, а это вызывает увеличение емкости и мощности потока наносов.

Автор выражает благодарность Сухинову А.И. за помощь в написании математической модели наносов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корпорация «ТРАНССТРОЙ»*. Свод правил (СП 32-103-97). Проектирование морских берегозащитных сооружений // Москва, 1998.

**Заковоротнова Екатерина Евгеньевна**

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: [katrin\\_zak@mail.ru](mailto:katrin_zak@mail.ru).

347900, Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371736.

**Zakovorotnova Ekaterina Yevgenyevna**

Taganrog Institute of Technological – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".

E-mail: [katrin\\_zak@mail.ru](mailto:katrin_zak@mail.ru).

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347900, Russia.

Phone: +78634371736.