

Предлагаемые устройства позволяют более эффективно использовать потенциальную энергию ветровых волн по сравнению с существующими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шулейкин В.В. Физика моря. — М., 1968. 2. А.с. № 505820 (СССР)/Коваленко Э.П., Бирицкий М.И. Объемный волновой насос. Оpubл. в Б.И., 1976, № 9, 3. А.с. № 779662 (СССР)/Коваленко Э.П. Волновая насосная установка. — Оpubл. в Б.И., 1980, № 32. 4. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. — М., 1963. 5. Коваленко Э.П. Исследование движения воды в открытых руслах. — Минск, 1963. — 224 с.

УДК 627.8

В.Е.ЛЕВКЕВИЧ (ЦНИИКИВР)

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

При назначении берегоохранных зон, в также проектировании народнохозяйственных объектов на берегах водохранилищ существенную роль играет прогноз переработки берегов [1]. Известны и в практике прогнозирования используются принципы физического [2], математического [3, 4] моделирования процесса переработки, а также различного рода статистические модели [5]. Однако предлагаемые методы и модели касались лишь крупных водохранилищ. Целью данной работы явилась попытка описания процесса переработки берегов малых водохранилищ путем моделирования, где в качестве инструмента, используемого для построений, предлагается множественный регрессионный анализ.

Ранее установлено, что абразия берегов — многофакторный процесс [1]. В общем случае выражение для определения некоторого параметра профиля переработки можно представить функциональной зависимостью

$$y_t = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n), \quad (1)$$

где под y_t понимается один из следующих параметров переработки: величина отступления бровки берега (S_t); объем переработки (Q_t); ширина подводной части отмели ($B_{п,t}$); ее уклон ($I_{п,t}$); x_i — характеристика фактора, способствующего переработке берега: гидрологические параметры берегового склона и др. Количество аргументов может быть более 20. На основе материалов стационарных наблюдений и рекогносцировочных исследований, а также факторного анализа нами установлено, что развитие процесса переработки в условиях малых водохранилищ происходит под воздействием значительно меньшего количества берегообразующих факторов [6].

В условиях малых водохранилищ процесс переработки определяют: гидрологические факторы (волновой и уровенный режимы), геоморфологические параметры берегового склона (высота и уклон берега, состав и неодно-

где число уравнений равно числу лет эксплуатации водохранилища. Считая, что количество берегообразующих факторов и значения их соотношений (x_1, x_2, x_3) в уравнениях остаются постоянными, выполняется построение графиков изменения коэффициентов регрессии во времени (рис. 1): $a_n = f(t)$.

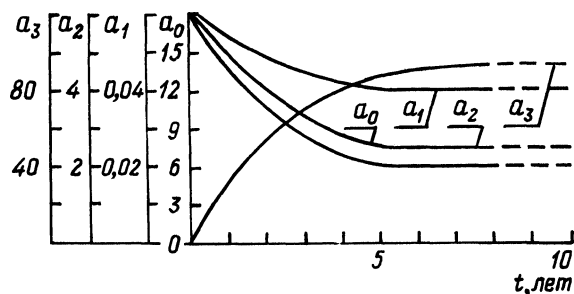


Рис. 1. Изменение коэффициентов регрессии уравнения (4). Водохранилище Дрозды.

Получив ряд графиков для определения коэффициентов регрессии и подставляя последние в уравнение (2), получим выражение, позволяющее рассчитать ту или иную характеристику процесса переработки на заданный срок. После подстановки система (3) примет вид

$$y_1 = f_{01}(t) + f_{11}(t) \left(\frac{D_p}{h_D} \right) + f_{21}(t) \left(\frac{h_{1\%}}{\Delta H_{\text{бл}}} \right) + f_{31}(t) \left(\frac{I_{\text{с}}}{\eta} \right);$$

$$y_2 = f_{02}(t) + f_{12}(t) \left(\frac{D_p}{h_D} \right) + f_{22}(t) \left(\frac{h_{1\%}}{\Delta H_{\text{бл}}} \right) + f_{32}(t) \left(\frac{I_{\text{с}}}{\eta} \right);$$

.....

$$y_n = f_{0n}(t) + f_{1n}(t) \left(\frac{D_p}{h_D} \right) + f_{2n}(t) \left(\frac{h_{1\%}}{\Delta H_{\text{бл}}} \right) + f_{3n}(t) \left(\frac{I_{\text{с}}}{\eta} \right).$$

Выражения являются регрессионными моделями для построения и определения того или иного элемента профиля переработки на любой срок формирования.

Таким образом, рассмотренная методика построения регрессионных моделей, а также принципы расчета того или иного элемента профиля переработки могут быть использованы при прогнозировании береговых процессов на малых водохранилищах в сходных с модельными условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качугин Е.Г. Геологическое изучение динамики берегов водохранилищ. — М., 1975. — 147 с.
2. Максимчук В.Л. Математическое моделирование переработки абразионно-осыпных берегов хранилищ. — Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. по динамике берегов водохранилищ, охране и рациональному использованию. — Черкассы, 1979, с. 61–63.
3. Финаров Д.П., Розов А.Л., Белов Д.М. Математическая модель процесса перестроения берегов водохранилищ: Материалы конф. и совещаний по гидротехнике. — Л., 1980, с. 115–121.
4. Белов Л.М. О математическом моделировании процесса размыва берегов водохранилищ ветровым волнением. — Берега водохранилищ: Тез. докл. к пятому совещ. по изучению берегов Сибирских водохранилищ. Иркутск, 1980, с. 113–115.
5. Экзарьян В.Н. Методика построения вероятностной динамико-

кинемагической модели процесса формирования берегов существующих водохранилищ. — Там же, с. 130-132. 6. Левкевич В.Е. Об основных берегообразующих факторах малых равнинных водохранилищ. — Достижения молодых ученых в области геологии, геофизики, географии: Тез. докл. науч.-техн.конф. Пермь, 1980, с. 3-4.

УДК 532.5.071.4

Г.В.ВАСИЛЬЧЕНКО, канд.техн.наук (ЦНИИКИВР)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЫВОВ НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИХ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ

Общепризнанным является то, что при использовании размываемых моделей необходимо учитывать совместно критерии динамического подобия водного потока и подобия деформации его основания. Для этого требуется знание критериев размываемости грунта. Автором исследовалась связь между характеристиками течения жидкости в придонной области потока и перемещения частиц несвязного грунта (песок, полимерные материалы) с помощью одновременной видеозаписи сигналов от датчиков скорости (электродов, вводимых в придонный слой) [1, 2] и перемещений частиц грунта.

Исследования показали, что вынос частиц в поток происходит в том случае, когда средняя по высоте верхнего ряда частиц грунта продольная актуальная скорость

$$u_{ca} = \frac{1}{\Delta} \int_0^{\Delta} (\bar{u}_1 + u'_1) dy \quad (1)$$

превысит допустимую $u_{сад}$, соответствующую началу перемещения частицы, а длительность ее действия t_a превысит время выхода частицы в поток $t_{ад}$. В выражении (1) \bar{u}_1 — осредненная во времени придонная скорость; u'_1 — пульсация продольной скорости в течение t_a ; $\Delta = d_{CB}/2$ — абсолютная высота выступов шероховатости; d_{CB} — средневзвешенный диаметр частиц грунта. Поэтому разрушение поверхности грунта потоком происходит при совпадении условий

$$u_{сад} \leq u_{ca} \quad (2)$$

и

$$t_{ад} \leq t_a \quad (3)$$

В соответствии с этим интенсивность отрыва частиц грунта от дна характеризуется совместной вероятностью P_a наступления условий (2) и (3) и размером вихрей L_a у дна. Кроме того, она может характеризоваться количеством частиц N_a , выносимых в поток с единицы площади дна в единицу времени. Следует заметить, что размыв дна складывается из выноса одних и возврата других частиц грунта на рассматриваемую площадку, но при определении N_a учитываются лишь выносимые частицы.

В общем случае рассмотренные выше величины u_{ca} , t_a , P_a , L_a и N_a зависят от динамической скорости $u_* = \sqrt{\tau_0/\rho}$ (τ_0 — касательное напряжение на дне