

Д. Н. Кереселидзе, Т. Н. Цинцадзе, Н.Т. Цинцадзе, М. Г. Биадзе.

Прогнозирование качества воды в водохранилищах сегменто-избирательным методом

Внимание к экологическим аспектам при моделировании водохозяйственных систем обусловлено как кризисом отечественной экономики, так и активизацией техногенных воздействий на окружающую среду. Экологическая ситуация в настоящее время во всем мире характеризуется как кризисная. В тоже время, развитие хозяйственной деятельности усиливает нагрузки антропогенного характера.

Человек не может в полной мере прогнозировать последствия своего вторжения в окружающую среду, что приводит к появлению огромных площадей нишедших из строя земель, ухудшению качества и сокращению объемов водных ресурсов. В экономически развитых странах применительно к водным ресурсам совокупность мер способствует надежному водообеспечению общества и сохранению водных экосистем.

Загрязнение водных объектов, в частности водохранилищ, в основном зависит от стока бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов, попадания из атмосферы загрязняющих веществ, а также от других видов деятельности человека. Уровень загрязнения бывает настолько высок, что водохранилище, из-за деградации, становится негодным для водоснабжения, ведения рыбного хозяйства и др.

Ресурсная деградация водохранилищ – результат антропогенной эвтрофикации, вызванной нарушением вещественного баланса в экосистеме. Такая эвтрофикация водохранилищ, как правило, зависит от избыточного стока биогенных элементов. Первоначальная продукция резко переходит в деструктивную фазу, аэробные процессы часто заменяются анаэробным процессом, понижается питьевое и гигиеническое качество воды, снижается санитарное и рекреационное значение водохранилища.

На эти процессы большое влияние оказывает температурный режим водохранилищ, который определяется поглощением водой энергии солнечной радиации, обменом тепловой энергии по граничному слою между фешцферой и водой и, что самое главное, перераспределением тепла в водохранилищах, в результате гидродинамических процессов.

Мы попытались создать математическую модель, позволяющую совместно рассчитать температурный режим и эвтрофикационные процессы в водохранилище. Модель основана на системе простых геометрических изображений, которые расчислены по горизонтальным слоям. Объем водохранилища разделен сегментами, который также расчислен по горизонтальным слоям. Такой изображение уровней теплового баланса имеет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} - \frac{Q_v}{A} x \frac{\partial T}{\partial z} + \frac{1}{A \Delta Z} (Q_{yi} T_i - Q_{y0}) + \frac{1}{\rho C} H^1, \quad (1)$$

где T температура воды ($^{\circ}\text{C}$), A – площадь слоя элементарной поверхности (м^2), Q_v – расход удельного объема ($\text{м}^3/\text{с}$). α – коэффициент вертикальной диффузии; ρ – плотность воды, C – количество тепла, выделяемое поверхности воды ($\text{ккал}/\text{м}^2$), H^1 – количество тепла, принимаемое поверхностью воды ($\text{ккал}/\text{м}^2$).

Коэффициент вертикальной диффузии вычислен по формуле Д. Грилазера. Количество тепла, которую выдает водяная поверхность, определяется по формуле А. Роуера и В. Рвизенка, а количество тепла, принимаемое поверхностью воды – по формуле (2), согласно закона Био-Ламберта:

$$H^1 = (1 - \alpha_r)(1 - \beta) \phi_s \exp\{-\eta(h - z)\} \quad (2)$$

где ϕ_s – коротковолновая радиация солнца $\text{ккал}/\text{м}^2$; α_r – алbedo; β – норма поглощения тепловой энергии поверхностью воды ($\beta \approx 0.5$); h – высота водяной поверхности; Z – высота i-того слоя.

Транспортировка биотических и антибиотических веществ по всему объему водохранилища выражается одномерным конвекционно-диффузионным дифференциальным уравнением:

$$\frac{\partial C^{(K)}}{\partial t} = D_z \frac{\partial^2 C^{(K)}}{\partial z^2} - \frac{Q_v}{A} x \frac{\partial C^{(K)}}{\partial z} + \frac{1}{A \Delta Z} (Q_m C_i^{(K)} - Q_{h0} C^{(K)}) + S^{(K)}, \quad (3)$$

где $C^{(K)}$ – K-тый коэффициент элементов; $C_i^{(K)}$ – концентрации i-того элемента, входящего в водохранилище; D_z коэффициент вертикальной диффузии; A - площадь горизонтальной поверхности элемента воды; Q_v - расход воды вертикального стока элементарного слоя воды; Q_{hi} и Q_{h0} - расход воды горизонтального притока и оттока элементарного слоя воды; ΔZ - толщина элементарного слоя воды; $S^{(K)}$ - содержимое прихода и разложения K -той веществ.

Ширина зон потока, входящих зависит от расхода притока и оттока воды, а также от стратификации температуры воды в водохранилищах. В этом промежутке, штртна входящих и выходящих потоков была устоновлена критериумом Леблера и для каждого сегмента уравнениеприметвид:

$$\frac{\partial c^{(K)}}{\partial t} = \frac{D_z}{\Delta Z^2} (C_{j-i}^{(K)} - 2C_j^{(K)} + C_{j-i}^{(K)}) - \frac{Q_v}{A\Delta Z} (C_j^{(K)} - C_{j-i}^{(K)}) + \frac{1}{A\Delta Z} (Q_{si}C_j^{(K)} - Q_{ho}C_j^{(K)}) + S^{(K)}; \quad (4)$$

получаем систему уравнения:

$$[P] \frac{\{C\}^{b+1} - \{C\}^n}{\Delta T} = \frac{1}{2} [S] [\{C\}^{n+1} + \{C\}^n] + \{R\}, \quad (5)$$

$$[\bar{R}] \{C\}^{n+1} = [\bar{S}] \{C\}^n + \{\bar{R}\}, \quad (6)$$

$$[\bar{P}] = [P] + \frac{\Delta t}{2} [S],$$

$$[S] = [\bar{P}] - \frac{\Delta t}{2} [S], \quad (7)$$

$$\{R\} = \Delta t \{\bar{r}\} \quad (8)$$

$[\bar{P}]$ и $[\bar{S}]$ есть $n \times n$ триох диагональная матрица, для вычисления которой был исползован алгоритм Томасса.

Модел била исползована для опрееления режима температуры в Сионском водохранилище. Содержание кислорода в воде и прогнозирование биохимической потребности кислорода вычисляется по формуде:

$$\frac{dL_c}{dt} = K_1 L_c, \quad (9)$$

где L_c – концентрация биохимической потребности кислорода. K_1 – коэффициент окисления.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = K_1 L_c - \alpha_1 i_1 c_1 - \alpha_2 i_2 c_2 - \frac{L_b}{\Delta Z} + K_r (O_s - O) + \alpha_3 (G_p - D_p p), \quad (11)$$

где O – концентрация кислорода содержимого в воде, C_1 – концентрация амониума азота, C_2 – концентрация нитрата, L_b – впитание ментосом кислорода, P – концентрация фитопланктона, G_p и D_p – норма гибели фитопланктонов, α_1 , α_2 , α_3 стохиометническая постояние. K_1, i_1, i_2 коэффициент ржавения, K_r – коэффициент реперещии, ΔZ – ширина слоя дна. Дифференциальные уравнения кислорода и биохимическй концентрации потребности кислорода решаются методом Ринга-Куга.

как отметили ранее, метод был исползован в Сионском водохранилище. Для прогнозирования выбрали 1982 год. были вычислены температура воды, концентрация смешенного кислорода и биохимические потребности кислорода для периода с 1 января по 31 декабря 1982 года. Данные почти не различаются от фактических. Отклонение не превишают 15%-ов. Исходя из этого, метод можно использовать для прогнозирования температуры и другиз качеств различных элементов воды в водохранилищах.

uak 627.628

წყალსაცავებში წყლის ხარისხის პროგნოზირების სეგმენტურ-შრეობრივი მეთოდი./დ.კერესელიძე, თ.ცინცაძე, ნ.ცინცაძე, მ.ბლიაძე /ჰმი-ს შრომათა კრებული. – 2002. -ტ.108. -გვ.189-193. – რუს.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია მათემატიკური მოდელი (სეგმენტურ-შრეობრივი), წყალსაცავში ტემპერატურული რეჟიმის და წყალში გახსნილი ჟანგბადისა დაბიოქიმიური მოთხოვნის პროგნოზირებისათვის (სიონის წყალსაცავის მაგალითზე).

UDC 627.628

Segmental-layer Method for the forecastig of water quality in reservoirs /D. Kereselidze, T. tintsade, N. tsintsadze, M. Bliadze/. transactions of the institute of Hydrometeorology. 2002-V. 108-p. 189-193- Russ.: Summ. Georg., Eng., Russ.

The segmental-layers methametical model for the forecasting of tempriture regime and of dessolved in water oxigen along with the biochemical oxigen demend is discussed (case stude for the Sioni Reservoir).