

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА УЧАСТКАХ МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

Annotatsiya. Maqola vaqt va makonda ob'ekt parametrlarini taqsimlash va vaqt jarayonlarida suv resurslarining tegishli dinamikasini hisobga olgan holda barcha darajadagi kanallarni modellashtirish uchun mavjud matematik modellar va algoritmlarni takomillashtirishga bag'ishlangan.

Аннотация. Статья посвящена совершенствованию существующих математических моделей и алгоритмов моделирования каналов всех уровней с учетом распределения параметров объекта во времени и пространстве и соответствующей динамики водных ресурсов во временных процессах.

Annotation: The article is devoted to the improvement of existing mathematical models and algorithms for modeling channels of all levels, taking into account the distribution of object parameters in time and space and the corresponding

Управление комплексом этих сооружений затрудняется из-за значительной территориальной рассредоточенности различных ГТС, неравномерности подачи воды в каналы и инерционности переходных процессов в ирригационных системах.

К особенностям каналов относятся их различие в функционировании (магистральные самотечные и с машинным водоподъемом, межхозяйственные и внутрихозяйственные), наличие в них различных перегораживающих и водозаборных ГТС различной конструкции и компоновки, значительная территориальная рассредоточенность функционирующих ГТС, необходимость учета распределенности параметров объектов во времени и пространстве и динамики переходных процессов водных ресурсов при оперативном управлении ими, что вносит существенные трудности при усовершенствовании существующих и разработке новых математиче-

ских моделей и алгоритмов моделирования оперативного управления комплексом сооружений водохозяйственной организации.

Учет распределенности параметров объектов во времени и пространстве и связанной с ней динамики переходных процессов водных ресурсов, необходимо при усовершенствовании существующих и разработке новых математических моделей каналов всех уровней, что дает возможность определить время добегания водных масс от одного сооружения к другому. Это обязательно необходимо учитывать при оперативном управлении комплексом сооружений в водохозяйственной организации для повышения водообеспеченности потребителей.

Основной целью управления оперативными режимами водных ресурсов является реализация плановых режимов (или лимитов) работы пунктов контроля и управления с

необходимой точностью при учете различных ограничений технологического, функционального и организационного характера. При оперативном управлении водными ресурсами бассейна реки являются физические процессы, протекающие на участках реки, водохранилищ и др. В качестве исходных для оперативного управления являются оперативные планы по распределению водных ресурсов между водопотребителями на очередную декаду, фактические режимы работы пунктов контроля и управления соответствующий началу декады, прогнозные боковые притоки к участкам реки и водохранилищ.

Состояние участка магистрального канала характеризуется неустановившимся течением воды и описывается системой дифференциальных уравнений Сен-Венана в форме законов сохранения [1]:

$$B_i \frac{\partial z_i}{\partial t} + \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} = q_i, \quad (1)$$

$$\frac{1}{g\omega_i} \left(\frac{\partial Q_i}{\partial t} + 2v_i \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} \right) + \left[1 - \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^2 \right] \frac{\partial z_i}{\partial x_i} = \left[i_i + \frac{1}{B_i} \left(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i} \right) \right]_{h_i = const} - \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^2 - \frac{Q_i |Q_i|}{K_i^2}.$$

Здесь

$$v_i = \frac{Q_i}{\omega_i}, \quad c_i = \sqrt{\frac{g\omega_i}{B_i}};$$

$Q_i = Q(x_i, t)$ – расход воды;

$z_i = z(x_i, t)$ – ордината свободной поверхности;

g – гравитационная постоянная;

i_i – уклон дна;

$B_i = B_i(z_i)$ – ширина потока по поверхности живого сечения;

$\omega_i = \omega_i(z_i)$ – площадь живого сечения потока;

$c_i = c_i(z_i)$ – скорость распространения малых волн;

$q_i = q_i(x_i, t)$ – боковые притоки или оттоки участков;

$K_i = K_i(z_i)$ – модуль расхода.

Водозаборы на участках канала являются сосредоточенными оттоками в точки водозабора.

Дифференциальные уравнения в частных производных гиперболического типа в системе (1) есть уравнения сохранения массы и импульса потока и представляют собой математическую модель неустановившегося движения воды на участке открытого канала.

В качестве функций, определяющих течение, здесь выбраны расход воды $Q(x, t)$ и ордината свободной поверхности $z(x, t)$. Независимыми переменными являются продольная координата x_i и время t . Русло канала задаётся ординатой дна $z_d(x_i)$ и шириной его поперечного сечения $B_i(x_i, t)$ на расстоянии z_i (по вертикали) от дна русла [2].

Тогда:

глубина потока: $h_i(x_i, t) = z_i(x_i, t) - z_{d,i}(x_i)$;

площадь поперечного сечения потока: $\omega_i(x_i, h_i) = \int_0^{h_i} B_i(x_i, z) dz$;

средняя скорость течения: $v_i = Q_i/\omega_i$;

скорость распространения малых волн: $c_i = \sqrt{g\omega_i/B_i}$;

уклон дна: $i_i = -dz_d/dx_i$;

Модуль расхода $K_i(x_i, z_i)$ характеризует величину сил трения и определяется по следующей формуле [2]:

$$K_i = \omega_i \cdot C_i \sqrt{R_i}, \quad (2)$$

где

R_i – гидравлический радиус русла;

ω_i – площадь живого сечения русла;

C_i – коэффициент Шези.

Для определения коэффициента Шези существует целая серия эмпирических формул. В качестве одной из них может быть принята формула Павловского [4]:

$$C_i = \frac{1}{n_i} R_i^{\phi_i}, \quad y_i = 2,5 \sqrt{n_i} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R_i} (\sqrt{n_i} - 0,1), \quad (3)$$

где

n_i – коэффициент шероховатости канала.

Характеристическая форма уравнений (1)-(3) имеет вид [5]:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial t} + (v_i \pm c_i) \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} - B_i(v_i \mp c_i) \left[\frac{\partial z_i}{\partial t} + (v_i \pm c_i) \frac{\partial z_i}{\partial x_i} \right] = \phi_i - \frac{Q_i |Q_i|}{K_i^2} - (v_i \mp c_i) q_i, \quad (4)$$

где

$$\phi_i = \left[i_i + \frac{1}{B_i} \left(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i} \right) \right]_{h_i = const} - \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^2.$$

Для моделирования состояния объекта на основе математической модели (1) необходимо задать начальные и граничные условия с целью описания области решения уравнений [1]. Для численного решения этих краевых задач удобно записать систему уравнений в характеристической форме [2].

Расул ТУРАЕВ,

к.ф.м.н., доцент,

Термезский государственный университет.

Маматқобил ЭСОНТУРДИЕВ,

ст. преподаватель,

Чирчикский государственный педагогический

университет.

Данияр ЖУМАМУРАТОВ,

к.т.н., доцент,

Нукусский филиал Навоийского горного института.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамиконов А.Г. Методы разработки автоматизированных систем управления. — М., «Энергия», 1973.
2. Абдуллаев А.А., Алиев Р.А., Уланов Г.М. Принципы построения автоматизированных систем управления промышленными предприятиями. Под ред. Петрова Б.Н. — М., «Энергия», 1975.
3. Ганкин М.З. Автоматизация и телемеханизация гидромелиоративных систем. — М., Колос, 1965.
4. Вопросы комплексной автоматизации мелиоративных систем. Вып.6, ВНПО «Союзводоавтоматика, Минводхоза СССР, 1975.
5. Маковский Э.Э. Автоматизация гидротехнических сооружений в системах каскадного регулирования. Издательство «Илим», — Фрунзе, 1972.
6. Rakhimov, S., Seytov, A., Nazarov, B., Buvabekov, B., Optimal control of unstable water movement in channels of irrigation systems under conditions of discontinuity of water delivery to consumers. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering