

РАСЧЕТНЫЙ МОДУЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕГИОНА

В современных условиях обостряющегося дефицита водных ресурсов, ограниченности пахотно пригодных земель и трудовых ресурсов в засушливых районах страны, автоматизация научных исследований в области комплексного и рационального использования водных ресурсов в сельском хозяйстве на основе применения вычислительной техники—одно из мощных средств повышения производительности сельскохозяйственного труда и эффективности производства.

В настоящее время первоочередными задачами рационального использования ограниченных водных ресурсов на орошение являются следующие:

- определение зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от водоподачи на основе многолетних рядов их значений;
- определение производственной функции урожая в зависимости от поливного режима;
- оптимальное водораспределение ограниченного поливного фонда воды между административными районами, массивами, хозяйствами и орошаемыми культурами;
- определение оптимальных оросительных норм и поливных режимов сельскохозяйственных культур в условиях ограниченности подаваемой воды;
- оптимальное прогнозирование урожайности орошаемых культур и их валовых урожаев на основе графиков водопотребления и прогнозов ожидаемой водоподачи в течение вегетационного периода;
- оптимальное использование полезного объема водохранилища на цели орошения.

Развитие автоматизации научных исследований на основе применения вычислительной техники в настоящее время характеризуется применением ЭВМ для проведения машинных (вычислительных) экспериментов для имитационного моделирования различных водохозяйственных ситуаций. В основном это сводится к решению различных балансовых уравнений в зависимости от складывающейся водохозяйственной обстановки. Однако, наибольший интерес в этой области представляют задачи оптимизационного характера—оптимальное распределение ограниченных водных ресурсов засушливых районов между хозяйствами—водопользователями, орошаемыми культурами, районами и т. д.

Таким образом, мы подходим к более высокому уровню машинного эксперимента, а именно к имитационному моделированию оптимальных ситуаций (решений) при различных исходных состояниях моделируемой системы. Такой подход предполагает не только чисто балансовые «проигрывания» водных ситуаций в регионе, но и принятие

оптимальных решений для всех водопользователей, когда пределы изменения их параметров могут быть четко выбраны и ограничены.

Предполагаемый подход, помимо натурального исследования (натуральный эксперимент) существующей сети и принципов водораспределения в регионе, позволяет [1—3], также принимать оптимальные решения по управлению водными ресурсами, планировать их перераспределение в различные по водообеспеченности годы (а также в течение года—оперативное планирование и управление), прогнозировать состояние водообеспеченности региона и его сельскохозяйственного производства на любой прогнозный период в зависимости от наличия обоснованных исходных данных (или конечных целей и перспективных планов). Помимо этого, система предполагает наличие блоков проектирования водохранилищ и оросительных каналов (полезный объем, критический объем, пропускная способность и ряд других параметров). Это сделано специально для расширения и унифицирования системы, (на основе программных блоков-модулей), а также для повышения «интеллекта» системы в плане её возможностей оценки (на основе оптимальных решений) необходимости реконструкции и строительства существующих или новых оросительных каналов, водохранилищ и их одновременного проектирования с выдачей на печать или графопостроитель (или дисплей) всех необходимых технико-экономических и конструктивных параметров. Более того, в эти возможности входит также учет выпадаемых осадков в течение года, изменение водности года (в течение года), оперативное внесение корректив в планы водопользования в соответствии с изменившейся водной ситуацией, подсчет ущерба от засухи, перераспределение водных ресурсов в регионе в зависимости от водной ситуации в его различных частях и одновременный подсчет валовой продукции орошаемого растениеводства в этих ситуациях, обоснование планов водопользования и планов сельскохозяйственного производства и их взаимная увязка.

В перспективе в систему должны быть заложены (принципиально эти проблемы решены и могут быть реализованы) возможности проектирования трасс оросительных каналов и внутрихозяйственной (или межхозяйственной оросительной сети), указания наиболее целесообразных мест и всех необходимых параметров водохранилищ и насосных станций, а также переброски водных ресурсов из других водных бассейнов.

Рассмотрим предметную область имитационного моделирования процессов оптимального водораспределения в регионе. Поскольку нашей целью является создание универсальной системы управления водораспределением, то в условном регионе рассматривается бассейн реки с водохранилищем и несколькими административными районами, а также оросительными каналами для каждого района (см. рис. 1).

Естественно, что и эта универсальная схема нуждается в усовершенствовании в плане обеспечения перестройки и расширения системы. В таких случаях обычно аппаратные и программные средства системы строят из унифицированных и удобно сопрягаемых блоков (модулей). В нашем случае возможны два варианта решений вопроса о расчленении предметной области моделирования на универсальные модули. Первое—это создание модуля, учитывающего всевозможные водисточники и водопотребителей, и второе—разработка «узкоспециализированных» модулей нацеленных на решение строго локальных задач с одним видом источника воды (река, озеро, водохранилище, канал, грунтовые воды, артезианская скважина и т. п.). Однако, возможен и более универсальный вариант, а именно: учет в таком расчетном модуле только наличного объема оросительной воды и его временного рас-

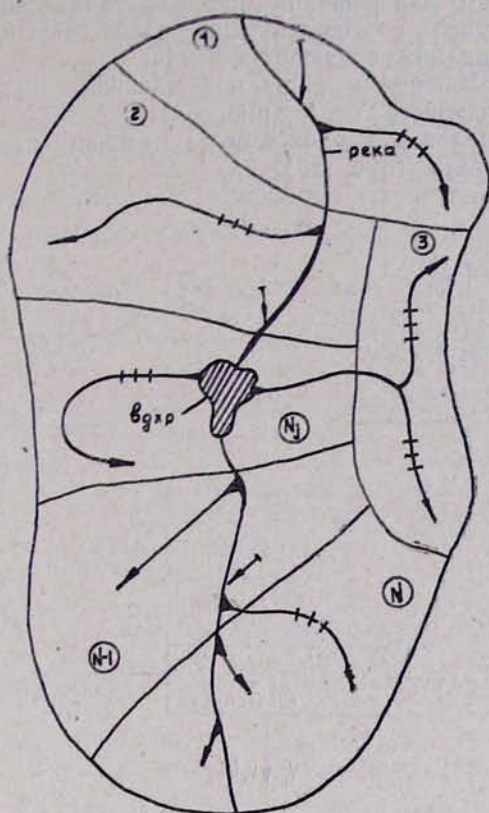


Рис. 1.

пределения ($W(t)$) без какого-либо указания его источников. Недостаток последнего вида представления расчетного модуля заключается в его минимальных возможностях по проектированию различных водохозяйственных объектов (каналов, водохранилищ и т. п.) и прогнозированию развития самой системы. Такой расчетный модуль может быть применен на глобальном уровне (республика, орошаемый регион, область и т. д.), поскольку позволяет имитировать перераспределение наличного фонда водных ресурсов между потребителями без учета их источников (см. рис. 2).

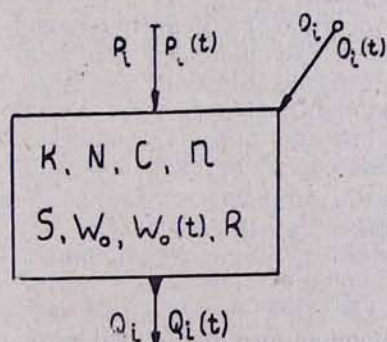


Рис. 2.

Несомненно, что для решения локальных задач водораспределения в регионе необходимы соответствующие расчетные модули, и в частности, для решения нижеследующих задач:

- водораспределение в орошаемом массиве при наличии водохранилища накапливающего типа (рис. 3а);
- водораспределение в орошаемом массиве из магистрального оросительного канала (рис. 3б);
- водораспределение в орошаемом массиве при наличии озера (рис. 3в).

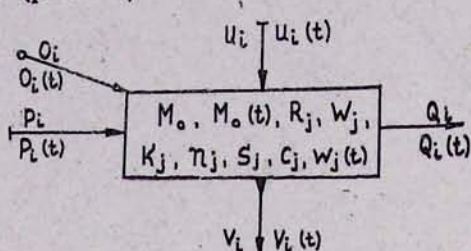


Рис. 3а

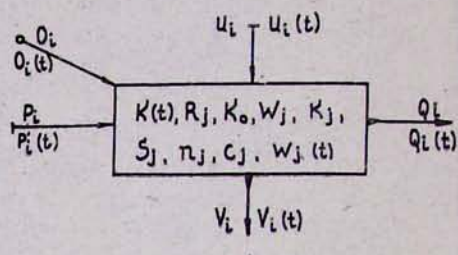


Рис 3б

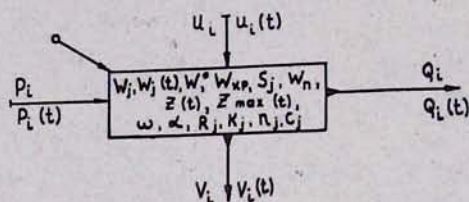


Рис. 3в

Причем, все вышеотмеченные модули предполагают решение поставленных задач водораспределения как в статике, так и в динамике, т. е. предполагают определение как оросительных норм, так и поливных режимов орошения в течение вегетационного периода.

На рис. 2 и 3 приняты следующие обозначения:

O_i и $O_i(t)$ — общий объем и временное распределение осадков по региону (орошаемым массивам);

P_i и Q_i — соответственно приток и отток воды из данного орошаемого массива;

$P_i(t)$ и $Q_i(t)$ — соответственно временные значения притока и оттока водных ресурсов из орошаемого массива;

U_i и $U_i(t)$ — соответственно значение общего объема и временного распределения входного потока воды в данный блок;

V_i и $V_i(t)$ — соответственно значение общего объема и временного распределения выходного потока воды из данного блока;

$K = K(k_j)$ — множество плановых заданий по сельскохозяйственным культурам, возделываемым в регионе;

$N = N(n_j)$ — множество сельскохозяйственных культур, орошаемых в регионе;

$C = C(c_j)$ — множество закупочных (или сдаточных) цен на конечную продукцию орошаемого растениеводства;

n — количество административных районов (или орошаемых массивов), на которые разделен регион;

$S = S(s_i)$ — валовая продукция региона в стоимостном выражении;
 W_0 и $W_0(t)$ — соответственно общий объем эксплуатационных запасов воды региона и его годовое перераспределение во времени;

$R = R(r_i)$ — общая орошаемая площадь региона;
 W_j и $W_j(t)$ — соответственно общий объем воды и его временные значения за сельскохозяйственный год данного орошаемого массива (блока);

W^* — среднегодовое значение объема водохранилища, используемого на орошение;

$W_{кр}$ — критический объем водохранилища;

W_n — полезный объем водохранилища;

S_j — валовая продукция орошаемого массива в стоимостном выражении;

$Z(t)$ — количество воды из водохранилища в момент времени t , которое идет на орошение земель массива;

$Z_{max}(t)$ — максимальное количество $Z(t)$, которое без ущерба для водохранилища идет на орошение;

ω — штрафная функция для объемов воды, превышающих критический объем водохранилища;

α — штрафной коэффициент;

$K(t)$ — штрафной коэффициент;

K_0 — общий объем воды, забираемый через магистральный канал за год;

M_0 и $M_0(t)$ — соответственно общий объем воды и временной режим пусков воды из озера.

Таким образом, с помощью таких блоков можно смоделировать как отдельные части водосистемы, так и водохозяйственный регион в целом, что позволит непосредственно перейти к машинным экспериментам по управлению водными ресурсами региона. Причем, моделирование в указанной предметной области нами применяется на всех стадиях и уровнях изучения и управления водохозяйственным регионом: при проектировании, создании, внедрении, эксплуатации, начиная от анализа работы ее элементов и кончая исследованием системы в целом в ее взаимодействии с окружающей средой. Причем, весь процесс моделирования представляется нам как непрерывный процесс, включающий в себя следующие этапы: создание модели, программирование, проведение вычислительных (имитационных) экспериментов, интерпретация результатов моделирования, разработка оптимизационных моделей на основе имитационных вычислительных моделей (ИВМ), получение оптимального плана, принятие оптимальных решений, оптимальные управляющие воздействия. Такое машинное моделирование, на наш взгляд, является единственно правильным методом анализа такой сложной системы, каковой является водохозяйственная система (комплекс).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелконян А. Е. Детерминированная постановка задачи оптимизации процесса водораспределения на орошение в регионе. — В сб.: Системные и математические вопросы создания Автоматизированной системы научных исследований коллективного пользования (АСНИ). — Ереван, Труды ВЦ АН АрмССР и ЕрГУ, 1982, вып. XII, Изд-во АН АрмССР.

- 2 *Мелконян А. Е.* Математическая модель динамической задачи оптимизации водораспределения в сельскохозяйственных объектах водохозяйственного комплекса. Там же.
- 3 *Мелконян А. Е.* Оптимальное управление процессом водораспределения на основе имитационной модели орошаемого земледелия.—Тезисы доклада на заседании комиссии по новой информационной технологии Коорд. комитета АН СССР по ВТ (4—6 мая, 1983 г., Ереван)—М., 1983.

Ս. Մ. ՄԱՆՈՒԶԱՐՅԱՆ, Ա. Ե. ՄԵԼԻՔՈՆՅԱՆ

ՇՐՋԱՆԻ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ՕՊՏԻՄԱԼ ԶՐԱԲԱՇԽՄԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԱՅԻՆ ՄՈԴՈՒԼ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոգվածում դիտարկվում են ջրային պաշարների ռացիոնալ օգտագործման հարցերը երաշտահար շրջաններում, որտեղ իմիտացիոն մոդելավորման առարկայական ասպարեզի դերում հանդիսանում են ջրաբաշխման պրոցեսները ռեգիոնի գյուղատնտեսությունում: Օպտիմալ ջրաբաշխման հաշվարկային մոդելների և ջրի աղբյուրների ու մեքենայական էքսպերիմենտի բնութագրերից կախված ջրատնտեսական ռեգիոնը էլեմենտար մասնագիտացված բլոկների համապատասխան մասնատումի միջոցով ցուցադրված է ջրային ռեսուրսների կառավարման ունիվերսալ համակարգի ստեղծման հնարավորությունը: