ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ

XXXIV, 5, 467—472, 1981

УДК 626.81/.84:631.67(479.25)

МОДЕЛЬ ИРРИГАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ СТОКОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ЕСТЕСТВЕННОМ УВЛАЖНЕНИИ

Г. Г. АЦАГОРЦЯН

В работе приводится методика построения кривой обеспеченности орошаемой площади Ω (P), которая и используется в качестве начальной информации взамен кривых водообеспеченности и гидромодуля орошения. На основе кусочно-постоянной аппроксимации кривой предлагается модель, позволяющая определять оптимальную площадь орошения.

Ключевые слова: ирригация, аппроксимация.

Задача заключается в определении площади орошения, которая обеспечивала бы максимальный чистый доход [3] от возделываемых на ней сельскохозяйственных культур с учетом затрат по ее орошению и освоению.

Вопросами разработки методов проектирования в подобных условиях занимались ряд авторов [2, 4, 5].

В целом предлагаемые методы основаны на предположении о дискретизации исходов водности водоисточника и естественного увлажнения, без указания рациональных способов выбора их, и поэтому конкретные задачи имеют большие размеры.

Предлагаемая в работе модель позволяет преодолеть указанные трудности. Так как естественное увлажнение однозначно определяет гидромодуль орошения рассматриваемого состава сельскохозяйственных культур, следовательно, он обладает изменчивым характером. Предполагая, что гидромодуль орошения можно представить в виде такой же кривой обеспеченности q (P), что и расходы водоисточника Q (P), и исходя из кусочно-постоянной аппроксимации, модель задачи можно записать в следующем виде:

$$\sum_{i\in I;\ j\in y;\ k\in \bar{k}} П_i \cdot П_k [C_j X_{ijk} + C'_j (X_{pj} - X_{ijk})] - (EK + И_{co}) \cdot X_p = \max$$

$$\begin{aligned} &X_{ijk} \leq X_{pj} \mid i\in I;\ j\in Y';\ k\in\bar{K} \\ &\sum_{j\in Y'} X_{ijk} \leq \frac{Q_i}{q_k} \Big| \ i\in I;\ k\in\bar{K} \\ &X_{pj} = П_j \cdot X_p \mid j\in Y \\ &X_{ijk} \geq 0 \mid i\in I;\ j\in Y';\ k\in\bar{K} \\ &X_p \geq 0, \end{aligned} \qquad (1)$$

где Π_i и Π_k —вероятности появления i-ого расхода водоисточника (Q_i) и k-ого значения гидромодуля (q_k), соответствующих аппроксимации их характеристик; C_j и C'_j—чистые доходы с одного га j-ой культуры для сельскохозяйственного производства при нормальном и ущемленном режимах орошения; X_{ijk} —нормально орошаемая площадь j-ой культуры, когда появляются i-й и k-ий расходы водоисточника и гидромодуль орошения; Π_j —удельный вес j-ой культуры в выбранном составе; X_{pj} —расчетная площадь j-ой культуры; X_p—расчетная площадь орошения; K—удельные капиталовложения по орошению и сельскохозяйственному освоению территории; E—нормативный коэффициент эффективности; $И_{co}$ —издержки по эксплуатации оросительной системы; $\bar{I}$ и $\bar{K}$ —множества индексов расходов водоисточника и гидромодулей орошения, соответствующих аппроксимации их характеристик соответственно; Y и Y′ —множества возделываемых культур и культур, продолжающих свою вегетацию в критический период.

Постепенным увеличением кусков аппроксимации производственных характеристик и решением конкретных задач с помощью модели (1) можно обнаружить их минимальное число, обеспечивающее допустимую точность полученных результатов.

При $q_k = q$ для $k \in \bar{K}$ из модели исключается индекс k, в результате чего получаем модель, приведенную в работе [1], которая описывает проектирование орошения в случае устойчивого естественного увлажнения. В этом случае в балансовых соотношениях по водности фигурирует отношение $\frac{Q_i}{q}$ $(i \in \bar{I})$, которое представляет собой i-ое значение орошаемой площади, соответствующее постоянному значению аппроксимации, так называемой кривой обеспеченности орошаемой площади. Имея такую кривую (в случае устойчивого естественного увлажнения она определяется простым соотношением $\frac{Q(p)}{q}$), модель задачи можно построить из ее аппроксимации.

Построение кривой обеспеченности орошаемой площади. На рис. 1 приведены кривые водообеспеченности $Q(p)$ и гидромодуля орошения $q(P)$. Произведем кусочно-постоянную аппроксимацию кривой $q(P)$, соответствующей различным значениям гидромодуля орошения.

Выражение

$$\frac{Q(P)}{q_k} = \Omega_k(P) \tag{2}$$

дает частную кривую обеспеченности $\Omega_k(P)$ для k-ого значения гидромодуля q_k, имеющего вероятность Π_k. Для нахождения искомой характеристики произведем горизонтальный разрез в точке ω (на оси Ω) частных кривых обеспеченности для всех $k \in \bar{K}$ (рис. 2).

Обозначая через $P_{k\omega}$ обеспеченность значения ω по частной кривой $\Omega_k(P)$ и имея в виду вероятность ее появления Π_k $(k \in \bar{K})$, $P(\omega)$ можно представить следующим уравнением:

$$P(\omega) = \sum_{k \in \bar{K}} P_{k\omega} \cdot \Pi_k. \tag{3}$$

Используя выражение (3), можно построить искомую кривую.

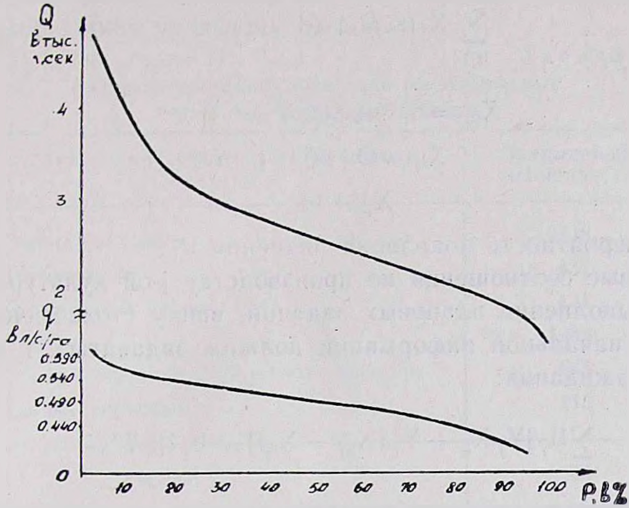

Рис. 1. Кривые водообеспеченности и гидромодуля орошения.

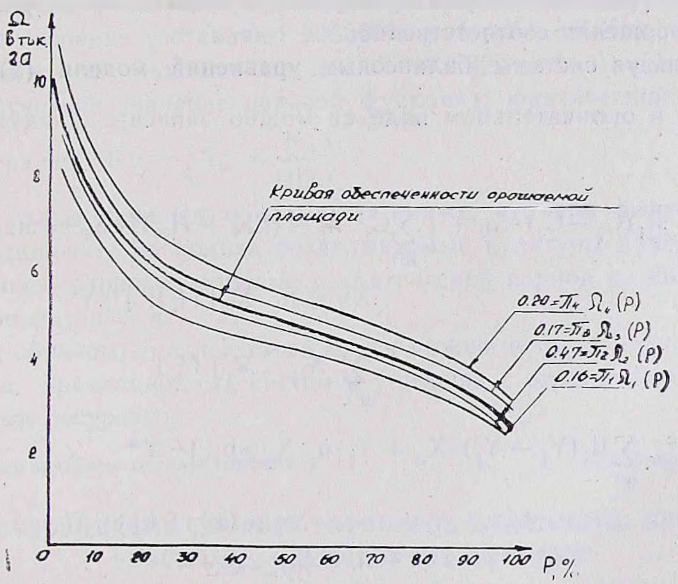

Рис. 2. Частные кривые и кривая обеспеченности орошаемой площади.

Модель задачи. Произведя кусочно-постоянную аппроксимацию кривой обеспеченности орошаемой площади Ω (P), приведенной на рис. 2,

—она построена с помощью четырех кусков постоянных значений аппроксимации q (P)—и обозначая через X_p—искомую площадь орошения, модель задачи можно записать так:

$$\sum_{i\in I;\ j\in Y} П_i[C_j X_{ij} + C_j'(X_{pj} - X_{ij})] - (EK + И_{co}) \cdot X_p = \max$$

$$X_{ij} \leqslant X_{pj} \mid i \in I;\ j \in Y'$$

$$\sum_{j\in Y'} X_{ij} \leqslant \Omega_i \mid i \in I \tag{4}$$

$$X_{pj} = n_j \cdot X_p \mid j \in Y$$

$$X_{ij} \geqslant O \mid i \in I;\ j \in Y'$$

$$X_p \geqslant O.$$

Здесь $П_i$ — вероятность появления значения Ω_i.

Балансовые соотношения по производству j-ой культуры, обеспечивающие выполнение плановых заданий, ввиду стохастической обусловленности начальной информации должны задаваться в виде математического ожидания:

$$\sum_{i\in I} П_i [Y_j X_{ij} + Y_j'(X_{pj} - X_{ij})] \geqslant b_j \mid j \in Y^*, \tag{5}$$

где Y^* —множество индексов ведущих культур, по производству которых дается плановое задание; b_j —плановое задание по j-ой культуре; Y_j и Y_j' —урожайность j-ой культуры при нормальном и ущемленном режимах орошения соответственно.

Используя системы балансовых уравнений модели (4) с учетом $\sum_{i\in I} П_i = 1$, в окончательном виде ее можно записать следующим образом:

$$\sum_{i\in I;\ j\in Y'} П_i (C_j - C_j') \cdot X_{ij} + \left[\sum_{j\in Y} C_j' \cdot n_j - (EK + И_{cn})\right] \cdot X_p = \max$$

$$X_{ij} \leqslant n_j \cdot X_p \mid i \in I;\ j \in Y'$$

$$\sum_{j\in Y'} X_{ij} \leqslant \Omega_i \mid i \in I \tag{6}$$

$$\sum_{i\in I} П_i (Y_j - Y_j') \cdot X_{ij} + Y_j' \cdot n_j \cdot X_p \geqslant b_j \mid I \in Y^*$$

$$X_{ij} \geqslant O \mid i \in I;\ j \in Y'$$

$$X_p \geqslant O.$$

Решение конкретной задачи. Значения орошаемых площадей и их вероятностей, соответствующих аппроксимации кривой Ω (P) (рис. 2), шестью ступенями приведены в табл. 1.

Задача решена для начальных данных по C_j, C_j', $П_j$, E и K приведенных в [1].

Таблица I

Значения орошаемых площадей и их вероятностей

H_i	0,04	0,06	0,16	0,29	0,29	0,16
Ω_i, в га	9400	8200	6400	5200	4300	3300

Результаты решения задачи на ЭВМ «Минск-32» методом линейного программирования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значение расчетных площадей возделываемых сельскохозяйственных культур

Наименование сельскохозяйственных культур	Занимаемые площади, га
Овоще-бахчевые	2148
Корнеплоды	431
Кукуруза на зерно	431
Люцерна	1289
Озимая пшеница с подсевом люцерны	645
Яровые зерновые	215
Итого	5159

Полученные данные показали, что оптимальная расчетная площадь орошения равна 5159 га. Общие капиталовложения (Ко) в орошение и в освоение составляют 20636000 руб ($K_o = K \cdot X_p$); чистый доход с орошаемой площади составляет 2632622 руб($ЧD = L + EK \cdot X_p$) где L—расчетное значение целевой функции); фактический срок окупаемости равен 7,8 лет $\left(T_\phi = \frac{K_0}{ЧD}\right)$.

Результаты решения показывают также, что при дефиците воды следует исключать из полива возделываемые культуры начиная с озимой пшеницы (яровые зерновые в критический период не поливаются), далее люцерну и т. д.

Таким образом, предлагаемый метод можно использовать при проектировании ирригационных систем в условиях с ограниченными водо-земельными ресурсами.

НИИ водных проблем и гидротехники

Поступило 9.II 1981 г.

ՁԿԱՆՈՆԱՎՈՐՎԱԾ ՀՈՍՔԵՐԻ ԻՌԻԳԱՑԻՈՆ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՄՈԴԵԼԸ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Հ. Գ. ՀԱՅԱԳՈՐԾՅԱՆ

Հոդվածում առաջարկվում է ոռոգելի հողատարածությունների ապահովության կորի $\Omega(p)$ կառուցման մեթոդ, որը և օգտագործվում է որպես սկզբնական տեղեկություն։ Կորի կտոր առ կտոր հաստատուն ապրոքսիմացման հիման վրա առաջարկվում է մոդել, որը թույլ է տալիս որոշել օպտիմալ ոռոգելի հողատարածություն։ Կորի կառուցման և խնդրի արդյունքի ճշտությունները կարելի է մեծացնել, ավելացնելով ապրոքսիմացման կտորները։

MODEL OF IRRIGATIONAL DESIGNATION OF NON-REGULATED FLOWS UNDER VARIABLE NATURAL WETTING

G. G. HATSAGORTSIAN

The method of construction of irrigational area providing curve which is used as an initial information instead of waterproviding and irrigational hydrpmodule curves has been presented. A model defining optimal irrigational area on the basis of piececonstant approximation curve has been proposed.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ацагорцян Г. Г.* Изв. АН Армянской ССР, серия техн. науки, *33*, 5, 23—28, 1980.
2. *Кардаш В. А.* Экономическая оптимизация в орошении. Вопросы плановых решений в сельском хозяйстве. 11, 205, Новосибирск, 1972.
3. *Мартиросян Р. С., Степанян Г. Д.* Оптимальные модели орошения. М., ВНИИГиМ, 96—108, 1968.
4. *Пряжинская В. Г.* Математика и ЭВМ в мелиорации. 1, 135—143, М., 1971.
5. *Соломония С. Г.* Тр. Ин-та энергетики АН СССР, *15*, Тбилиси, 1962.