

ГИДРОЛОГИЯ

А. М. АЗАТЯН

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ
ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

1. Под водообеспеченностью орошаемой площади следует понимать относительное число лет за период наблюдений, в течение которых потребность в воде орошаемой площади полностью покрывается водными ресурсами реки. Степень водообеспеченности орошаемой площади является одной из важных экономических показателей орошаемого хозяйства, которая характеризует полноту использования водных и земельных ресурсов района и связанную с этим ту или иную степень продуктивности хозяйства, его рентабельности и народнохозяйственной эффективности. Водообеспеченность орошаемой территории зависит от водных ресурсов реки, состава возделываемых культур, режима орошения их, природных условий района орошения и в зависимости от этих условий оптимальная водообеспеченность может колебаться в довольно широких пределах. Оптимальной будет такая водообеспеченность, при которой достигается максимальная народнохозяйственная эффективность от орошения соответствующей площади.

Для определения оптимальной водообеспеченности, предварительно производится сопоставление характерного гидрографа реки за оросительный период с графиком гидромодуля. На основе такого сопоставления определяется критический период орошения, ограничивающий площадь орошения минимальным ее значением $\Omega = \frac{Q}{q}$,

где Ω — площадь орошения;

Q — расход реки определенной обеспеченности (соответственно обеспеченности характерного гидрографа);

q — гидромодуль брутто в критический период. Пусть кривая на рис. 1 представляет обеспеченность расходов реки в естественных условиях. Условимся выражать обеспеченность в долях X от периода наблюдений, условно принимаемого равным единице. Допустим, что расчетной площади орошения Ω , соответствует расход Q , обеспеченностью X . В многоводные годы расходы реки превышают потребность в ней ($Q > Q_0$) благодаря чему в эти годы достигается максимальная продуктивность хозяйства. В маловодные годы, вследствие дефицита расхода, часть площади, занятая наименее ценными культурами, будет исключена из очередного полива, что приведет к частичной или под-

лим тангенс угла наклона этой прямой к оси x . Пусть масштаб расходов равен $1:M_1$, а масштаб периода наблюдений $1:M_2$, тогда

$$\frac{Q_0 - Q_1}{X_0 - X_1} = \frac{M_1}{M_2} \operatorname{tg} \alpha = m. \quad (1)$$

Аналитическая зависимость расхода реки от обеспеченности в интервале от X_1 до X_0 может быть представлена в виде

$$Q_x = Q_0 + m (X_0 - X). \quad (2)$$

При обеспеченности x_0 недоливное в маловодные годы количество воды W_0 представится площадью ОМП. При любой иной обеспеченности в интервале от X_1 до X_0 недоливное количество воды представится в виде суммы двух площадей: известной площади W_0 и площади трапеции ОКРМ, равной

$$\frac{1}{2} [(1 - X) + (1 - X_0)] m (X_0 - X) = [X_0 (2 - X_0) - X (2 - X)] \frac{m}{2}.$$

Среднее значение дефицита расхода в маловодные годы будет

$$\Delta_x = \frac{W_0 + [X_0 (2 - X_0) - X (2 - X)] \frac{m}{2}}{1 - X}. \quad (3)$$

Среднее значение используемого расхода воды в маловодные годы будет равно

$$Q_x = Q_0 - \Delta_x. \quad (4)$$

Таким образом, задаваясь различными значениями λ , можем аналитически определить расчетный расход оросительной системы Q_x , соответствующую площадь орошения $\Omega_x = \frac{Q_x}{q}$ среднее значение дефицита расхода Δ_x в маловодные годы и среднее значение используемого в маловодный год расхода Q_x . Так как в принятом нами интервале функция $Q(x)$ линейна, то и площади орошения и расходы на орошение отдельных культур будут также линейными функциями от X . Распределение расхода между культурами можно определить по формуле

$$Q_x = (\alpha_1 q_1 + \alpha_2 q_2 + \dots + \alpha_n q_n), \quad (5)$$

где α — доля площади под данной культурой,

q — удельные расходы на орошение данной культуры.

На рис. 1 в интервале от X_0 до X_1 показано распределение расхода между культурами. В многоводные годы будут поливаться все культуры, а в маловодные годы — только те культуры, которые расположены ниже графика Q_x . Культуры расположенные между кривой обеспеченности и кривой Q_0 в маловодные годы будут исключены из полива вследствие дефицита расхода $\Delta_x = Q_0 - Q_x$. При этом, в маловодные годы исключению из полива подлежат наименее ценные культу-

ры. Поэтому на рис. расположение культур произведено в порядке возрастающей их ценности сверху вниз. По представленному графику легко судить какие культуры исключаются из полива в маловодные годы при любой обеспеченности X .

Определение ущерба. При частичном исключении из полива площади под одной культурой, величина исключаемой площади при водообеспеченности X будет равна $\Omega_{ис} = \frac{A_k}{q_1}$. В случае исключения из полива нескольких, например, K культур, первые $K-1$ культуры будут исключены полностью, а культура с порядковым номером " K " будет исключена частично; поэтому общая площадь, которая не будет поливаться, равна

$$\Omega_{ис} = \Omega \sum_{k=1}^{K-1} \alpha + \frac{A_k - \Omega \sum_{k=1}^{K-1} \alpha q}{q_k} \quad (6)$$

Денежное выражение ущерба от неполива культур будет: при полном или частичном исключении из полива одной культуры

$$U_{yш}^0 = \frac{A_k}{q_1} Y_1 \Pi_1 \lambda_1 \mu_1; \quad (7)$$

при исключении нескольких культур

$$U_{yш}^0 = \Omega \sum_{k=1}^{K-1} \alpha U_{цлч} + \frac{A_k - \Omega \sum_{k=1}^{K-1} \alpha q}{q_k} X_{сцл} \lambda_k \mu_k; \quad (8)$$

где Y — урожайность данной культуры;

Π — стоимость единицы урожая в закупочных ценах;

$\lambda > 1$ — коэффициент, учитывающий дополнительные издержки по закупке продукции в стороне;

$\mu < 1$ — коэффициент учитывающий часть урожая гибнущего в результате неполива.

3. Срок окупаемости капитальных вложений на орошение дополнительного гектара при любой водообеспеченности X определится выражением

$$T_{ок} = \frac{dK}{d\Omega} : \frac{dE}{d\Omega} \quad (9)$$

Капитальные вложения на орошение дополнительного гектара $\frac{dK}{d\Omega}$

можно принять равными удельным капиталовложениям, т. е. можно долагать $\frac{dK}{d\Omega} = K_0$.

Размер этих капиталовложений может быть установлен по аналогии с уже осуществленными оросительными системами, или на основе специальных расчетов.

Среднегодовая доходность хозяйства равна

$$E_x = \Omega_x \sum^n a (Y_{\text{ц}} - \text{н}) - (1 - X) H_{\text{гум}}^0. \quad (10)$$

Поэтому

$$\frac{dE_x}{d\Omega} = \sum^n a (Y_{\text{ц}} - \text{н}) - \frac{d}{d\Omega} (1 - X) H_{\text{гум}}^0. \quad (11)$$

где н — издержки производства в руб/га.

Выражение $\frac{d}{d\Omega} (1 - X) H_{\text{гум}}^0$ будет различным, в зависимости от числа исключаемых из полива культур.

При исключении одной культуры

$$(1 - X) H_{\text{гум}}^0 = \left\{ W' + [X_0 (2 - X_0) - X (2 - X)] \frac{m}{2} \right\} Y_1 \cdot \text{ц}_1 \cdot \text{л}_1 \cdot \text{ч}_1 \cdot \frac{1}{q_1}; \quad (12)$$

$$\frac{d}{d\Omega} (1 - X) H_{\text{гум}}^0 = (1 - X) Y_1 \text{ц}_1 \text{л}_1 \text{ч}_1 \frac{1}{q_1}. \quad (13)$$

Тогда

$$\frac{dE}{d\Omega} = \sum^n a (Y_{\text{ц}} - \text{н}) - (1 - X) Y_1 \text{ц}_1 \text{л}_1 \text{ч}_1 \frac{1}{q_1}. \quad (14)$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = K_0 : \left[\sum^n a (Y_{\text{ц}} - \text{н}) - (1 - X) Y_1 \text{ц}_1 \text{л}_1 \text{ч}_1 \frac{1}{q_1} \right]. \quad (15)$$

По этому выражению можно определить искомую водообеспеченность оросительной системы X , при которой удовлетворяется заданный срок окупаемости капитальных вложений на орошение дополнительного гектара.

Аналогичным образом, в случае исключения из полива нескольких культур, получим

$$T_{\text{ок}} = K_0 : \left[\sum^n a (Y_{\text{ц}} - \text{н}) - (1 - X)(Я - ЮЭ + Э) - (Я - ЮЭ) \right]. \quad (16)$$

где

$$Я = \sum_{k=1}^{k-1} a Y_{\text{ц}, \text{л}, \text{ч}}; \quad (17)$$

$$Ю = \sum^n a q; \quad (18)$$

$$Э = Y_A \cdot \text{ц}_K \cdot \text{л}_K \cdot \text{ч}_K \frac{1}{q_k}. \quad (19)$$

Ա. Մ. ԱԶԱՏՅԱՆ

ՀՈՍՔԻ ՈԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՍՊՏԻՄԱԿ ԱՊԱՀՈՎԼԱԾՈՒԹՅԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԸ
ՈՒՈՒՄԱՆ ՆԱԽԱԳԾԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ռ մ

Ոռոգման մակերեսը որոշվում է գետի հոսքով ջրման կրիտիկական ժամանակամիջոցում: Ոռոգման մակերեսը որոշելու համար գետի տարեց-տարի փոփոխվող ելքերից որ մեկը ընդունել որպես հիմք, գետ լուծված շէ: Սակայն բոլորը համաձայն են, որ այդ խնդիրը լուծելիս չի կարելի ելնել ամենասակավաչուր տարվա տվյալներից, թեպետ և այդ դեպքում ոռոգման մակերեսը ամեն տարի 100% ապահովված կլինի ջրով, բայց ինքը մակերեսը կլինի փոքր, և երկրի բնական հարստությունները (ջրային և հողային) լրիվ կերպով չեն օգտագործվի:

Հողվածում բերված է խնդրի վերլուծական հաշվարկի մեթոդ: Որպես հիմք ընդունված է գետի ելքերի ապահովվածության կորը ոռոգման կրիտիկական ժամանակաշրջանում: Այս կորի միջին մասը, որը ունի շնչին կորություն, փոխարինվում է ուղիղ հատվածով: Դա հնարավորություն է տալիս արտահայտել գետի ելքերը Q, ելքի միջին պակասորդը սակավագուր տարիներին D, օգտագործվող միջին ելքը Q*, վնասի միջին արժեքը ջրի պակասության պատճառով Ա_{չա} և այլն, կախված ապահովվածությունից X:

Իբրև խնդրի լուծման սկզբունք ընդունված է հավելյալ հեկտարի սուղման համար հատկացված կապիտալ ներդրումների էֆեկտիվության որոշ աստիճան: