

Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ
им. В.Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ОПЕРАТИВНОМУ МЕЛХОЗЯЙСТВЕННОМУ
БОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЮ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМАХ

Ташкент - 1985

Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ ИМЕНИ
В.Д.ЖУРИНА (САНИИРИ)

Проект

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ОПЕРАТИВНОМУ МЕЖХОЗЯЙСТВЕННОМУ
ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЮ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМАХ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Настоящая "Инструкция..." предназначена для эксплуатационных водохозяйственных организаций Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, осуществляющих распределение водных ресурсов, начиная с источников орошения и кончая точками выдела воды в хозяйства (районные, межрайонные, областные, межобластные, республиканские управления оросительных систем).

I.2. За основу оперативного водораспределения принимается принцип сравнительной количественной оценки плановых потребностей на водоподачу с имеющимися (прогнозными) запасами водных ресурсов или установленными лимитами водоподачи.

I.3. Плановые потребности на водоподачу устанавливаются в соответствии с планами водопользования оросительных систем или на основе оценки фактического водопотребления на оперативный период.

I.4. Настоящая "Инструкция..." не регламентирует способы установления плановых потребностей на водоподачу, поскольку они подробно изложены в других нормативных и методических документах.

I.5. Если прогнозные запасы водных ресурсов или установленный лимит водоподачи соответствует (или превышает) плановую водоподачу, то ее значение принимается за расчетное.

I.6. Если прогнозные запасы водных ресурсов или установленные лимиты водоподачи меньше плановой водоподачи, то она корректируется на основе фактической водоподачи за прошедший период. В соответствии с "Правилами технической эксплуатации оросительных систем" водопользователям, превысившим или не получившим установленные для них лимиты водоподачи в прошедший период, в расчетный период сокращают или увеличивают водоподачу. При соответствии прогнозных запасов водных ресурсов или установленного лимита водоподачи откорректированной плановой водоподаче они принимаются за расчетные.

I.7. Если откорректированная плановая водоподача превышает прогнозные запасы водных ресурсов или установленный ли-

мит, то оперативное водораспределение осуществляется на основе приоритетности определенной группы водопользователей и сокращения водоподачи другим водопользователям.

I.8. К приоритетному водопользованию, на которое ограничения в воде не распространяются, относятся:

- промышленные предприятия;
- тепловые электростанции;
- коммунально-бытовые нужды;
- рыбохозяйственные объекты;
- обводнение пастбищ;
- санитарные полуски.

По решению органа, утверждающего план водопользования оросительных систем, в эту группу могут быть включены другие водопользователи или исключены отдельные из вышеперечисленных.

I.9. При установлении ограничений на водоподачу приоритетные потребители должны внедрять оборотное водоснабжение, сокращать до минимума непроизводительные потери воды, повторно использовать сбросные воды промышленных предприятий, тепловых электростанций, коммунально-бытовых нужд и рыбного хозяйства.

I.10. При распределении дефицита водных ресурсов между остальными категориями водопользователей следует исходить из следующих критериев:

- пропорционально водообеспеченности источника орошения относительно плановой водоподачи;
- коэффициентов приоритетности;
- оценки неизбежного экономического ущерба орошаемому земледелию в зависимости от уровня дефицита водных ресурсов и принципов его распределения между водопользователями.

I.11. При распределении дефицита водных ресурсов необходимо учитывать количественное использование внутрихозяйственных водных ресурсов (скважины, родники, сая, коллекторно-дренажные воды и т.д.).

I.12. Коэффициенты приоритетности устанавливаются на основе экспертных оценок сельскохозяйственных и водохозяйственных органов и выражают в процентах сокращения или увели-

чения водоподачи отдельным оросительным системам (до $\pm 20\%$) по отношению к остальным неприоритетным водопользователям;

I.I3. Сокращение водоподачи допустимо в тех случаях, когда на оросительных системах :

прогнозируется выпадение естественных осадков на расчетный период;

имеются возможности увеличения расходов внутрихозяйственных водных ресурсов;

основные сельскохозяйственные культуры находятся в фазе развития, при которой уменьшение водоподачи не приведет к существенному снижению их урожайности;

фактические оросительные нормы за прошедшие годы были выше плановых;

имеются возможности сокращения площадей предпахотных, влагозарядковых, предпосевных и промывных поливов, проводимых в расчетный период.

I.I4. Увеличение водоподачи предусматривается в тех случаях, когда на оросительных системах:

в расчетный период прогнозируется повышение температуры воздуха относительно нормы;

основные поливные площади заняты многолетними культурами (сады, виноградники, другие древесные насаждения);

основные сельскохозяйственные культуры находятся в фазе развития, при которой уменьшение водоподачи приведет к резкому снижению их урожайности;

на значительной площади проведен пересев поливных сельскохозяйственных культур, вызванный стихийными бедствиями.

I.I5. Водораспределение на основе оценки экономического ущерба орошаемому земледелию в зависимости от уровня дефицита водных ресурсов осуществляется на базе специальных проектных проработок, результаты которых представлены в виде ряда коэффициентов приоритетности по оросительным системам.

I.I6. Оперативное водораспределение проводят каждую декаду или пятидневку, а также в случае:

изменения водности источника орошения или установленного лимита водоподачи ($\pm 10\%$);

отличия фактического водопотребления сельскохозяйственных культур от установленного планом водопользования оросительных систем ($\pm 10\%$);

аварийных ситуаций на отдельных элементах оросительной сети.

I.17. Расчеты оперативного водораспределения стандартизируют по типовым структурным элементам оросительной сети, к которым относятся:

незарегулированный источник орошения;

источник орошения с водохранилищем сезонного регулирования;

источник орошения с каскадом водохранилищ сезонного регулирования;

оросительная система межхозяйственного канала;

административно-территориальная оросительная система.

I.18. В настоящей "Инструкции" не рассматриваются вопросы оперативного водораспределения на источниках орошения с водохранилищами многолетнего регулирования, поскольку они изложены в нормативно-методических документах.

I.19. Под источником орошения подразумевается естественный поверхностный водоток.

I.20. Оросительная система межхозяйственного канала, рассматриваемая как иерархические ступени каналов различных порядков с единым головным водозабором, осуществляет водораспределение между хозяйствами, административными районами, областями и республиками. К ним относятся межхозяйственные, межрайонные, межобластные и межреспубликанские каналы.

I.21. Административно-территориальная оросительная система - это совокупность вышеперечисленных типовых структурных элементов оросительной сети, обслуживаемых единым Управлением оросительных систем. К ним относятся областные, районные и межрайонные (не имеющие РайУОС) управления оросительных систем.

I.22. Для незарегулированных источников орошения, межхозяйственных и административно-территориальных ороситель-

ных систем оперативное водораспределение производят на декаду или пятидневку на основании прогнозных запасов водных ресурсов или выделенных лимитов водоподачи.

I.23. Для источников орошения с водохранилищами оперативное водораспределение планируют на весь поливной период в соответствии с краткосрочными и долгосрочными прогнозами запасов водных ресурсов.

I.24. Оперативное водораспределение осуществляют в следующем порядке: источники орошения – оросительные системы межхозяйственных каналов – административно-территориальные оросительные системы.

2. ОПЕРАТИВНОЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НА НЕЗАРЕГУЛИРОВАННОМ ИСТОЧНИКЕ ОРОШЕНИЯ

2.1. Исходные данные и их условные обозначения

Водохозяйственные органы, осуществляющие водораспределение на источниках орошения, должны располагать следующей исходной информацией:

линейными схемами источника орошения с показаниями гидропостов Госкомгидромета, головных водозаборных сооружений и расчетных участков;

приоритетными транзитными попусками по участкам источника орошения.

Административно-территориальные оросительные системы, осуществляющие использование водных ресурсов источника орошения, представляют следующие исходные данные:

плановые значения расходов головных водозаборов (общие, на орошение, приоритетные) из источника орошения в расчетный период;

коэффициенты приоритетности водозаборов на орошение при дефиците оросительной воды, по расчетным участкам источника орошения.

Региональные органы Госкомгидромета представляют данные о прогнозных расходах воды по начальным створам расчетных участков источника орошения на расчетный период (декада, пятидневка).

Ниже приводятся условные обозначения исходных данных:

$i = 1, 2, \dots, m$ — индексы расчетных участков на источнике орошения;

$j = 1, 2, \dots, p$ — индексы головных водозаборов на j -ом расчетном участке;

Q_i — восстановленный прогнозный расход воды, поступающий на i -й участок, $\text{м}^3/\text{с}$;

q_{ji} — плановый расход j -го головного водозабора i -го участка, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\Delta q'_{i\nu}$ - плановый расход приоритетных потребителей ν -го головного водозабора i -го участка, м³/с;

$\Delta q_{i\nu}$ - плановый расход на орошение ν -го головного водозабора i -го участка, м³/с;

a_i - коэффициент приоритетности водоподачи на орошение потребителей i -го участка;

$U_{\tau i}$ - приоритетный транзитный попуск с i -го участка, м³/с.

2.2. Порядок расчета

Расчет проводят последовательно по участкам, начиная с первого (верхнего), для которого определяют:

суммарный плановый расход приоритетных потребителей

$$q'_i = \sum_{\nu=1}^P \Delta q'_{i\nu} ; \quad (2.1)$$

суммарный плановый расход на орошение

$$q_i = \sum_{\nu=1}^P \Delta q_{i\nu} ; \quad (2.2)$$

относительную обеспеченность плановых расходов на орошение

$$\alpha_i = \frac{a_i - (q'_i + U_{\tau i})}{q_i} ; \quad (2.3)$$

предварительные расчетные суммарные расходы на орошение

$$V_i = \alpha_i q_i \quad \text{при} \quad \alpha_i < 1,0 , \quad (2.4)$$

$$\text{при} \quad \alpha_i > 1 \text{ принимается} \quad \alpha_i = 1,0 ; \quad (2.5)$$

общие транзитные расходы с участка

$$U_i = a_i - (q'_i + V_i) . \quad (2.6)$$

Для последующих участков определяют:
расчетный приток воды на участке

$$Q'_i = Q_i - Q_{i-1} + U_{i-1} \quad (2.7)$$

где Q_{i-1} — прогнозный приток к верхнему смежному участку;

U_{i-1} — транзитный попуск с верхнего смежного участка;

Остальные показатели определяют в соответствии с условиями (2.1...2.6), принимая Q_i за расчетный приток на участок Q'_i .

После предварительных расчетов оценивают относительную обеспеченность плановых расходов на орошение по всем участкам.

При этом возможны следующие случаи:

$$d_1, d_2, \dots, d_m \geq 1.0 \quad (2.8)$$

$$d_1 \leq d_2 \leq d_3 \leq \dots \leq d_m \quad (2.9)$$

$$d_1 > d_2 > d_3 > \dots > d_m \quad (2.10)$$

$$d_1 > d_2 \leq d_3 > d_4 \leq \dots > d_m \quad (2.11)$$

Случай (2.8) показывает, что имеющиеся запасы водных ресурсов в состоянии обеспечить плановый водозабор потребителей, который принимают за расчетные и транзитные попуски с участков в соответствии с условием (2.6).

Из (2.9) видно, что обеспеченность плановых расходов на орошение возрастает по течению воды, т.е. возможность перераспределения водных ресурсов по длине источника орошения исключается. В данном случае предварительные расчеты принимают за окончательные, а дальнейшими расчетами устанавливают:

расчетные расходы на орошение по каждому головному водозабору

$$\Delta U_{i,j} = d_i \Delta q_{i,j} \quad (2.12)$$

суммарные расчетные расходы по каждому головному водозабору

$$U_{i\nu} = \Delta U_{i\nu} + \Delta q'_{i\nu} ; \quad (2.13)$$

транзитные попуски с участков источника орошения в соответствии с условиями (2.6).

Случай (2.II) показывает, что обеспеченность плановых расходов на орошение снижает^{ся} по течению воды, т.е. имеется возможность их выравнивания за счет перераспределения расходов воды по длине источника орошения. В этом случае дальнейшими расчетами устанавливают:

условную обеспеченность плановых расходов на орошение в целом по источнику орошения

$$\alpha' = \frac{\sum_{i=1}^m U_i}{\sum_{i=1}^m q_i} ; \quad (2.14)$$

расчетные расходы на орошение по каждому головному водозабору

$$\Delta U'_{i\nu} = \alpha' \Delta q_{i\nu} , \quad (2.15)$$

а при заданных значениях коэффициентов приоритетности на орошение

$$\Delta U'_{i\nu} = \beta a_i \alpha' \Delta q_{i\nu} , \quad (2.16)$$

где

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^m q_i}{a_1 q_1 + a_2 q_2 + \dots + a_m q_m} ; \quad (2.17)$$

расчетные расходы по каждому головному водозабору

$$U'_{i\nu} = \Delta U'_{i\nu} + \Delta q'_{i\nu} ; \quad (2.18)$$

общие транзитные попуски с первого участка

$$U'_i = Q_i - \sum_{j=1}^P U'_{i,j} ; \quad (2.19)$$

расчетный приток воды на последующие участки

$$Q''_{i+1} = Q_{i+1} - Q_i + U'_i ; \quad (2.20)$$

общие транзитные попуски с последующих участков

$$U'_{i+1} = Q''_{i+1} - \sum_{j=1}^P U'_{i+1,j} . \quad (2.21)$$

Случай (2.II) показывает, что на источнике орошения возможно перераспределение водных ресурсов по отдельным смежным участкам, которые отвечают случаю (2.I0). Расчет необходимых показателей для каждого из них выполняется в соответствии с условиями (2.I4...2.2I), для остальных участков (2.4...2.7 и 2.I2...2.I3).

2.3. Пример расчета

Исходные данные:

линейная схема источника орошения с указанием расчетных участков и головных водозаборов приведена на рис.2.I;

численные значения восстановленных прогнозных расходов воды на участках, плановых расходов на орошение и приоритетных потребителей по головным водозаборам, коэффициенты приоритетности плановых расходов на орошение по участкам, приоритетные транзитные попуски с участков на очередную декаду представлены в табл.2.I.

Т а б л и ц а 2.I

Исходные данные к расчету головных водозаборов по незарегулированному источнику орошения, м³/с

Участок (i)	Водо- забор (j)	Q_i	$\Delta q'_{i,j}$	$\Delta q_{i,j}$	$q_{i,j}$	a_i	U_{it}
I	2	3	4	5	6	7	8
У-I	P-I	110	5	10	15	1,00	20
	P-2		15	90	105		

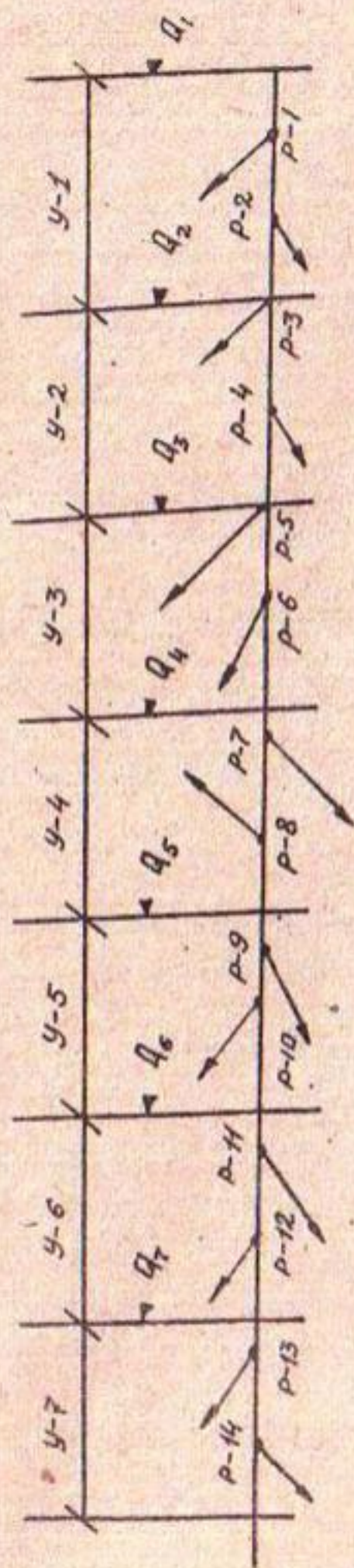


Рис. 2.1. Линейная схема незарегулированного источника орошения,

1	2	3	4	5	6	7	8
У-2	P-3	190	10	20	30	1,05	20
	P-4		10	80	90		
У-3	P-5		15	30	45	1,10	20
	P-6	300	5	70	75		
У-4	P-7	400	10	40	50	1,05	20
	P-8		10	60	70		
У-5	P-9	480	5	50	55	1,10	20
	P-10		15	50	65		
У-6	P-11	580	10	40	50	1,10	20
	P-12		10	60	70		
У-7	P-13	690	15	30	45	1,10	20
	P-14		5	70	35		

По представленным данным для каждого участка проводится расчет головных водозаборов на незарегулированном источнике орошения (табл.2.2):

по формуле (2.1) суммарные плановые расходы приоритетных потребителей (графа 4);

$$q'_1 = 15 + 5 = 20 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (2.2) – суммарные плановые расходы на орошение (графа 5);

$$q_1 = 10 + 90 = 100 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Дальнейшие расчеты проводят начиная с первого участка, для которого устанавливают (табл.2.2):

по формуле (2.3) – относительную обеспеченность плановых расходов на орошение (графа 6)

$$\alpha_1 = \frac{110 - (20+20)}{100} = 0,7;$$

по формуле (2.4) – предварительные суммарные расходы на орошение (колонка 7)

$$Q_1 = 0,7 \cdot 100 = 70 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (2.6) – общие транзитные расходы с участка

$$U_1 = 110 - (70+20) = 20 \text{ м}^3/\text{с};$$

Т а б л и ц а 2.2

Расчет головных водозаборов на незарегулированном источнике орошения,

м³/с.

Участок i	Водоза- бор γ	Q'_i	q'_i	q_i	d_i	U_i	$\Delta U'_{i,0}$	$U'_{i,0}$	U'_i	Q''_i
У-1	P-1	110	20	100	0,7	70	6,35	11,5	26,5	110,0
У-2	P-2	100	20	100	0,6	60	57,0	72,0	20,0	106,5
У-3	P-3	130	20	100	0,9	90	13,3	23,3	32,0	130,0
У-4	P-4	120	20	100	0,8	80	53,2	63,2	38,0	132,0
У-5	P-5	100	20	100	0,5	60	23,5	38,5	20,0	106,5
У-6	P-6	120	20	100	0,8	80	54,5	59,5	32,0	130,0
У-7	P-7	100	20	100	0,9	90	29,5	39,5	38,0	132,0
У-8	P-8	120	20	100	0,8	80	44,5	54,5	38,0	132,0
У-9	P-9	100	20	100	0,5	60	39,0	44,0	20,0	118,0
У-10	P-10	120	20	100	0,8	80	39,0	54,0	20,0	118,0
У-11	P-11	120	20	100	0,8	80	32,0	42,0	20,0	120,0
У-12	P-12	130	20	100	0,9	90	46,0	58,0	20,0	130,0
У-13	P-13	130	20	100	0,9	90	27,0	42,0	20,0	130,0
У-14	P-14						63,0	68,0		

по формуле (2.7) - расчетный приток воды на участок У-2 (колонка 3)

$$Q_2' = 190 - (110 + 20) = 110 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Дальнейшие расчеты по участкам 2...7 выполняются аналогичным образом.

После расчетов проводим сравнительную оценку относительной обеспеченности плановых расходов по участкам источника орошения, соответствующую условию (2.10)

$$0,7 > 0,6 < 0,9 > 0,8 > 0,6 < 0,8 < 0,9$$

По источнику орошения выделяем:

два верхних участка ($l = 1; 2$), отвечающие условию (2.21)

$$0,7 > 0,6 < 0,71;$$

два нижних участка ($l = 6; 7$), отвечающие условию (2.22)

$$0,8 < 0,9 > 0,71;$$

три промежуточных участка ($l = 3; 4; 5$), отвечающих условию (2.9)

$$0,9 > 0,8 > 0,6.$$

В соответствии с условием (2.10) дальнейшими расчетами для группы верхних участков 1 и 2 определяют:

по формуле (2.14) - условную обеспеченность водоподачи на орошение

$$\mathcal{L}_1' = \frac{70 + 60}{100 + 100} = 0,65;$$

по формуле (2.16) - расчетные расходы на орошение по каждому головному водозабору (графа 9), принимая в соответствии с условием (2.17)

$$\beta_1 = \frac{100 + 100}{1,0 \cdot 100 + 1,05 \cdot 100} = 0,985 ;$$

$$\Delta U_{11}' = 0,985 \cdot 1,0 \cdot 0,65 \cdot 10 = 6,5 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\Delta U_{21}' = 0,985 \cdot 1,05 \cdot 0,65 \cdot 20 = 13,3 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\Delta U_{22}' = 0,985 \cdot 1,05 \cdot 0,65 \cdot 80 = 53,2 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (2.18) - расчетные расходы по каждому головному водозабору (графа 10)

$$Q_{11}' = 6,5 + 5 = 11,5 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{12}' = 57 + 15 = 72 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{21}' = 13,3 + 10 = 23,3 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{22}' = 53,2 + 10 = 63,2 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (2.19) - общий транзитный попуск с первого участка (графа I1)

$$U_1' = 110 - (11,35 + 72) = 26,5 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (2.20) - расчетный приток воды на второй участок (графа I2)

$$Q_2'' = 190 - 110 + 26,5 = 106,5 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (2.21) - общий транзитный попуск со второго участка

$$U_2' = 106,5 - (23,3 + 63,2) = 20 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчеты по группе участков 3, 4 и 5 выполнены аналогичным образом.

В соответствии с условием (2.9) результаты предварительных расчетов по участкам 6 и 7 принимаются за окончательные.

3. ОПЕРАТИВНОЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НА ИСТОЧНИКЕ ОРОШЕНИЯ С ВОДОХРАНИЛИЩЕМ СЕЗОННОГО РЕГУЛИ- РОВАНИЯ

3.1. Исходные данные и их условные обозначения

Водохозяйственные органы, осуществляющие водораспределение на источнике орошения с водохранилищем, должны иметь следующую исходную информацию:

перечень головных водозаборных узлов, по которым осуществляется водораспределение;

полезный объем наполнения водохранилища;

фактический объем наполнения водохранилища на начало расчетного периода;

прогнозные потери воды из водохранилища в расчетный период;

пределный транзитный попуск из водохранилища;

приоритетный транзитный попуск из водохранилища в расчетный период.

Административно-территориальные оросительные системы, осуществляющие использование водных ресурсов источника орошения, представляют следующие исходные данные:

плановые значения расходов головных водозаборов (общие, на орошение, приоритетные), из водохранилища на расчетный и оставшийся поливной период;

коэффициенты приоритетности водозаборов на орошение (при дефиците оросительной воды в поливной период);

Региональные органы Госкомгидромета представляют данные о прогнозных объемах воды, поступающей в водохранилище на расчетный и оставшийся поливной периоды.

Ниже приводятся условные обозначения исходных данных:

$\nu = 1, 2, \dots, p$ — индексы головных водозаборов;

$t = 1, 2, \dots, n$ — индексы декад месяцев расчетного периода;

$t = 1, 2, \dots, k$ — индексы декад месяцев расчетного периода наполнения водохранилища;

$t = k+1, k+2, \dots, n$ — индексы декад месяцев расчетного периода сработки водохранилища;

- Q_t - прогнозный приток воды в водохранилище в t -ую декаду, м^3 ;
 $q_{\nu t}$ - плановый расход ν -го головного водозабора в t -ую декаду, м^3 ;
 $\Delta q'_{\nu t}$ - плановый расход приоритетных потребителей ν -го головного водозабора в t -ую декаду, м^3 ;
 $\Delta q_{\nu t}$ - плановый расход на орошение ν -го головного водозабора в t -ую декаду, м^3 ;
 $U_{\tau t}$ - приоритетный транзитный попуск из водохранилища в t -ую декаду, м^3 ;
 U_e - предельный транзитный попуск из водохранилища, м^3 ;
 b_t - коэффициенты приоритетности водоподачи на орошение в t -ую декаду, б/р ;
 ΔW_t - прогнозные потери воды из водохранилища в t -ую декаду, м^3 ;
 W_0 - фактический объем наполнения водохранилища на начало расчетного периода, м^3 ;
 W_{θ} - полезный объем наполнения водохранилища, м^3 .

3.2. Порядок расчета

Имея исходные данные для каждой декады расчетного периода, определяют:

суммарные плановые расходы воды приоритетных потребителей

$$q'_t = \sum_{\nu=1}^P \Delta q'_{\nu t} ; \quad (3.1)$$

суммарные плановые расходы на орошение

$$q_t = \sum_{\nu=1}^P \Delta q_{\nu t} ; \quad (3.2)$$

общие плановые расходы потребления

$$\sum q_t = q'_t + q_t + U_{\tau t} + \Delta W_t ; \quad (3.3)$$

избыток (+) или недостаток (-) прогнозных притоков воды относительно общих плановых расходов потребления

$$\Delta Q_t = Q_t - \sum q_t ; \quad (3.4)$$

режим работы водохранилища при полном удовлетворении общих плановых расходов потребления

$$W_t = W_0 + \sum_{i=1}^n \Delta Q_i ; \quad (3.5)$$

при ограничении, что объем наполнения водохранилища не должен быть больше полезного объема, т.е.

$$W_t \leq W_e ; \quad (3.6)$$

В случае, если в ряде декад $t = f, f+1, \dots, k$ имеем

$$W_t \geq W_e ; \quad (3.7)$$

то принимаем для них

$$W_t = W_e ; \quad (3.8)$$

Дальнейшими расчетами для декады $t = f$ определяем общие прогнозные запасы воды

$$W_f' = W_0 + \sum_{i=1}^f \Delta Q_i ; \quad (3.9)$$

дополнительный транзитный попуск из водохранилища

$$\Delta U_f = W_f' - W_e ; \quad (3.10)$$

суммарный транзитный попуск из водохранилища

$$U_f = U_{zf} + \Delta U_f . \quad (3.11)$$

Если последний превышает предельный транзитный попуск из водохранилища, т.е.

$$U_f > U_e , \quad (3.12)$$

то его величину определяют из условия

$$U_f = U_e . \quad (3.13)$$

При этом излишки воды направляемые в аварийный сброс, определяют по выражению

$$U_{of} = U_f - U_e , \quad (3.14)$$

где U_f находят по условию (3.11).

Дальнейшими расчетами для декад $t = f+1, f+2, \dots, k$, при $\Delta Q_t \geq 0$ определяют;

дополнительный транзитный попуск из водохранилища

$$\Delta U_t = \Delta Q_t ; \quad (3.15)$$

остальные показатели в соответствии с условиями (3.II), (3.I2), (3.I3) и (3.I4).

Для последующих декад $K+1, K+2, \dots, n$, при $\Delta Q_t < 0$ определяют

режим работы водохранилища

$$W_t = W_e + \sum_{t=K+1}^n \Delta Q_t \quad (3.I6)$$

Завершив расчеты, устанавливают обеспеченность водоподачи на орошение из условия

$$W_n > 0 ; \quad (3.I7)$$

$$W_n < 0 , \quad (3.I8)$$

где W_n — запасы воды в водохранилище на конец расчетного периода ($t = n$).

Из условия (3.I7) видно, что прогнозные запасы водных ресурсов в состоянии обеспечить общие плановые расходы потребления, исходя из чего принимаются:

расходы головных водозаборов

$$Q_{vt} = q_{vt} ; \quad (3.I9)$$

режим работы водохранилища в соответствии с условиями (3.5), (3.8), (3.I6);

суммарные и аварийные попуски из водохранилища в соответствии с условиями (3.II), (3.I3), (3.I4), (3.I5).

Из условия (3.I8) видно, что прогнозные запасы водных ресурсов не в состоянии обеспечить общие плановые расходы потребления, что обуславливает необходимость снижения обеспеченности водоподачи на орошение. Условие зарегулированности стока позволяет распределить прогнозный дефицит водных ресурсов дифференцированных на весь расчетный период исходя из заданных коэффициентов приоритетности водоподачи на орошение во времени. При этом допускаются следующие случаи:

$$W_K < W_e ; \quad (3.20)$$

$$V_f' \geq W_e \quad (3.21)$$

Условие (3.20) показывает, что прогнозные запасы воды в водохранилище к концу периода наполнения меньше его полезной емкости. Это дает возможность распределить общий дефицит водных ресурсов на весь расчетный период (включая и период наполнения водохранилища), используя для этой цели оставшуюся емкость водохранилища. В этом случае дальнейшими расчетами определяют:

условную обеспеченность водоподачи на орошение в целом на расчетный период

$$\beta = \frac{\sum_{t=1}^n q_t + W_n}{\sum_{t=1}^n b_t \cdot q_t} ; \quad (3.22)$$

расчетную обеспеченность водоподачи на орошение по времени

$$\alpha_t = \beta b_t ; \quad (3.23)$$

откорректированный режим работы водохранилища

$$W'_t = W_t + \sum_{t=1}^n (1 - \alpha_t) q_t . \quad (3.24)$$

Снижение против планового расходов на орошение приводит к увеличению запасов воды в водохранилище, общая величина которых не должна превышать полезную емкость водохранилища, т.е. необходимо соблюдать ограничение

$$W'_t \leq W_e . \quad (3.25)$$

Если условие (3.25) соблюдается, то дальнейшими расчетами устанавливают:

расчетные расходы на орошение по каждому головному водозабору

$$\Delta U_{vt} = \alpha_t \cdot \Delta q_{vt} ; \quad (3.26)$$

суммарные расчетные расходы головных водозаборов

$$U_{vt} = \Delta q'_{vt} + \Delta U_{vt} ; \quad (3.27)$$

транзитные попуски из водохранилища

$$U_t = U_{vt} . \quad (3.28)$$

Если условие (3.25) не выполняется, то величину обеспеченности водоподачи на орошение устанавливают отдельно для периода наполнения и периода сработки водохранилищ. Для периода наполнения общая величина дефицита водных ресурсов принимается равной свободной емкости водохранилища, т.е. условная обеспеченность водоподачи на орошение имеет вид

$$\beta_k = \frac{\sum_{t=1}^k q_t - (W_e - W_k)}{\sum_{t=1}^k b_t q_t} \quad (3.29)$$

Удовная обеспеченность водоподачи на орошение периода сработки устанавливается с учетом их частичного покрытия в период наполнения на величину свободной емкости водохранилища:

$$\beta_n = \frac{-\sum_{t=k+1}^n q_t + [W_n + (W_e - W_k)]}{\sum_{t=k+1}^n b_t q_t} \quad (3.30)$$

Расчетную обеспеченность прочих потребителей для соответствующих периодов определяют:

$$\alpha_t = \beta_k b_t \quad (t = 1, 2, \dots, k); \quad (3.31)$$

$$\alpha_t = \beta_n b_t \quad (t = k+1, k+2, \dots, n). \quad (3.32)$$

Дальнейшими расчетами определяют показатели в соответствии с условиями (3.24), (3.26) и (3.28).

Условие (3.21) показывает, что прогнозные запасы водных ресурсов в период наполнения водохранилища превышают его полезную емкость. В этом случае нет необходимости в период наполнения ограничивать плановую водоподачу потребителям, а имеющийся дефицит водных ресурсов распределить между потребителями на весь период сработки водохранилища.

Следовательно, для периода наполнения водохранилища ($t = 1, 2, \dots, k$) показатели, определенные зависимостями (3.5), (3.8), (3.11), (3.13), (3.14), (3.15) и (3.19), можно принять за окончательные.

Для периода сработки водохранилища ($t = k+1, k+2, \dots, n$) дальнейшими расчетами определяют:

условную обеспеченность прочих потребителей в целом на расчетный период

$$\beta_n = \frac{\sum_{t=K+1}^n q_t + W_n}{\sum_{t=K+1}^n b_t q_t}; \quad (3.33)$$

остальные показатели в соответствии с условиями (3.23), (3.24), (3.26), (3.27) и (3.28).

Корректность решений, изложенных для условия (3.18), устанавливается показателем

$$W_n' \sim 0. \quad (3.34)$$

3.3. Пример расчета

Исходные данные:

фактический объем наполнения водохранилища на начало расчетного периода - 470 млн.м³;

полезный объем водохранилища - 700 млн.м³;

предельный транзитный попуск из водохранилища - 100 млн. м³ в декаду;

декадные значения прогнозных притоков воды, плановых расходов приоритетных и на орошение, транзитных попусков, потерь воды в водохранилище и коэффициентов приоритетности по времени представлены в табл.3.1 (графы I-II2).

Результаты расчета сводим в табл.3.2, где подекадно определяют:

по формуле (3.1) суммарные плановые расходы приоритетных потребителей (графа 3);

по формуле (3.2) - суммарные плановые расходы на орошение (графа 4);

по формуле (3.3) - общие плановые расходы потребления (графа 5);

по формуле (3.4) - избыток (+) или недостаток (-) прогнозных притоков воды относительно последних (графа 6);

по формуле (3.5) - режим работы водохранилища при полном удовлетворении плановых расходов потребления (графа 7).

Результаты последних расчетов показали, что на конец

расчетного периода ожидается дефицит водных ресурсов, т.е. здесь имеет место условие (3.18). Далее, к концу периода наполнения (первая декада июня) запасы воды в водохранилище ($W_k = 665 \text{ млн. м}^3$) меньше его полезной емкости, т.е. здесь имеет место условие (3.20).

Исходя из этого, дальнейшими расчетами определяют:

по формуле (3.22) – условную обеспеченность водоподачи на орошение в целом за расчетный период

$$\beta = \frac{(825+620) - 155}{1 \cdot 80 + 1,1 \cdot 255 + 1,15 \cdot 300 + 1,2 \cdot 320 + 1,1 \cdot 240 + 1,150} = 0,805,$$

по формуле (3.23) – расчетные обеспеченности водоподачи на орошение по времени (графа 8);

по формуле (3.24) – откорректированный режим работы водохранилища (графа 9).

Результаты последних расчетов показали, что в первую и вторую декады июня расчетные запасы воды в водохранилище превысили его полезную емкость, т.е. соблюдалось условие (3.25). Исходя из этого, дальнейшими расчетами определяют (табл.3.1):

условную обеспеченность водоподачи на орошение в период наполнения водохранилища по формуле (3.29)

$$\beta_k = \frac{530 - (700-665)}{1 \cdot 180 + 1,1 \cdot 255 + 1,15 \cdot 95} = 0,87 ;$$

то же, в период сработки водохранилища по формуле (3.30)

$$\beta_n = \frac{915 + / 155 + (700-665) /}{1,15 \cdot 205 + 1,2 \cdot 230 + 1,1 \cdot 240 + 1 \cdot 150} = 0,76 ;$$

по формуле (3.31) и (3.32) – расчетную обеспеченность водоподачи на орошение (графа 21);

по формуле (3.24) – режим работы водохранилища (графа 13);

по формуле (3.26) – расчетные расходы водоподачи на орошение по каждому головному водозабору (графы 16 и 19);

по формуле (3.27) – расчетные расходы головных водозаборов (графы 14 и 17);

из условия (3.28) устанавливают транзитные попуски из водохранилища (графа 20).

Расходы приоритетных потребителей переносятся из исходных в расчетные данные (графы 15 и 18).

Т а б л и ц а 3.1

Исходные данные и результаты расчетов головных водозаборов на источнике орошения с водохранилищем ($W_0 = 400$; $W_e = 200$; $U_0 = 100$), млн.м³

Месяц	Де-ка-да	Исходные данные										Расчетные данные					
		Q_t	q_{it}	ΔQ_{it}	Q_{it}	ΔQ_{it}	Q_{it}	ΔQ_{it}	U_{it}	ΔU_{it}	W_t	U_{it}	ΔQ_{it}	U_{it}	ΔU_{it}	U_t	α_t
Август	I	150	35	5	30	25	5	20	30	5	531	31,0	5	26,0	23,5	5	18,5
	II	120	35	5	30	35	5	30	30	5	554	31,0	5	26,0	31,0	5	26,0
	III	130	45	5	40	35	5	30	30	5	580	40,0	5	35,0	31,0	5	26,0
Май	I	140	50	10	40	45	5	40	30	10	589	48,5	10	38,5	43,5	5	38,5
	II	170	55	10	45	45	5	40	30	10	622	53,0	10	43,0	43,5	5	38,5
	III	190	60	10	50	45	5	40	30	10	671	57,0	10	47,0	43,5	5	38,5
Июнь	I	150	55	10	45	45	5	40	30	10	701	55,0	10	55,0	45,0	5	40,0
	II	140	70	10	60	45	5	40	30	10	700	61,5	10	51,3	39,5	5	34,5
	III	80	75	10	65	45	5	40	30	10	635	66,0	10	56,0	38,5	5	34,5
Июль	I	60	75	10	65	50	5	45	30	5	545	69,0	10	59,0	46,0	5	41,0
	II	50	75	10	65	50	5	45	30	5	435	69,0	10	59,0	46,0	5	41,0
	III	45	70	10	60	45	5	40	30	5	349	64,5	10	54,5	41,5	5	36,5
Август	I	45	60	10	50	45	5	40	30	5	264	52,0	10	42,0	38,5	5	33,5
	II	45	55	10	45	40	5	35	30	5	192	47,5	10	37,5	34,0	5	29,0
	III	45	50	10	40	35	5	30	30	5	129	43,5	10	33,5	30,0	5	25,0
Сентябрь	I	40	40	5	35	30	5	25	30	5	78	31,5	5	26,5	24,0	5	19,0
	II	40	35	5	30	25	5	20	30	5	35	28,0	5	23,0	20,0	5	15,0
	III	40	25	5	20	25	5	20	30	5	20	20,0	5	15,0	20,0	5	15,0

825 620

26

Т а б л и ц а 3.2

Ведомость расчета головных водозаборов
на источнике орошения водохранилища

($W_0 = 470$; $W_e = 700$; $U_e = 100$), млн.м³

Месяц	Декада	q'_t	q_t	Σq_t	Δq_t	W_t	α_t	W'_t
Апрель	I	10	50	95	55	525	0,805	535,0
	II	10	60	105	15	540	0,805	561,5
	III	10	70	115	15	555	0,805	590,0
Май	I	15	80	135	5	560	0,835	604,0
	II	15	85	140	30	590	0,885	643,5
	III	15	90	145	45	635	0,885	699,0
Июнь	I	15	95	150	30	665	0,925	737,0
	II	15	100	155	-15	650	0,925	737,5
	III	15	105	160	-80	570	0,925	657,5
Июль	I	15	110	160	-100	470	0,965	561,0
	II	15	110	160	-110	360	0,965	454,5
	III	15	100	150	-105	255	0,965	347,0
Август	I	15	90	140	-95	160	0,885	267,0
	II	15	80	130	-85	750	0,885	191,0
	III	15	70	120	-75		0,885	124,0
Сентябрь	I	10	60	105	-65	-650	0,805	70,5
	II	10	50	95	-55	-120	0,805	25,5
	III	10	40	85	-45	-155	0,805	- 1,50

4. ОПЕРАТИВНОЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ МЕЖХОЗЯЙСТ- ВЕННОГО КАНАЛА

4.1. Исходные данные и их условные обозначения

Водохозяйственные органы, осуществляющие распределение водных ресурсов на оросительной системе межхозяйственного канала, должны иметь следующие исходные данные на расчетный период водораспределения:

плановые или лимитные значения расхода водозабора в голове межхозяйственного канала (Q_n , м³/с);

плановую водоподачу (общую, на орошение и приоритетную по отводам водопользователей^{х)}) (q_{nj} , Δq_{oj} , Δq_{pj} , м³/с);

плановую водоподачу (общую, на орошение и приоритетную по отводам межхозяйственных каналов различных порядков) (q_{nv} , Δq_{ov} , Δq_{pv} , м³/с);

суммарную водоподачу (общую, на орошение и приоритетную) по отводам оросительной системы межхозяйственного канала (q_n , Δq_o , Δq_p , м³/с);

КПД межхозяйственных каналов всех порядков и оросительной системы в целом (η_v , η_o , %);

линейную схему оросительной системы межхозяйственного канала;

установленную (расчетную, q'_{nj}) и фактическую водоподачу (q_{pj}) по отводам водопользователей за прошедшую декаду или пятидневку (период оперативного водораспределения);

плановая водоподача (Δq_{oi} , м³/с) из внутрихозяйственных источников орошения;

коэффициенты приоритетности водоподачи на орошение для водопользователей при дефиците оросительной воды (α_i);

максимально-возможная водоподача из смежной подпитывающей оросительной системы (Q_m , м³/с).

Дополнительно принимаем следующие обозначения:

^{х)} В качестве водопользователей выступают: на районном межхозяйственном канале — хозяйства, междоустьевые — районы, междоустьевые — области, междоустьевые — республики.

- $\nu = 1, 2, \dots, K$ - индексы междохозяйственных каналов различных порядков;
 $j = 1, 2, \dots, n$ - индексы отводов водопользователей из междохозяйственных каналов;
 $l = 1, 2, \dots, m$ - индексы водопользователей оросительной системы междохозяйственного канала.

4.2. Порядок расчета

Расчет проводят в следующем порядке:

определяют общую водоподачу из междохозяйственной оросительной системы

$$Q_n = Q_A \cdot \eta_A ; \quad (4.1)$$

устанавливают обеспеченность плановой водоподачи на орошение относительно выделенного лимита

$$\alpha_n = \frac{Q_n - \sum_{i=1}^n \Delta q_{pi}}{\sum_{j=1}^n \Delta q_{oj}} . \quad (4.2)$$

Порядок дальнейших расчетов зависит от следующих условий:

$$\alpha_n \geq 1,0, \quad (4.3)$$

$$\alpha_n < 1,0. \quad (4.4)$$

Условие (4.3) показывает, что выделенный лимит водоподачи в состоянии удовлетворить плановую водоподачу, исходя из чего дальнейшими расчетами определяют:

общую водоподачу по отводам водопользователей

$$q_{A_j} = q_{nj} ; \quad (4.5)$$

общую водоподачу из междохозяйственных каналов различного порядка

$$q_{A\nu} = q_{n\nu} ; \quad (4.6)$$

общую водоподачу из оросительной системы

$$q_A = q_n ; \quad (4.7)$$

головные водозаборы в междохозяйственные каналы последних порядков

$$Q_A = \frac{q_A}{\eta_A} ; \quad (4.8)$$

головные водозаборы в междоузельные каналы более высоких порядков

$$Q_{\lambda\nu} = \frac{q_{\lambda\nu} + Q_{\lambda 1} + Q_{\lambda 2} + \dots + Q_{\lambda\nu-1}}{2}, \quad (4.9)$$

где $q_{\lambda\nu}$ и q_{ν} — водоподача непосредственно из рассматриваемого междоузельного канала более высокого порядка;

$Q_{\lambda 1}, Q_{\lambda 2}$ — головные водозаборы в междоузельные каналы последующего порядка, подвешенные к рассматриваемому междоузельному каналу;

общую водоподачу каждому водопользователю из оросительной системы междоузельного канала

$$Q_{\lambda i} = \sum_{j=1}^m q_{\lambda\nu j} \quad (4.10)$$

Условие (4.4) показывает, что выделенный лимит водозабора в оросительную систему не обеспечивает плановую водоподачу водопользователям. В этом случае водораспределение рекомендуется осуществлять, руководствуясь следующими положениями:

а) сокращение водоподачи на орошение пропорционально водообеспеченности оросительной системы;

б) то же, с учетом фактической водоподачи за прошедший период;

в) то же, с учетом наличия внутрихозяйственных источников орошения у отдельных водопользователей;

г) то же, с учетом подпитывания из более водообеспеченной смежной оросительной системы;

д) введение коэффициентов приоритетности по отдельным категориям водопользователей.

Для случая "а" дальнейшими расчетами определяют:

общую водоподачу по отводам водопользователей

$$q_{\lambda j} = \alpha_n \Delta q_{oj} + \sum_{r=1}^m q_{pj} \quad (4.11)$$

общую водоподачу из междоузельных каналов различных порядков

$$q_{\lambda\nu} = \alpha_n \cdot \Delta q_{o\nu} + \Delta q_{p\nu} \quad (4.12)$$

общую водоподачу из оросительной системы

$$q_n = \sum_{j=1}^n q_{nj} \quad ; \quad (4.13)$$

остальные показатели в соответствии с условиями (4.8, 4.9 и 4.10).

Случай "б" применяется, когда за прошедший период отдельные водопользователи существенно превысили фактическую водоподачу над установленной. Для таких хозяйств (присвоим им индексы $j = 1, 2, \dots, \gamma$) определяют:

переборы фактической водоподачи над установленной по отводам и в целом по оросительной системе

$$\Delta q_j = q'_{\phi j} - q'_{nj} \quad (4.14)$$

$$\Delta q' = \sum_{j=1}^{\gamma} \Delta q'_j \quad (4.15)$$

откорректированную плановую водоподачу на орошение

$$\Delta q'_{oj} = \Delta q_{oj} - \Delta q'_j \quad (4.16)$$

Затем определяют обеспеченность плановой водоподачи на орошение в целом по оросительной системе

$$\alpha'_n = \frac{q_n - \Delta q'}{q_n} \quad (4.17)$$

Дальнейшие расчеты выполняют в соответствии с условиями (4.11, 4.12, 4.13, 4.8, 4.9 и 4.10), принимая $\alpha_n = \alpha'_n$

" откорректированные плановые водоподачи на орошение ($\Delta q'_{oj} = \Delta q_{oj}$).

Случай "в" применяется, когда отдельные водопользователи имеют в общем водопотреблении существенную долю водных ресурсов внутрихозяйственных источников орошения, в результате чего ^{следует} сократить им водоподачу из оросительной системы при сохранении общей водообеспеченности всех водопользователей.

В этом случае расчетами определяют:

общую обеспеченность плановой водоподачи на орошение

по оросительной системе

$$\alpha = \frac{Q_n - q_p + \sum_{i=1}^m \Delta q_{bi}}{q_0 + \sum_{i=1}^m \Delta q_{bi}}; \quad (4.18)$$

обеспеченность водоподачи на орошение по отводам водопользователей

$$\alpha_{nj} = \alpha - \alpha_i (1 - \alpha), \quad (4.19)$$

где α_i — удельный вес плановой водоподачи из внутрихозяйственных источников орошения, определяемый по формуле

$$\alpha_i = \frac{\Delta q_{bi}}{\Delta q_{oi}}, \quad (4.19a)$$

где Δq_{bi} и Δq_{oi} — плановая водоподача водопользователя из внутрихозяйственных источников орошения и из оросительной системы.

Дальнейшие расчеты проводят в соответствии с условиями (4.11, 4.12, 4.13, 4.8, 4.9 и 4.10), принимая

$$\alpha_n = \alpha_{nj}.$$

Если имеется возможность подпитывания расчетной оросительной системы из более водособеспеченной смежной (случай 2), то расход водоподачи из нее определяют по выражению

$$Q_c = \frac{(|\alpha_n| - \alpha_n) \cdot q_0 \cdot |q_0|}{q_0 + |q_0|} \quad (4.20)$$

В ряде случаев дополнительный расход водоподачи из смежной оросительной системы ограничен определенным пределом (Q_m), поэтому следует принимать при

$$Q_c > Q_m; \quad Q_c = Q_m. \quad (4.21)$$

С учетом дополнительного расхода обеспеченность водоподачи на орошение расчетной оросительной системы устанавливают

$$\alpha'_n = \alpha_n + \frac{Q_c}{q_0}, \quad (4.22)$$

где Q_0 и α_n - водоподача на орошение и ее обеспеченность смежной оросительной системы;
 α_n - расчетная обеспеченность плановой водоподачи на орошение (приемлема для всех рассмотренных выше случаев).

Дальнейшие расчеты проводят в соответствии с условиями (4.II, 4.I2, 4.I3, 4.8, 4.9 и 4.I0), принимая $\alpha_n = \alpha'_n$.

Если принято решение о введении коэффициентов приоритетности для водопользователей, то их обеспеченность водоподачи на орошение устанавливается

$$\alpha_n = \beta a_i \alpha_n, \quad (4.23)$$

где

$$\beta = \frac{Q_0}{a_1 Q_{01} + a_2 Q_{02} + \dots + a_m Q_{0m}}. \quad (4.24)$$

Дальнейшие расчеты на всех перечисленных выше случаях осуществляют в соответствии с условиями (4.II, 4.I2, 4.I3, 4.8, 4.9 и 4.I0).

4.3. Пример расчета

Линейная схема оросительной системы межхозяйственного канала представлена на рис.4.I, исходные данные - (в табл. 4.I. Установленный лимит головного водозабора - 100 м³/с, максимальный расход подпитывания из смежной оросительной системы) У-2 - 5 м³/с.

Расчет сводится в табл.4.2, где определяют:

по формуле (4.I) - общий расход водоподачи из системы У-I

$$Q_n = 100 \cdot 0,9 = 90 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (4.2) - обеспеченность плановой водоподачи на орошение

$$\alpha_n = \frac{90 - 10}{100} = 0,755.$$

В соответствии с условием (4.4) дальнейшими расчетами определяем:

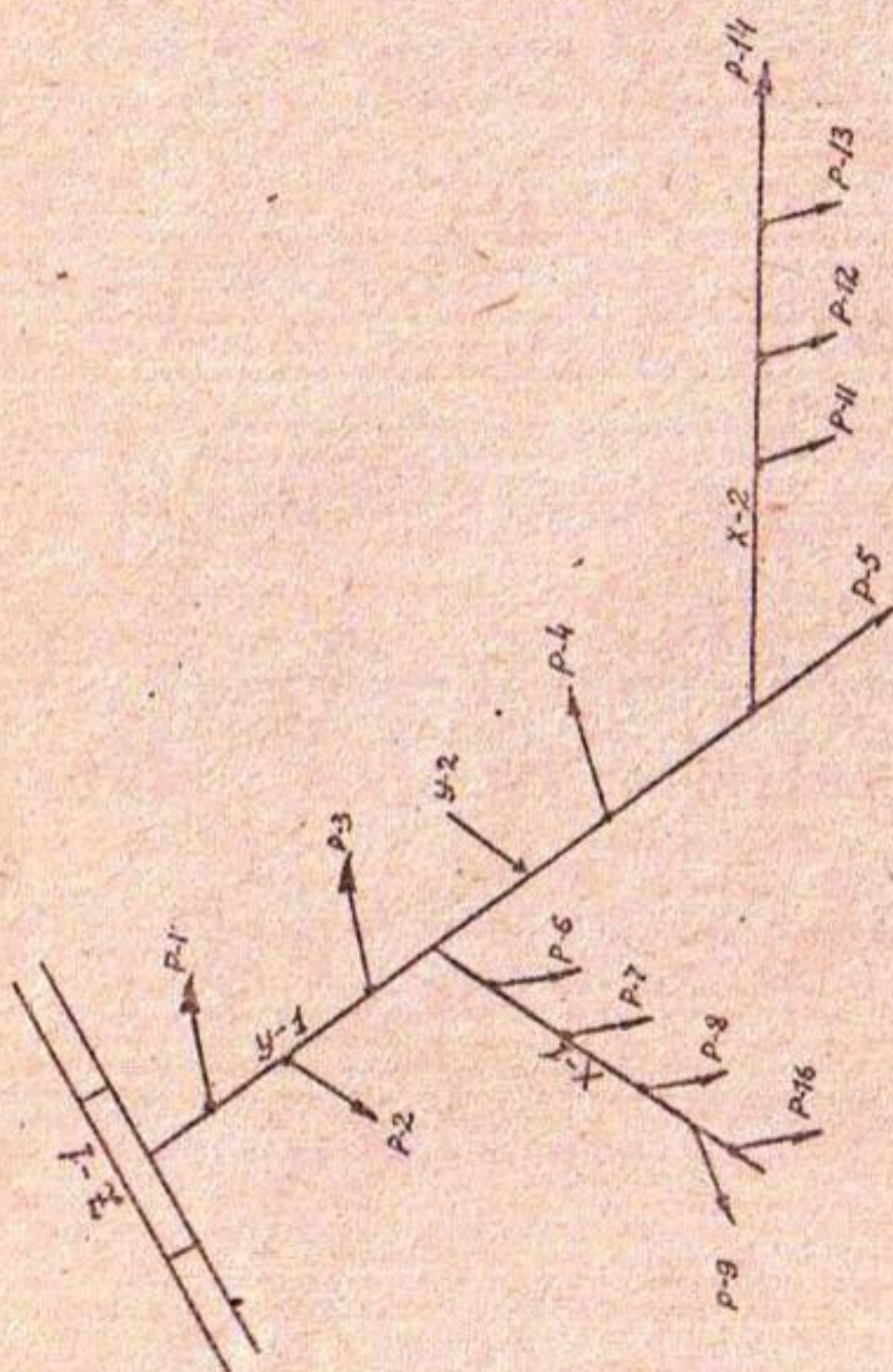


Рис. 4.1. Линейная схема типовой межхозяйственной оросительной системы.

по формуле (4.11) общую водоподачу по отводам водопользователей (графа 7);

по формуле (4.12) - общую водоподачу из межхозяйственных каналов X-1; X-2, (графа 7);

по формуле (4.13) - общую водоподачу из оросительной системы У-1 (графа 7);

по формуле (4.8) - головные водозаборы по каналам X-1 и X-2 (графа 7);

по формуле (4.9) - головной водозабор в оросительную систему У-1 (графа 7).

Для случая "б" расчетами определяют:

по формулам (4.14) и (4.15) - переборы фактической водоподачи над установленными за прошедшую декаду (графа 8);

по формуле (4.16) - откорректированную плановую водоподачу на орошение (графа 9);

по формуле (4.17) - обеспеченность плановой водоподачи на орошение в целом по оросительной системе

$$\alpha_n' = 0,755 + \frac{5 + I}{106} = 0,812$$

Дальнейшие расчеты выполнены аналогично предыдущим (графа 10).

Для случая "в" расчетами определяем:

по формуле (4.18) общую обеспеченность плановой водоподачи на орошение по оросительной системе

$$\alpha = \frac{90 - 10 + 12}{106 + 12} = 0,78;$$

по формуле (4.19) - удельный вес плановой водоподачи из внутрихозяйственных источников орошения

$$\alpha_1 = 0,0;$$

$$\alpha_2 = 0,071;$$

$$\alpha_3 = 0,2;$$

$$\alpha_4 = 0,194;$$

по формуле (4.19) - обеспеченность плановой водоподачи на орошение по отводам водопользователей (графа 11).

Дальнейшие расчеты выполняются аналогично, (графа 12).

Для случая "г" по смежной оросительной системе У-2 плановая водоподача на орошение составляет 170 м³/с, обеспеченность - 0,85.

По формуле (4.18) определяем расход водоподачи из системы:

$$Q_c = \frac{(0,85 - 0,755) \cdot 106 \cdot 170}{106 + 170} = 6,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

В соответствии с условием (4.21) принимаем

$$Q_c = 5,0 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Обеспеченность плановой водоподачи на орошение в соответствии с формулой (4.22) определяем по формуле

$$\alpha'_n = 0,755 + \frac{5,0}{106} = 0,802.$$

Дальнейшие расчеты выполняются аналогично (графа 13).

Исходные данные водоподачи и водозабора по оросительной системе на декаду (пятиневку) месяца 19....г.

Источ- ник орошения	Канал		КПД	Отвод	Водополь- зователи	Кэффи- циент	Водоподача и водозабор, м ³ /с		на текущую декаду	в т.ч. в т.ч. приори- на оро- тет. шение	в/х источни- ка
	I поряд- ка	II по- рядка									
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											
2,2											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Водоподача		У-1						116	10	106	120
	В том числе											
	из Н-1								29	3	27	2,0
	Н-2								31	3	28	2,0
	Н-3								23	3	20	60
	Н-4								33	3	31	
	Водозабор		У-1						129	-	-	-
	В том числе											
	из								129	-	-	-
			-1									
			-2						0			

Продолжение табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Итого		Х-2	в/п	Р-13	Н-4	10,57	-3,0	14,0	11,37	0,712	9,97	11,20
		в/з		Р-14	Н-4	12,33	-2,0	15,0	13,18	0,712	11,68	13,00
				-	-	35,71	-	-	38,10	-	33,88	37,60
				-	-	37,60	-	-	40,10	-	35,66	39,58
Итого водопользующихся из	У-1					90,20	-	-	91,21	-	88,05	94,80
в том числе												
	Н-1					22,39	5,0	-	19,87	-	23,06	23,60
	Н-2					24,16	1,0	-	25,74	-	23,72	25,40
	Н-3					18,10	0,0	-	18,43	-	17,20	19,00
	Н-4					25,41	-6,0	-	27,17	-	24,07	26,80
Итого водозабор на	У-1					100,2	-	-	101,00	-	94,68	105,00
в том числе из	-1											
	У-2											

5. ОПЕРАТИВНОЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ (ОБЛАСТНОЙ, МЕЖРАЙОННОЙ, РАЙОННОЙ) ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Оперативное водораспределение на территориальной оросительной системе заключается в систематизации по определенным формам и показателям результаты оперативного водораспределения по типовым структурным элементам оросительной сети, которые предварительно выполнены в соответствии с п.2, 3, 4 и приложения 3 настоящей "Инструкции..."

Исходными данными для оперативной корректировки водораспределения по территориальной оросительной системе являются:

перечень источников орошения^{х)};

перечень источников орошения, водораспределение на которых осуществляется данной территориальной оросительной системой;

исходные и расчетные данные по упомянутым источникам орошения в соответствии с п.2, 3 и приложения 3 настоящей "Инструкции..."

перечень оросительных систем межхозяйственных каналов, входящих в территориальную оросительную систему;

исходные и расчетные данные по отмеченным оросительным системам межхозяйственных каналов в соответствии с п.4 настоящей "Инструкции..."

Показателями оперативного водораспределения на территориальной оросительной системе определены:

показатели водоподачи и водозабора по отдельным оросительным системам межхозяйственных каналов в соответствии с п.4 настоящей "Инструкции..." (форма 4.2);

водоподача каждому водопользователю (в том числе на орошение и приоритетная) из каждого источника орошения;

водоподача каждому водопользователю (в том числе на орошение и приоритетная) по территориальной оросительной системе;

^{х)} В качестве источников орошения здесь также могут быть республиканские, межобластные или межрайонные каналы.

общая водоподача (в том числе на орошение и приоритетная) в территориальную оросительную систему по каждому источнику орошения;

общая водоподача (в том числе на орошение и промтех-
нужды) по территориальной оросительной системе;

общий водозабор (расход) территориальной оросительной системы из каждого источника орошения;

общий водозабор (расход) территориальной оросительной системы.

Вышеперечисленные показатели определяют, суммируя соответствующие исходные данные.

Форма представления показателей и пример определения приведены в табл.5.1.

Результаты расчета оперативной корректировки
на (наименование) оросительной системе на ...
(декада, месяц, год)

Источники орошения	Каналы межхозяйственной системы			Отвод водополь- зователей	Водополь- зователи	Расчетные			
	I по- рядка	II по- рядка	III по- рядка	IV по- рядка		водозабор, м ³ /с	общая	ороше- ние	приори- тетная
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M-I	У-2	-	-	-	P-I P-2 P-3	B-I B-2 B-3	1,6 2,2 2,2	0,0 2,2 2,2	1,6 0,0 0,0
		Итого по У-I водоподача в том числе				B-I B-2 B-3	6,0 1,6 2,2	4,4 - 2,2	1,6 1,6 0,0
	У-2	-	-	-	P-4 P-5 P-6	B-I B-2 B-3	7,0 4,0 4,0	- 4,0 4,0	- 0,0 0,0
		Итого по У-I водозабор				B-I B-2 B-3	12,0 13,0	12,0 -	0,0 -
		Итого по X-I водоподача водозабор				B-2 B-3	4,0 5,0	4,0 5,0	0,0 0,0

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Итого по X-2 волоподача водозабор				9,0 10,0	9,0 -	0,0 -
			Итого по Y-2 волоподача			B-1 B-2 B-3	21,0 4,0 8,0 9,0	21,0 4,0 8,0 9,0	0,0 0,0 0,0 0,0
			Итого по Y-2 волозабор				23,0	-	-
			Итого по M-I волоподача				27,0	35,4	1,6
			В том числе			B-1 B-2 B-3	5,6 10,2 11,2	4,00 10,2 11,2	1,6 0,0 0,0
			Итого по M-I водозабор				30,0	-	44
M-2	Y-3	X-3	-	-	P-9 P-10	B-4 B-5	4,0 4,0	2,0 4,0	2,0 0,0
		Итого по X-3 волоподача водозабор					8,0	6,0	2,0
		X-4	-	-	P-11 P-12 P-13 P-14	B-4 B-5 B-6 B-4	9,1 4,0 4,0 4,0	- 4,0 1,5 4,0 4,0	- 0,0 2,5 0,0 0,0
		Итого по X-5 волоподача водозабор					9,0 9,0	8,0	0,0
		X-5		X-7	P-16 P-17 P-18	B-5 B-6 B-6	2,5 4,0 4,0	2,5 4,0 4,0	0,0 0,0 0,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Итого по X-7 водоподача водозабор		X-8	P-19 P-20				
						B-6 B-5	8,0 9,0	8,0 -	0,0 -
		Итого по X-8 водоподача водозабор					2,5 4,0	2,5 4,0	0,0 0,0
		Итого по X-6 водоподача водозабор					6,5 7,0	6,5 -	0,0 -
		Итого по X-4 водоподача водозабор					21,0 23,0	21,0 23,0	0,0 0,0
		Итого по Y-3 водоподача В том числе					37,0 41,0	34,5 -	2,5 -
							45,0	40,5	4,5
						B-4 B-5 B-6	16,0 18,5 10,5	14,0 16,0 10,5	2,0 2,5 0,0
		Итого по Y-3 водозабор					50,1	-	-
						B-6 B-7	6,0 6,0	6,0 6,0	0,0 0,0
		Итого по Y-4 водоподача В том числе					12,0	12,0	0,0
		Итого по Y-4 водозабор				B-6 B-7	6,0 6,0	6,0 6,0	0,0 0,0
							13,4	-	-
		Итого по Y-5 водоподача В том числе				B-7 B-8	6,4 5,0	4,0 5,0	2,4 0,0
							11,4	9,0	2,4
						B-7	6,4	4,0	2,4

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
М-2	У-6	Итого по У-6 водозабор							
					P-25	B-8	5,0	5,0	0,0
					P-26	B-7	12,8	-	-
						B-8	2,0	2,0	0,0
							1,0	1,0	0,0
		Итого по У-6 водоподача							
		в том числе							
						B-7	3,0	3,0	0,0
						B-8	2,0	2,0	0,0
							1,0	1,0	0,0
М-2	У-6	Итого по М-2 водоподача							
		в том числе							
						B-4	3,7	-	-
						B-5	71,4	64,5	6,9
						B-6	16,0	14,0	2,0
						B-7	18,5	16,0	2,5
						B-8	16,5	16,5	0,0
						B-9	14,4	12,4	2,0
						B-10	11,0	11,0	0,0
							80,0		
М-2	У-6	Итого по М-2 водозабор							
					P-27	B-1	2,0	1,0	1,0
					P-28	B-2	5,0	5,0	0,0
					P-29	B-3	4,0	3,0	1,0
							9,0	8,0	1,0
							10,0	-	-
					P-30	B-4	6,0	4,0	2,0
					P-31	B-5	4,0	3,0	1,0
							10,0	7,0	3,0
							11,0		
М-2	У-6	Итого по У-7 водоподача							
						B-1	21,0	16,0	5,0
							2,0	1,0	1,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						В-2	5,0	5,0	0,0
						В-3	4,0	3,0	1,0
						В-4	6,0	4,0	2,0
						В-5	4,0	3,0	1,0
У-8	Итого по У-7 водозабор				Р-32		24,0		
					Р-33	В-6	4,0	4,0	0,0
						В-7	3,0	3,0	0,0
	Итого по У-8 водоподача						7,0	7,0	0,0
	В том числе					В-6	4,0	4,0	0,0
						В-7	3,0	3,0	0,0
	Итого по У-8 водозабор						8,0	-	-
	Итого по У-8 -I водоподача						28,0	23,0	5,0
	В том числе					В-1	2,0	1,0	1,0
						В-2	5,0	5,0	1,0
						В-3	4,0	3,0	2,0
						В-4	6,0	4,0	1,0
						В-5	4,0	3,0	1,0
						В-6	3,0	3,0	0,0
						В-7	3,0	3,0	0,0
	Итого по У-8 -I водозабор						32,0	-	-
	Итого водоподача в систему						146,4	142,9	33,5
	В том числе					В-1	7,6	5,0	2,6
						В-2	15,2	15,2	9,0
						В-3	15,2	14,2	11,0
						В-4	22,0	18,0	14,0
						В-5	22,0	16,5	13,0
						В-6	20,5	20,5	13,0
						В-7	17,4	15,4	10,0
						В-8	11,0	11,0	3,0
	Итого водозабор в систему						143,0		

ПРИЛОЖЕНИЯ

I. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ МЕЖХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДООБОРОТА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Межхозяйственный водооборот, т.е. установление очередности подачи воды между группами хозяйств взамен непрерывного тока является одним из действенных приемов оперативной корректировки планов водопользования в условиях дефицита оросительной воды. Его назначение – снизить абсолютные потери воды из оросительной сети за счет форсированных расходов, сократить их работающую длину и время работы.

Расчет водооборота рассмотрим применительно к типовой схеме оросительной системы, состоящей из магистрального канала первого порядка, межхозяйственных распределительных каналов последующих порядков. Случай, когда головной расход магистрального канала полностью распределяется по всем звеньям оросительной системы в соответствии с фактической водособеспеченностью, будем называть нормальной работой, а когда фактический расход распределяется поочередно между отдельными группами межхозяйственных отводов, – работой оросительной системы в условиях водооборота.

Общее время работы в таких условиях принято называть периодом водооборота, а время работы отдельных групп межхозяйственных отводов – тактами. Если подача воды за период водооборота производится поочередно между двумя группами отводов, то водооборот называют двухтактным, между тремя – трехтактным и т.д.

Двухтактный водооборот рекомендуется при снижении водособеспеченности в пределах 75-50%, трехтактный – ниже 50% от плана. Следует иметь в виду, что трехтактный и т.д. водооборот сложен в организационном отношении, может оказать отрицательное воздействие на развитие сельхозкультур, потому такой водооборот следует применять в исключительных случаях.

Ниже приводятся следующие обозначения:

- T - период водооборота;
- L - общая протяженность магистрального канала первого порядка;
- ℓ - общая протяженность междолевой оросительной сети последующих порядков;
- Q_k - фактический расход в голове магистрального канала;
- η_n^k и η_b^k - КПД магистрального канала в нормальных условиях и в период водооборота;
- η_n^c и η_b^c - то же, междолевой оросительной сети;
- K_p - коэффициент форсирования на междолевой оросительной сети;
- $i = 1, 2, \dots, n$ - индексы водооборота;
- $j = 1, 2, \dots, m$ - индексы отводов из магистрального канала в такт водооборота;
- Q_{jn} - расходы отводов из магистрального канала при нормальной работе;
- Q_{jb} - то же, при водообороте;
- Q_{jo} - максимальные плановые расходы отводов из магистрального канала;
- Q_{jn} - плановые расходы отводов из магистрального канала в период водооборота;
- L_i - протяженность участка магистрального канала, работающего в такт водооборота;
- ℓ_i - то же, междолевой оросительной сети;
- η_i^k - КПД магистрального канала в такт водооборота;
- η_i^c - то же, междолевой оросительной сети;
- t_i - длительность тактов водооборота;
- η_n и η_b - КПД междолевой оросительной системы в нормальных условиях и при водообороте.

Исходные данные для расчета водооборота:

- длительность периода водооборота;
- линейная схема междолевой оросительной системы со значениями протяженности ее отдельных звеньев;
- фактический расход в голове магистрального канала;

КПД магистрального канала и межхозяйственной оросительной сети при нормальной работе;

расходы отводов из магистрального канала при нормальной работе;

плановые расходы отводов из магистрального канала в период водооборота;

максимальные плановые расходы в отводы из магистрального канала.

Оптимальную схему водооборота устанавливают путем сравнения вариантов с различной протяженностью магистрального канала и межхозяйственной сети, работающих в каждый такт водооборота. При этом рекомендуется придерживаться следующих условий:

разница между суммарными расходами отводов в нормальных условиях ($\sum Q_{jn}$) должна быть незначительной;

должна обеспечиваться водоподача в целом по хозяйству, группе хозяйств, району и т.д.

Для намечаемых вариантов водооборота устанавливают:

КПД участка магистрального канала в каждый такт водооборота

$$\eta_i^k = 1 - (1 - \eta_n^k) \frac{L_i}{L}; \quad (I.1)$$

общую водоподачу в межхозяйственную оросительную сеть в такт водооборота

$$\sum_{j=1}^m Q_{j\delta} = Q_k \cdot \eta_i^k; \quad (I.2)$$

продолжительность тактов водооборота

$$t_i = \frac{\sum_{j=1}^m Q_{jn} \cdot T}{\sum_{j=1}^m Q_{j\delta}}; \quad (I.3)$$

КПД магистрального канала за период водооборота

$$\eta_\delta^k = 1 - (1 - \eta_n^k) \frac{\sum_{i=1}^n L_i t_i}{L T}; \quad (I.4)$$

то же, межхозяйственной оросительной сети

$$\eta_\delta^c = 1 - (1 - \eta_n^c) \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i L_i t_i}{L T}, \quad (I.5)$$

где

$$\beta_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m Q_{j\theta}}{\sum_{j=1}^m Q_{jn}}} ; \quad (1.6)$$

КПД межхозяйственной оросительной системы при водообороте

$$\eta_\theta = \eta_\theta^k \cdot \eta_\theta^c \quad (1.7)$$

оптимальный вариант водооборота, который должен отвечать условию

$$\eta_\theta = \max . \quad (1.8)$$

При этом необходимо придерживаться следующих ограничений:

продолжительность каждого такта водооборота должна быть в пределах

$$t_{min} < t_i < t_{max} , \quad (1.9)$$

где t_{min} — минимальный срок, необходимый для качественного проведения поливов;

t_{max} — максимально допустимое увеличение периода данного полива относительно плана, обеспечивающее нормальное развитие сельхозкультур;

коэффициенты форсирования расходов межхозяйственной оросительной сети в каждый такт водооборота должны быть в пределах нормативного значения

$$K_\theta = \frac{\sum_{j=1}^m Q_{j\theta}}{\sum_{j=1}^m Q_{jc}} \leq 1,3 . \quad (1.10)$$

По выбранному варианту водооборота дополнительно определяем:

водоподачу в каждый отвод из магистрального канала в период водооборота

$$Q_{j\theta} = \frac{\sum_{j=1}^m Q_{j\theta}}{\sum_{j=1}^m Q_{jn}} Q_{jn} ; \quad (1.11)$$

дополнительную водоподачу за счет введения водооборота

$$\Delta Q = (\eta_b - \eta_n) Q_k. \quad (I.12)$$

При изменении значений расхода в голове магистрального канала следует корректировать:

продолжительность тактов водооборота

$$t'_i = \frac{Q_k}{Q'_k} \cdot t_i; \quad (I.13)$$

расходы отводов из магистрального канала

$$\sum_{j=1}^m Q'_{j\theta} = \frac{Q_k}{Q'_k} \sum_{j=1}^m Q_{j\theta}, \quad (I.14)$$

$$Q'_{j\theta} = \frac{Q_k}{Q'_k} Q_{j\theta}, \quad (I.15)$$

где Q'_k — фактический расход воды в голове магистрального канала.

Пример расчета

Данные по межхозяйственной оросительной системе, состоящей из магистрального канала и межхозяйственной оросительной сети, по участкам между перегораживающими сооружениями на магистральном канале приведены в табл. I.1.

Т а б л и ц а I.1

Участок	ΔL км	Q_{jn} м ³ /с	Q_{jmax} м ³ /с	Q_{jn} м ³ /с	Δl км
У -1	10	10	17	14,3	20
У -2	10	9	15	13,0	20
У -3	10	8	13	11,5	20
У -4	10	9	15	13,0	20
У -5	10	10	17	14,3	20
	50	46	76	65,6	100

Кроме указанных данных, принимаются дополнительные:

$$T = 10 \text{ сут}; \quad Q_k = 51 \text{ м}^3/\text{с}; \quad \eta_n^k = 0,9;$$

$$\eta_n^c = 0,8; \quad \eta_n = 0,72.$$

Определяем обеспеченность плановой водоподачи

$$P = \frac{46}{65,6} \cdot 100 = 70\%.$$

Принимаем двухтактный водооборот, по варианту которого определяем:

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_1 &= 10 \text{ км} \\ \sum_{j=1}^m Q_{jn} &= 10 \text{ м}^3/\text{с} \\ \ell_1 &= 20 \text{ км} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_2 &= 50 \text{ км} \\ \sum_{j=1}^m Q_{jn} &= 36 \text{ м}^3/\text{с} \\ \ell_2 &= 80 \text{ км} \end{aligned}$$

по формуле (I.1) КПД участков магистрального канала в такты водооборота

$$\eta_1^k = 1 - (1-0,9) \frac{10}{50} = 0,975 \text{ и } \eta_2^k = 1 - (1-0,9) \frac{50}{50} = 0,9;$$

по формуле (I.2) – общую водоподачу в межхозяйственную оросительную сеть в такты водооборота

$$\sum_{j=1}^m Q_j \theta = 51 \cdot 0,975 = 49,5 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$\sum_{j=1}^m Q_j \theta = 51 \cdot 0,9 = 46,0 \text{ м}^3/\text{с};$$

по формуле (I.3) – продолжительность тактов водооборота

$$t_1 = \frac{10 \cdot 10}{49,5} \approx 2 \text{ сут.},$$

$$t_2 = \frac{31 \cdot 10}{46} = 8 \text{ сут};$$

по формуле (I.4) – КПД магистрального канала в период водооборота

$$\eta_{\theta}^k = 1 - (1-0,9) \frac{10 \cdot 2 + 50 \cdot 8}{50 \cdot 10} = 0,916;$$

по формуле (I.5) – то же, межхозяйственной оросительной сети

$$\eta_b^c = 1 - (1 - 0,8) \frac{\frac{49,5}{10} 20,2 + \frac{46}{36} 80,8}{100 + 10} = 0,837;$$

по формуле (1.7) - КПД межхозяйственной оросительной системы

$$\eta_b^c = 0,916 \cdot 0,837 = 0,765.$$

Аналогичные расчеты по другим вариантам водооборота сведены в табл.1.2.

Т а б л и ц а 1.2

№ ва- ри- анта	L_i км	l_i км	η_i^*	$\sum_{j=1}^m Q_{jb}$ м³/с	t_i сут	η_b^*	η_b^c	η_b
1	10	20	0,975	49,5	2,0	0,916	0,837	0,765
	50	80	0,9	46,0	8,0			
2	20	40	0,96	49,0	4,0	0,928	0,855	0,792
	50	60	0,9	46,0	6,0			
3	30	60	0,94	48,0	6,0	0,928	0,855	0,792
	50	40	0,9	46,0	4,0			
4	40	80	0,92	47,0	8,0	0,916	0,837	0,765
	50	20	0,9	46,0	2,0			

Результаты расчета показывают, что наиболее оптимальными являются 2 и 3 варианты, поскольку дополнительная водоподдача за счет введения водооборота в этих случаях составляет

$$\Delta Q = (0,792 - 0,72) \cdot 51 = 3,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таким образом, введение межхозяйственного водооборота является эффективным эксплуатационным мероприятием, которое дает возможность сократить непроизводительные потери воды на 25% и повысить КПД межхозяйственных оросительных систем до 7%.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ЛИМИТОВ ВОДОПОДАЧИ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ОРО- СИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ (ДЛЯ АРИДНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕЙ АЗИИ)

Установление лимита водоподачи в условиях дефицита оросительной воды основывается на ином подходе и понимании нормальной водообеспеченности оросительных систем. По существующему положению водообеспеченность определяется как равенство фактической водоподачи ее плановому значению, поскольку бытует мнение, что только плановая водоподача в состоянии обеспечить получение урожайности сельхозкультур.

На практике это выглядит несколько иначе. Если проанализировать связь фактической урожайности сельхозкультур с плановой водообеспеченностью за несколько лет, то в любом ирригационно-экономическом регионе можно четко определить две группы хозяйств. Одна из них даже при значительных колебаниях плановой водообеспеченности получает устойчивые и высокие урожаи, в другой группе хозяйств снижение плановой водообеспеченности приводит к заметному снижению урожайности сельхозкультур. Объясняется это несовершенством принципов и методов установления режимов орошения и потерь воды на оросительных системах, на основе которых определяется плановая водоподача.

Известно, что режим орошения сельхозкультур устанавливается на основе ограниченных полевых опытов научно-исследовательских станций, который можно распространять затем на территории с аналогичными природными условиями. Однако принятый режим орошения неизбежно содержит элемент приближенности.

Если к этому присовокупить приближенность КПД оросительной системы, особенно ее внутрихозяйственной части, то, очевидно, что плановая водоподача не может повсеместно обеспечить действительную потребность растений в оросительной воде.

В одних случаях она будет ее превышать, в других — опускаться ниже недостатка и только иногда — соответствовать.

Следовательно под нормальной, или гарантируемой, водообеспеченностью следует понимать такую величину водопотребления, при которой гарантируется получение плановой урожайности сельскохозяйственных культур, и которая не всегда соответствует плановой. Отсюда вытекает и предлагаемый принцип установления лимита водоподачи при дефиците оросительной воды, который должен основываться на дифференцированной оценке гарантированной водообеспеченности конкретных ирригационно-экономических регионов.

Установить водообеспеченность путем уточнения режима орошения и КПД оросительных систем не представляется возможным в силу объемности и сложности проведения подобных работ. В этой связи предлагается приближенный, косвенный подход, основанный на прямой связи величины водопотребления со складывающимися климатическими условиями или конкретно с начальными запасами влаги в почве и температурой воздуха.

Начальные запасы почвенной влаги формируются за счет осадков в предпосевной и начальной этапы развития растений (март-апрель). Поэтому снижение их оптимальной нормы вызывает необходимость дополнительных затрат оросительной воды на проведение запасных, влагозарядковых и выливных поливов. Незначительные осадки последующего летнего периода не оказывают существенного влияния на рост и развитие растений.

Температуру воздуха можно представить как своеобразный итоговый показатель, характеризующий в каждый данный момент времени изменение природно-расходной лучистой энергии в зависимости от прозрачности атмосферы, наличия или отсутствия облачности, особенностей общей или местной циркуляции и т.д. Это позволит сделать вывод, что ее значение и динамика определяют необходимую величину водопотребления растений. Чем выше температура воздуха, тем больше транспирация и почвенное испарение, а следовательно, больше необходимое водопотребление растений. Эта закономерность лежит в основе предлагаемой методики установления гарантированной водообеспеченности.

Если из представительного ряда прошлых лет выделить год с минимальной водообеспеченностью, максимальными температурными характеристиками и урожайностью не ниже плановой, то в любой другой прогнозируемый год, с аналогичными или лучшими климатическими показателями, зафиксированная водообеспеченность гарантирует получение плановой урожайности сельхозкультур. Иными словами, данная водообеспеченность является гарантированной на ближайший вегетационный период.

Практически установление лимитов водоподачи при дефиците оросительной воды осуществляется в следующем порядке.

Исходя из природных условий, территории обслуживаемой оросительной системой хозяйств (районов) группируются в зоны с однозначными климатическими показателями. Группировка производится в соответствии с принятым агроклиматическим районированием или на основе гидромодульного районирования, используемого при составлении планов водопользования оросительных систем. В последнем случае хозяйства, имеющие идентичные номера гидромодульных районов, объединяются в единую зону.

По каждой зоне производят анализ и оценку мелиоративного состояния земель в динамике засоления орошаемых земель и положения уровня грунтовых вод. Если фактические данные свидетельствуют о расширении площади засоленных земель (площади ежегодных промывок) или увеличении содержания солей (увеличение нормы ежегодных промывок), то для этой зоны гарантируемый лимит водоподачи не устанавливается. Если эти показатели стабильны или идут на убыль, рассматривается соответствие принятого гидромодульного районирования фактическому положению уровня грунтовых вод. При этом могут быть следующие случаи:

соответствие принятого ГМР фактическим уровням грунтовых вод;

повышение уровня грунтовых вод относительно принятого ГМР;

снижение уровня грунтовых вод относительно принятого ГМР.

В первом случае принимаем мелиоративное состояние стабильным, которое дальнейшему анализу не подлежит.

Во втором случае фактическую водоподачу увеличиваем на величину подпитывания из грунтовых вод в зависимости от изменения глубины залегания по нижеприведенным данным

от 3-4 до 2-3 м - 15%;

от 2-3 до 1-2 м - 20%;

от 1-2 до 1 м - 25% .

В третьем случае аналогично уменьшаем фактическую водоподачу по следующим данным:

от 1 до 1-2 м - 25%;

от 1-2 до 2-3 м - 20 %;

от 2-3 до 3-4 м - 15%.

Например, по принятому ГМР глубина залегания уровня грунтовых вод должна быть более 3-4 м, фактически - 2-3 м. Водоподача в оросительную систему составила 75% к плану. Отсюда фактическая водообеспеченность $P = 75 + 15 = 90\%$ к плану.

И наоборот, если глубина залегания уровня грунтовых вод изменилась от 2-3 до 3-4 м, фактическая водообеспеченность $P = 75 - 15 = 60\%$ к плану.

Природно-хозяйственные показатели оросительных систем обобщаются и анализируются за несколько прошедших лет (8-10) отдельно по каждой зоне. К ним относятся:

календарные сроки фаз развития ведущей культуры как средние за анализируемый ряд лет. Для хлопчатника устанавливают следующие периоды: предпосевной, всходы, бутонизация, цветение, раскрытие, созревание;

водообеспеченность в каждую фазу развития ведущей сельхозкультуры, как отношение фактической водоподачи к плановой, расположенного в нарастающем порядке, начиная с года минимальной водообеспеченности;

сумма осадков в предпосевной период, расположенная в порядке хронологии водообеспеченности;

сумма эффективных температур по остальным фазам развития сельхозкультур в порядке хронологии водообеспеченности.

урожайность ведущей сельхозкультуры и выполнение государственного плана заготовок.

Таким образом, для каждой фазы развития водной сельхозкультуры имеем за каждый год анализируемого ряда лет: водообеспеченность, сумму эффективных температур (сумма осадков в предпосевной период), урожайность водных сельхозкультур и выполнение плана их производства.

Далее, необходимо установить лимит водоподачи по каждой зоне орошения, начиная с предпосевного периода. Первоначального значения фактической водообеспеченности сравнивается с данными о выполнении плана заготовок. Те минимумы, которые не обеспечивают последнего, анализу не подлежат.

По оставшимся годам наименьшую минимальную водообеспеченность сравнивают с величиной суммарных осадков за тот же год, и если последние находятся в пределах наблюдаемых значений по другим годам или меньше их, то данную водообеспеченность принимают за лимитную. В противном случае этот год не принимается в расчет и анализируется подобным образом следующий по порядку минимум водообеспеченности.

Аналогично анализируется и последующие фазы, т.е. первоначально для каждой острасевающей воды, обеспечивающие планы заготовок. Затем, первый по ранжиру их составивших минимумов водообеспеченности сравнивается с суммой эффективных температур этого же года. Если последняя лежит в пределах оставшихся максимумов или выше их, то водообеспеченность этого года принимается за лимитную. Если же сумма эффективных температур анализируемого года намного меньше, чем в другие оставшиеся годы, то он принимается в расчет и анализируется подобным образом следующий по порядку минимум водообеспеченности. Так, в Якибагском районе Камкадарьинской области на подавляющей части орошаемых земель глубина залегания грунтовых вод за рассматриваемый период была более 3 м. Орошаемые земли в районе незаболочены, их мелиоративное состояние удовлетворительное. В табл. 2.1 приведены данные по климатическим характеристикам (сумма осадков и эффективных температур для фаз развития хлопчатника). Анализ показал, что для предпосевного периода и стадии всходов здесь можно полностью исключить водоподачу.

В период бутонизации наибольшая сумма температур (547°) наблюдалась в 1971 г., водоподача составляла 81,2% от пла-

на, а урожайность достигла 27,1 ц/га, хотя расчетная потребность в воде была высока ($\sum_t = 510^0$), а водообеспеченность снизилась до 22,4%. Кроме того, в 1972 г. при урожайности 31,3 ц/га, водообеспеченность составляла 31,2% от плана, при заметном снижении расчетного водопотребления ($\sum_t = 340^0$). Отсюда следует, что водоподача в стадии бутонизации (31,2%) от плана вполне гарантирует урожайность не ниже 27,1 ц/га.

Для стадии цветения высокая урожайность (27,3 и 31,3 ц/га) получена при водообеспеченности 65,5% от плана (1972-1973 гг.). При этом в 1973 г. водопотребление было максимальным ($\sum_t = 590^0$). Повышение водообеспеченности в 1971 г. и особенно в 1975 г. не привело к росту урожайности, поэтому можно принять лимит водоподачи на уровне 65,5%. В период созревания водоподача изменялась от 34,1 до 45,7%. Максимумом явился 1975 г., когда она поднялась до 68,7%. Однако это не привело к увеличению урожайности, следовательно, лимит водоподачи можно принять на уровне 45,5%.

В стадии раскрытия гарантированное лимиты водоподачи, установленные на основе предлагаемого метода, позволяют дифференцированно подходить к осуществлению оперативного водораспределения при дефиците оросительной воды, что позволяет свести к минимуму ущерб продуктивности сельхозпроизводства. Имея их значения и фактические запасы воды на рассматриваемый оперативный отрезок времени, устанавливается разница между ними. Если разница положительная, то на основе принципа пропорциональности ее прибавляют к установленному лимиту, а если отрицательная — соответственно вычитают. Например, имеется 1, ..., 2, ..., n водопотребителей, для которых установлены лимиты $Q_1^A, Q_2^A, \dots, Q_n^A$, плановые расходы $Q_1^P, Q_2^P, \dots, Q_n^P$, а фактически имеем суммарный расход $\sum_{n=1}^n Q_n^P$. Определим фактическую разницу между фактическими и лимитными расходами по формуле

$$\pm \Delta \varphi = \sum_{n=1}^n Q_n^P - \sum_{n=1}^n Q_n^A. \quad (2.1)$$

Водоподачу каждого потребителя определяем по выражению

$$Q_i^P = Q_i^A \pm \Delta \varphi. \quad (2.2)$$

Таблица 2.1.

Предосенний период	Входы		Бутониза- ция		Цветение		Созревание		Раскрытие ко- роек		Урожай хлопка, ц/га		Выполне- ние плана, %	
Год	осад- ки, мм	Σt	Σt	P	Σt	P	Σt	P	Σt	P				
1971	141	53,0	121	53,0	547	81,2	562	84,4	1365	42,9	875	45,4	20,6	100,1
1972	247	0	33	0	340	31,2	496	65,0	1021	45,7	783	54,3	31,3	130,3
1973	258	0	95	0	494	90,0	590	65,5	1318	34,9	960	34,1	27,8	114,7
1974	209	0	152	0	510	22,4	520	75,0	1248	43,5	896	52,4	27,1	105,6
1975	149	0	127	0	510	96,3	566	161,0	1327	68,7	987	93,0	28,0	106,9

Примечание. Σt - сумма эффективных температур в градусах;

P - фактическая водоподача
относительно плана, в
процентах.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПЕРАТИВНОМУ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЮ НА ИСТОЧНИКЕ ОРОШЕНИЯ С КАСКАДОМ ВОДОХРАНИЛИЩ СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

3.1. Исходные данные и их условные обозначения

Водохозяйственные органы, осуществляющие водораспределение на источнике орошения с каскадом водохранилищ, должны иметь следующую исходную информацию:

перечень головных водозаборных узлов, подвешенных к каждому водохранилищу;

полезные объемы наполнения водохранилищ;

фактические объемы наполнения водохранилищ на начало расчетного периода;

прогнозные потери воды из водохранилищ в расчетный период;

предельные транзитные попуски из водохранилищ;

приоритетные транзитные попуски из водохранилищ в расчетный период.

Административно-территориальные оросительные системы, осуществляющие распределение водных ресурсов источника орошения с каскадом водохранилищ, представляют следующие исходные данные:

плановые расходы головных водозаборов (общие, на орошение, приоритетные) на расчетный период;

коэффициенты приоритетности водоподачи на орошение при дефиците оросительной воды по водохранилищам;

коэффициенты приоритетности водоподачи на орошение при дефиците оросительной воды в поливной период.

Региональные органы Госкомгидромета предоставляют данные о прогнозных притоках воды в водохранилища в расчетный период.

Ниже приводятся следующие обозначения:

$i = 1, 2, \dots, m$ — индексы водохранилищ и прилегающих к ним участков нижнего бьефа;

- $\nu = 1, 2, \dots, P$ - индексы головных водозаборов участка;
 $t = 1, 2, \dots, n$ - индексы декад месяцев в расчетный период;
 $t = 1, 2, \dots, K$ - индексы декад месяцев в период наполнения водохранилищ;
 $t = K+1, K+2, \dots, n$ - индексы декад месяцев в период сработки водохранилищ;

- Q_{it} - восстановленный прогнозный приток к i -му водохранилищу в t -ую декаду;
 $q_{i\nu t}$ - плановый расход с i -го участка ν -го головного водозабора в t -ую декаду;
 $\Delta q'_{i\nu t}$ - плановый расход приоритетных потребителей с i -го участка ν -го головного водозабора в t -ую декаду;
 $\Delta q_{i\nu t}$ - плановый расход на орошение с i -го участка ν -го головного водозабора в t -ую декаду;
 U_{rit} - приоритетный транзитный попуск с i -го водохранилища в t -ую декаду;
 U_{ei} - предельный транзитный попуск с i -го водохранилища;
 ΔW_{it} - прогнозные потери воды из i -го водохранилища в t -ую декаду;
 W_{io} - фактический объем наполнения i -го водохранилища в начале расчетного периода;
 W_{ie} - полезный объем наполнения i -го водохранилища;
 α_i - коэффициент приоритетности водоподачи на орошение i -го участка, вводимый при дефиците оросительной воды;
 β_{it} - коэффициент приоритетности водоподачи на орошение i -го участка в t -ую декаду, вводимый при дефиците оросительной воды.

3.2. Порядок расчета

Расчет производится последовательно по участкам, начиная с первого (верхнего), для которого устанавливают: суммарные плановые расходы приоритетных потребителей

$$q'_{it} = \sum_{j=1}^p \Delta q'_{ijt} ; \quad (3.1)$$

суммарные плановые расходы на орошение

$$q_{it} = \sum_{j=1}^p \Delta q_{ijt} ; \quad (3.2)$$

суммарные плановые расходы общего потребления

$$\sum q_{it} = q'_{it} + q_{it} + U_{rit} + \Delta W_{it} ; \quad (3.3)$$

избыток (+) или недостаток (-) суммарных плановых расходов общего потребления относительно прогнозных притоков воды

$$\Delta Q_{it} = Q_{it} - \sum q_{it} ; \quad (3.4)$$

режим работы водохранилища в условиях полного удовлетворения суммарных плановых расходов общего потребления

$$W_{it} = W_{i0} + \sum_{t=1}^n \Delta Q_{it} ; \quad (3.5)$$

При этом объем наполнения водохранилища не должен превышать его полезную емкость, т.е. должно соблюдаться ограничение

$$W_{it} \leq W_{ie} ; \quad (3.6)$$

В случае, если в ряде декад $t=f, f+1, \dots, k$ имеем

$$W_{it} > W_{ie} , \quad (3.7)$$

то принимаем для них

$$W_{it} = W_{ie} ; \quad (3.8)$$

Дальнейшими расчетами для декады $t=f$ определяют: общие прогнозные запасы воды

$$W_{if} = W_{i0} + \sum_{t=1}^f \Delta Q_{it} ; \quad (3.9)$$

дополнительный транзитный попуск из водохранилища

$$\Delta U_{if} = W_{if} - W_{ie} ; \quad (3.10)$$

суммарный транзитный попуск из водохранилища

$$U_{if} = U_{rif} + \Delta U_{if} \quad (3.11)$$

Если последний превышает предельный транзитный попуск из водохранилища, т.е. имеем

$$U_{if} > U_{ie} \quad (3.12)$$

то его величину устанавливают, исходя из условия

$$U_{if} = U_{ie} \quad (3.13)$$

а излишки направляют в аварийный сброс в количестве, определяемом выражением

$$U_{ie} = U_{if} - U_{ie} \quad (3.14)$$

где U_{if} находят из условия (3.11).

Дальнейшими расчетами для декад $l=f+1, f+2, \dots, K$,

где $\Delta Q_{it} \geq 0$, определяют:

дополнительный транзитный попуск из водохранилища

$$\Delta U_{it} = \Delta Q_{it} \quad (3.15)$$

остальные показатели в соответствии с условиями (3.8), (3.11), (3.12), (3.13), (3.14) при $f=t$.

Для последующих декад $t=k+1, k+2, \dots, n$, где $\Delta Q < 0$, режим работы водохранилища находят по выражению:

$$W_{it} = W_e + \sum_{t=k+1}^n \Delta Q_t \quad (3.16)$$

Общий транзитный попуск принимается равным приоритетному попуску.

Для последующих водохранилищ выполняют аналогичные расчеты, принимая расчетный приток воды по выражению

$$Q'_{it} = Q_{it} - Q_{l-1,t} + U_{l-1,t} \quad (3.17)$$

где $Q_{l-1,t}$ - прогнозный приток воды к верхнему смежному участку;

$U_{l-1,t}$ - общие транзитные попуски с верхнего смежного участка.

Завершив расчеты, определяют обеспеченность плановых расходов прочих потребителей по формуле

$$\alpha_i = 1 + \sum_{t=1}^n \frac{W_{in}}{q_{it}} \quad (3.18)$$

где W_{in} — запас (+) или дефицит (-) воды на i -ом участке (водохранилище) в конце расчетного периода.

Дальнейшие расчеты выполняются исходя из следующих условий:

$$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_m > 1; \quad (3.19)$$

$$\alpha_1 \leq \alpha_2 \leq \alpha_3 \leq \dots \leq \alpha_m; \quad (3.20)$$

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \dots > \alpha_m; \quad (3.21)$$

$$\alpha_1 > \alpha_2 < \alpha_3 > \alpha_4 > \dots < \alpha_m; \quad (3.22)$$

Условие (3.19) показывает, что прогнозные запасы воды в состоянии удовлетворить суммарные плановые расходы общего потребления на всех участках. На основании этого принимаем:

расходы головных водозаборов

$$Q_{int} = q_{int}; \quad (3.23)$$

режим работы водохранилищ в соответствии с условиями (3.5), (3.8), (3.9);

суммарные и аварийные попуски из водохранилищ в соответствии с условиями (3.11), (3.13), (3.14), (3.15).

Условие (3.20) показывает, что обеспеченность плановых расходов прочих потребителей возрастает по течению воды, и это не дает возможность откорректировать распределение водных ресурсов в целом по источнику орошения. В этом случае каждый участок рассматривается как автономный источник орошения с водохранилищем. При этом отдельно участки могут отвечать условиям:

$$\alpha_i \geq 1,0; \quad (3.24)$$

$$\alpha_i < 1,0. \quad (3.25)$$

Условие (3.25) показывает, что прогнозные запасы водных ресурсов на участке не в состоянии обеспечить общие плановые расходы потребления, что обуславливает необходимость снижения обеспеченности водоподачи на орошение. Зарегулированность стока позволяет распределить прогнозный дефицит водных ресурсов дифференцированно на весь расчетный период с учетом коэффициентов приоритетности. Дальнейшие расчеты в этом случае выполняются в зависимости от следующих условий

$$W_{ik} < W_{ei} ; \quad (3.26)$$

$$W_{ik} = W_{ei} . \quad (3.27)$$

Условие (3.26) показывает, что прогнозные запасы воды в водохранилище к концу периода наполнения меньше, чем его полезная емкость. Это позволяет распределить общий дефицит водных ресурсов на весь расчетный период, включая и период наполнения водохранилища. В этом случае дальнейшими расчетами определяют:

условную обеспеченность водоподачи на орошение в целом на расчетный период

$$\beta_i = \frac{\sum_{t=1}^n q_{it} + W_{in}}{\sum_{t=1}^n b_{it} q_{it}} ; \quad (3.28)$$

расчетную обеспеченность водоподачи на орошение по времени

$$\alpha_{it} = \beta_i b_{it} ; \quad (3.29)$$

откорректированный режим работы водохранилища

$$W'_{it} = W_{it} + \sum_{t=1}^n (1 - \alpha_{it}) q_{it} . \quad (3.30)$$

Снижение против планового расхода на орошение ведет к увеличению запасов воды в водохранилище, общая величина которых не должна превышать полезную емкость водохранилища, т.е. должно соблюдаться ограничение

$$W'_{it} \leq W_{ie} . \quad (3.31)$$

Если условие (3.31) соблюдается, то дальнейшими расчетами устанавливают:

расчетные расходы на орошение по каждому головному водозабору

$$\Delta U_{ikt} = \alpha_{ikt} \Delta q_{ikt} ; \quad (3.32)$$

расчетные расходы головных водозаборов

$$U_{ikt} = \Delta q'_{ikt} + \Delta U_{ikt} ; \quad (3.33)$$

транзитные попуски из водохранилищ

$$U_{kt} = U_{ikt} . \quad (3.34)$$

Если условие (3.31) не соблюдается, то величина обеспеченности устанавливается отдельно для периодов наполнения и обработки водохранилищ. Для периода наполнения водохранилищ общая величина дефицита водных ресурсов принимается равной свободной емкости водохранилищ. Поэтому условную обеспеченность водоподачи на орошение в этот период рассчитывают по формуле

$$\beta_{ik} = \frac{\sum_{t=1}^K q_{ikt} - (W_{ie} - W_{ik})}{\sum_{t=1}^K \delta_{ikt} q_{ikt}} . \quad (3.35)$$

Условную обеспеченность водоподачи на орошение в период обработки водохранилищ определяют с учетом частичного покрытия общего дефицита водных ресурсов в период наполнения водохранилища на величину его свободной емкости по формуле

$$\beta_{ik} = \frac{\sum_{t=k+1}^n q_{ikt} + W_{in} + (W_{ie} - W_{ik})}{\sum_{t=k+1}^n \delta_{ikt} q_{ikt}} . \quad (3.36)$$

Расчетную обеспеченность водоподачи на орошение во времени для соответствующих периодов определяют из выражений

$$\alpha_{ikt} = \beta_{ik} \delta_{ikt} \quad (t=1, 2, \dots, K) \quad (3.37)$$

$$\alpha_{ikt} = \beta_{in} \delta_{ikt} \quad (t=k+1, k+2, \dots, n); \quad (3.38)$$

Дальнейшими расчетами определяют показатели в соответствии с условиями (3.30), (3.32), (3.33) и (3.34).

Условие (3.27) показывает, что прогнозные запасы водных ресурсов в период наполнения водохранилища превышает его полезную емкость. В этом случае нет необходимости в период наполнения ограничивать плановую водоподачу, а имеющийся дефицит водных ресурсов распределять между потребителями только в период сработки водохранилища.

Исходя из этого, для периода наполнения водохранилища ($t = 1, 2, \dots, K$) показатели, определенные ранее зависимостями (3.5), (3.8), (3.11), (3.13), (3.14), (3.15) и (3.19), принимают за расчетные.

Для периода сработки водохранилища ($t = K+1, K+2, \dots, n$) дальнейшими расчетами определяют:

условную обеспеченность водоподачи на орошение в целом за расчетный период

$$\beta_{in} = \frac{\sum_{t=K+1}^n q_{it} + W_{in}}{\sum_{t=K+1}^n a_i q_{it}}; \quad (3.39)$$

остальные показатели в соответствии с условиями (3.38), (3.30), (3.32), (3.33) и (3.34).

Условие (3.21) показывает, что обеспеченность плановых расходов на орошение снижается по течению воды, что обуславливает их выравнивание за счет перераспределения прогнозных водных ресурсов между участками.

Исходя из этого, дальнейшими расчетами определяют: условную обеспеченность водоподачи на орошение источника орошения в целом за расчетный период

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^n q_{it} + \sum_{i=1}^m W_{in}}{\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^n a_i q_{it}}; \quad (3.40)$$

расчетную обеспеченность водоподачи на орошение каждого участка в целом за расчетный период

$$\alpha'_i = a_i \beta. \quad (3.41)$$

Последние показатели оценивают в целом перераспределение

водных ресурсов между участками. Однако их реализацию следует оценить во времени расчетного периода, исходя из возможности регулирования водных ресурсов имеющимися емкостями каскада водохранилищ. С этой целью дальнейшими расчетами, начиная с верхнего первого участка, определяют:

дополнительные транзитные попуски перераспределения водных ресурсов в нижерасположенные участки

$$\Delta U'_{it} = (\alpha'_i - \alpha'_1) q_{it} ; \quad (3.42)$$

дополнительные объемы перераспределения водных ресурсов в пределах расчетного периода за счет снижения обеспеченности водоподачи на орошение

$$\Delta q_{it} = q_{it} - \alpha'_1 q_{it} ; \quad (3.43)$$

откорректированный режим работы водохранилища с учетом перераспределения водных ресурсов

$$W'_{it} = W_{it} + \sum_{t=1}^n \Delta q_{it} + \sum_{t=1}^n \Delta U'_{it} . \quad (3.44)$$

Для последующих водохранилищ ($i = 2, 3, \dots, m$) определяют аналогичные показатели в соответствии с условиями (3.42)*, (3.43) и (3.44) и дополнительно к ним суммарные дополнительные попуски с водохранилищ

$$\Sigma \Delta U'_{it} = \Delta U'_{it} + \Sigma \Delta U'_{i-1,t} ; \quad (3.45)$$

При этом допускаются случаи:

$$\Sigma \Delta U'_{it} > 0 ; \quad (3.46)$$

$$\Sigma \Delta U'_{it} \leq 0 . \quad (3.47)$$

Условие (3.46) показывает, что в отдельные декады транзитные попуски из верхних водохранилищ не в состоянии обеспечить расчетный режим работы водохранилища. Это обуславливает необходимость его дополнительной корректировки, исходя из условий:

* со знаком плюс — дополнительные объемы аккумуляции.

$$W''_{it} = W'_{it} - \sum_{t=1}^n \Delta U'_{it} ; \quad (3.48)$$

$$\sum_{t=1}^n \Delta U'_{it} \geq 0 . \quad (3.49)$$

Когда для всех водохранилищ выполняется условие (3.47), проверяют ограничение

$$W'_{it} \leq W_{ie} \quad \text{или} \quad W''_{it} \leq W_{ie} . \quad (3.50)$$

Если для ряда водохранилищ ограничение (3.50) не соблюдается, то рассматривается возможность перераспределения их расчетных запасов в вышерасположенных водохранилищах, где они в период наполнения будут аккумулировать-ся, а в период сработки - пополнять запасы воды в ниже-расположенных водохранилищах. В этом случае общие дополнительные объемы аккумуляции стока в верховых водохранилищах определяют по выражению

$$\Delta U = \sum_{l=1}^p \sum_{t=1}^k \Delta U'_{lt} ; \quad (3.51)$$

при условии

$$\sum_{l=1}^p \sum_{t=1}^k \Delta U'_{lt} \leq \sum_{l=1}^n (W_{ie} - W''_{lk}) ; \quad (3.52)$$

при условии

$$\sum_{l=1}^p \sum_{t=1}^k \Delta U'_{lt} > \sum_{l=1}^n (W_{ie} - W''_{lk}) ; \quad (3.53)$$

$$\Delta U = \sum_{l=1}^n (W_{ie} - W''_{lk}) \quad (3.51a)$$

где $l = 1, 2, \dots, p$ - индексы водохранилищ, где не соблюдается условие (4.50);

$l = 1, 2, \dots, n$ - индексы верховых водохранилищ, где аккумулируются избыточные расчетные запасы воды.

Для водохранилищ $l = 1, 2, \dots, p$ дальнейшими расчетами определяют

откорректированный режим работы водохранилища в период наполнения ($l = 1, 2, \dots, k$);

$$W''_{it} = W'_{it} - \mu \sum_{t=1}^k \Delta U'_{it}; \quad (3.54)$$

то же, в период сброса водохранилища ($t = k+1, k+2, \dots, n$)

$$W''_{it} = W'_{it} - \mu \sum_{t=1}^k \Delta U'_{it} + \sum_{t=k+1}^n \delta_{it}, \quad (3.55)$$

где

$$\mu = \frac{\Delta U}{\sum_{l=1}^p \sum_{t=1}^k \Delta U'_{it}}; \quad (3.56)$$

δ_{it} — дополнительные пуски из верховых водохранилищ $l = 1, 2, \dots, n$ определяемые по формуле

$$\delta_{it} = W_{ie} - (W'_{it} - \mu \sum_{t=1}^k \Delta U'_{it}); \quad (3.57)$$

при ограничениях

$$\delta_{it} \leq \mu \sum_{t=1}^k \Delta U'_{it}. \quad (3.58)$$

Если $\delta < 0$, принимается $\delta = 0$ (3.59)

При тождестве условия (3.58) последующий режим работы водохранилища принимается

$$W''_{it} = W'_{it}. \quad (3.60)$$

Для верховых водохранилищ $l = 1, 2, \dots, n$ режим работы в период их наполнения определяют по формуле

$$W''_{it} = W'_{it} + \gamma_i \mu \sum_{l=1}^p \sum_{t=1}^k \Delta U'_{it}; \quad (3.61)$$

где

$$\gamma_i = \frac{W_{ie} - W'_{ik}}{\Delta U}; \quad (3.62)$$

при ограничении

$$f_1 + f_2 + \dots + f_n \leq 1 \quad (3.63)$$

Дополнительные объемы аккумуляции распределяют, начиная с водохранилища, смежного к группе $l = 1, 2, \dots, p$ и если для очередного водохранилища "X" из группы $l = 1, 2, \dots, n$, имеем

$$f_1 + f_2 + \dots + f_x > 1; \quad (3.64)$$

то принимается

$$f_x = 1 - \sum_{i=1}^{x-1} f_i \quad (3.65)$$

Режим работы водохранилищ $l = 1, 2, \dots, n$ в период сработки $t = K+1, K+2, \dots, n$ определяется выражением

$$W''_{lt} = W'_{lt} + f_l \mu \sum_{i=1}^p \sum_{t=1}^K \Delta U'_{it} - f_l \sum_{i=1}^p \sum_{t=K+1}^n \delta_{it} \quad (3.66)$$

Далее, для водохранилищ $l = 1, 2, \dots, p$ вновь проверяется ограничение (3.50) и если оно для отдельных, водохранилищ не поддерживается, то для них дальнейшими расчетами определяют:

откорректированную обеспеченность водоподачи на орошение в период наполнения водохранилища ($t = 1, 2, \dots, K$)

$$\alpha''_l = \alpha'_l + \frac{W''_{lK} - W_{le}}{\sum_{t=1}^K q_{lt}}; \quad (3.67)$$

то же, в период сработки водохранилища ($t = K, K+1, \dots, n$)

$$\alpha''_l = \alpha'_l - \frac{W''_{lK} - W_{le}}{\sum_{t=K+1}^n q_{lt}}; \quad (3.68)$$

откорректированный режим работы водохранилища

$$W''_{lt} = W'_{lt} - \sum_{i=1}^n (\alpha''_i - \alpha'_i) q_{it} \quad (3.69)$$

Установив режимы работы водохранилищ и обеспеченность водоподачи на орошение, оценивают возможность корректировки последних с учетом приоритетности по времени, исключая

водохранилища, не выдержавших ограничение (3.50). С этой целью дальнейшими расчетами определяют

обеспеченность водоподачи на орошение по времени

$$\alpha_{it} = b_{it} d, \quad (3.70)$$

где

$$d = \alpha'_i \frac{\sum_{t=1}^n q_{it}}{\sum_{t=1}^n b_{it} q_{it}} = \text{const}; \quad (3.71)$$

откорректированный режим работы водохранилищ

$$W'''_{it} = W''_{it} + \sum_{t=1}^n (\alpha'_i - \alpha'_{it}) q_{it}; \quad (3.72)$$

при ограничении

$$W'''_{it} \leq W_{ie}; \quad (3.73)$$

Если ограничение не выдерживается, то обеспеченность водоподачи на орошение по времени для таких водохранилищ, а также водохранилищ, для которых определялось условие (3.69), устанавливается только для периода их сработки ($t = k+1, k+2, \dots, n$)

$$\alpha'_{it} = \alpha'_i b_{it} \frac{\sum_{t=k+1}^n q_{it}}{\sum_{t=1}^n b_{it} q_{it}}; \quad (3.74)$$

$$W'''_{it} = W''_{it} + \sum_{t=k+1}^n (\alpha'_i - \alpha'_{it}) q_{it}. \quad (3.75)$$

Установив окончательно режимы работы водохранилищ и обеспеченность водоподачи на орошение, дальнейшими расчетами определяют:

расчетные расходы на орошение по каждому головному водозабору

$$\Delta U_{vit} = \alpha'_{it} \Delta q_{ivt}; \quad (3.76)$$

расчетные расходы головных водозаборов

$$Q_{ivt} = \Delta q'_{ivt} + \Delta U_{ivt}; \quad (3.77)$$

– общие транзитные попуски с водохранилищ

$$u'_i = u_i - \sum \Delta u_i - \gamma_i \rho \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^k \Delta u'_{i,j,k} + \gamma_i \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^k \delta_{i,j,k} \quad (3.78)$$

– расчетный приток воды на участок

$$Q'_i = Q_{i,j} - Q_{i-1,j} + u'_{i-1,j} \quad (3.79)$$

Условие (3.22) показывает, что не представляется возможным выравнивать обеспеченность в целом по источнику орошения, а лишь по отдельным группам участков. С этой целью начиная с верховья источника орошения выделяются группы участков

$i = 1, 2, \dots, C$, отвечающих условию (3.21) по каждой из которых определяют условную обеспеченность прочих потребителей в соответствии с условиями (3.40) и (3.41). Затем вновь анализируются обеспеченности прочих потребителей в целом по источнику орошения с позиции уточнения состава групп участков $i = 1, 2, \dots, C$ и т.д. вплоть до окончательного их установления.

Для каждого участка, не вошедшего в группы $i = 1, 2, \dots, C$, устанавливаются необходимые показатели в соответствии с решениями, наложенными для условия (3.20), а для каждой группы участков

$i = 1, 2, \dots, C$ – для условия (3.21), рассматривая их как автономные источники орошения.

3.3. Пример расчета

Исходными данными являются:

– схема источника орошения с каскадом ирригационных водохранилищ на рис. 3.1;

– прогнозные и плановые показатели, представленные в табл. 3.1.

По представленным данным для первого участка определяют (табл. 3.2):

– по формуле (3.1) суммарные плановые расходы приоритетных потребителей (колонка 4);

– по формуле (3.2) суммарные плановые расходы на орошение (колонка 5);

- по формуле (3.3) суммарные плановые расходы общего потребления (колонка 6);

- по формуле (3.4) избыток (+) или недостаток (-) последних относительно прогнозных притоков воды (колонка 7);

- по формуле (3.5) режим работы водохранилища в условиях полного удовлетворения суммарных плановых расходов общего потребления (колонка 8).

Как следует из расчетов во второй декаде мая прогнозные запасы воды превысили полезную емкость водохранилища, т.е. отвечает условию (3.7). Поэтому для данной декады расчеты выполнены в соответствии с формулами (3.8), (3.9), (3.10) и (3.11); для третьей декады мая, первой и второй декады июня по формулам (3.15), (3.8) и (3.11), для последующих декад по формуле (3.16).

Значения дополнительных и общих транзитных попусков внесены в колонки (9) и (10).

Дальнейшие расчеты по второму и третьему участку выполнены аналогичным образом и их результаты занесены в соответствующие колонки таблицы 3.2.

По результатам расчетов определяем обеспеченности родоподачи на орошение по формуле (3.18)

$$\alpha_1 = 1 + \frac{70}{1066} = 1,066$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{130}{1445} = 0,910$$

$$\alpha_3 = 1 - \frac{235}{1715} = 0,863$$

Устанавливаем, что обеспеченности водоподачи на орошение отвечают условию (3.21), откуда дальнейшими расчетами определяются:

- по формуле (3.40) условную обеспеченность водоподачи на орошение источника орошения в целом за расчетный период

$$\beta = \frac{1065 + 1445 + 1715 + (70 - 130 - 235)}{1,0 \cdot 1065 + 1,1 + 1445 + 1,15 \cdot 1715} = 0,847$$

- по формуле (3.41) условные обеспеченности водоподачи на орошение участков.

$$\beta_1 = 1,0 \cdot 0,847 = 0,847; \quad \beta_2 = 1,1 \cdot 0,847 = 0,932;$$

$$\beta_3 = 1,15 \cdot 0,847 = 0,974$$

- по формуле (3.42) дополнительные транзитные попуски или объемы аккумуляции (колонка I1);
- по формуле (3.43) дополнительные объемы перераспределения водных ресурсов (колонка I2);
- по формуле (3.44) откорректированный режим работы водохранилища (колонка I3);
- по формуле (3.45) суммарные дополнительные попуски (колонка I4). Как следует из результатов расчета последние для третьего водохранилища отвечают условию (3.46) с апреля по май месяц, исходя из чего дополнительно корректируем режим работы данного водохранилища по формуле (3.48) (колонка I5).

Далее отмечается для второго водохранилища несоблюдение ограничения (3.50), исходя из чего устанавливаем

$$\sum_{t=1}^6 \sum_{e=1}^5 \Delta u'_{te} = 11,7 \text{ млн. м}^3$$

$$W_{te} - W'_{te} = 614 - 590 = 24 \text{ млн. м}^3$$

в соответствии с условием (3.52) принимаем

$$\Delta u = \sum_{t=1}^6 \sum_{e=1}^5 \Delta u'_{te} = 11,7 \text{ млн. м}^3$$

- по формуле (3.54) откорректированный режим работы водохранилища в период наполнения принимаем в соответствии с условием (3.56) (колонка I6)

$$\mu = \frac{11,7}{11,7} = 1,0$$

- по формуле (3.55), (3.60) и в соответствии с условиями (3.57), (3.58), (3.59) то же в период сброса водохранилища (колонка I5), получая:

- во второй декаде июня

$$\delta_1 = 0;$$

- в третьей декаде июня

$$\delta_2 = 700 - (671 + 11,7) = 17,7$$

или в соответствии с условием (3.58) принимается

$$\sigma_2^* = 17,7$$

Для первого водохранилища определяются:

- по формуле (3.61) откорректированный режим работы в период его наполнения (колонка I5); принимая по условию (3.62)

$$\gamma = \frac{614 - 596}{11,7} = 1,0$$

- по формуле (3.66) откорректированный режим работы в период сработки водохранилища (колонка I5).

Результаты расчета показывают, что для второго водохранилища вновь не выдерживается условие (3.50), т.е.

$$W_{2\kappa}'' = 736 \text{ млн.м}^3 > W_{2\kappa} = 700 \text{ млн.м}^3$$

Дальнейшими расчетами определяются

- по формуле (3.67) откорректированная обеспеченность водоподачи на орошение в период наполнения водохранилища

$$\alpha_2'' = 0,932 + \frac{736 - 700}{530} = 1$$

- по формуле (3.68) то же в период сработки водохранилища

$$\alpha_2'' = 0,932 - \frac{736 - 700}{915} = 892$$

- по формуле (3.69) откорректированный режим работы водохранилища (колонка I6).

Для оценки возможности установления обеспеченности водоподачи на орошение с учетом приоритетности по времени первого и третьего водохранилища дальнейшими расчетами определяются:

- по формуле (3.71) постоянные

$$d_1 = 0,847 - \frac{1065}{1126} = 0,805 \quad d_2 = \frac{1715}{1816} = 0,923$$

- по формуле (3.70) обеспеченности водоподачи на орошение по времени (колонка I7).

Для второго водохранилища в период его сработки дальнейшими расчетами определяются:

- по формуле (3.74) обеспеченность водоподачи на орошение по времени (колонка I7);

- по формуле (3.75) откорректированный режим работы водохранилищ (колонка I8).

Дальнейшие результаты расчетов сводим в выходную таблицу (4.3), где определены:

- по формуле (3.76) расчетные расходы на орошение по каждому головному водозабору (колонки 6 и 9);

- по формуле (3.77) расчетные расходы головных водозаборов (колонки 4 и 7);

- по формуле (3.78) общие транзитные попуски с водохранилищ (колонка I2);

- по формуле (3.79) расчетный приток воды на участок (колонка 3).

Плановые расходы приоритетных потребителей (колонки 5 и 8) перенесены из табл. 3.1, обеспеченность водоподачи на орошение и режим работы водохранилищ (колонки I0 и 9) из таблицы 3.2.

Т а б л и ц а 3.1

Прогнозные и плановые исходные данные по
источнику орошения с каскадом водохранилищ,
млн. м³

Месяц	Декада	Q_{it}	q_{it}	$\Delta q'_{it}$	Δq_{it1}	q_{it}	$\Delta q'_{it}$	Δq_{it}	Δq_{it2}	U_{it}	ΔW_{it}	W_{it}
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

82

$\alpha_1 = 1.0$

$W_{e,614}$

$W_{e,470}$

Апрель	I	120	20	5	15	20	5	15	10	5	1,00	
	II	85	20	5	15	25	5	20	10	5	1,00	
	III	90	25	5	20	25	5	20	10	5	1,00	
Май	I	90	25	5	20	30	5	25	10	10	1,05	
	II	125	35	10	25	30	5	25	50	10	1,05	
	III	145	35	10	25	35	5	30	65	10	1,05	
Июнь	I	135	40	10	30	35	5	30	50	10	1,10	
	II	100	40	10	30	40	5	35	10	10	1,10	
	III	50	45	10	35	40	5	35	10	10	1,10	
Июль	I	50	45	10	35	45	5	40	10	5	1,10	
	II	55	50	10	40	45	5	40	10	5	1,10	
	III	60	50	10	40	50	5	45	10	5	1,10	
Август	I	55	50	10	40	45	5	40	10	5	1,05	

Продолжение табл. 3.1

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сентябрь	II	45	45	10	35	40	5	35	10	5	1,05
	III	40	40	10	30	35	5	30	10	5	1,05
	I	30	30	5	25	35	5	30	10	5	1,05
	II	30	30	5	25	35	5	30	10	5	1,00
	III	30	30	5	25	35	5	30	10	5	1,00
Апрель	I	240	30	5	25	30	5	25	10	5	1,00
	II	175	35	5	30	35	5	30	10	5	1,00
	III	190	40	5	35	40	5	35	10	5	1,00
	I	200	50	10	40	45	5	40	10	10	1,05
	II	225	55	10	45	45	5	40	10	10	1,05
	III	250	55	10	45	50	5	45	10	10	1,05
Май	I	245	60	10	50	50	5	45	10	10	1,10
	II	210	60	10	50	55	5	50	10	10	1,10
	III	100	65	10	55	55	5	50	10	10	1,10
	I	80	65	10	55	60	5	55	10	5	1,10
	II	75	65	10	55	60	5	55	10	5	1,10
	III	75	70	10	60	55	5	50	10	5	1,10
Июнь	I	240	30	5	25	30	5	25	10	5	1,00
	II	175	35	5	30	35	5	30	10	5	1,00
	III	190	40	5	35	40	5	35	10	5	1,00
	I	200	50	10	40	45	5	40	10	10	1,05
	II	225	55	10	45	45	5	40	10	10	1,05
	III	250	55	10	45	50	5	45	10	10	1,05
Июль	I	245	60	10	50	50	5	45	10	10	1,10
	II	210	60	10	50	55	5	50	10	10	1,10
	III	100	65	10	55	55	5	50	10	10	1,10
	I	80	65	10	55	60	5	55	10	5	1,10
	II	75	65	10	55	60	5	55	10	5	1,10
	III	75	70	10	60	55	5	50	10	5	1,10

$W_{\Sigma} = 600$

$W_{\Sigma} = 700$

$\alpha_2 = 1,1$

83

Продолжение табл. 3.1

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Август	I	70	55	10	45	50	5	45	10	5	1,05		
	II	60	50	10	40	45	5	40	10	5	1,05		
	III	55	45	10	35	40	5	35	10	5	1,05		
Сентябрь	I	40	35	5	30	35	5	30	10	5	1,00		
	II	40	30	5	25	30	5	25	10	5	1,00		
	III	40	25	5	20	25	5	20	10	5	1,00		
Апрель	I	380	40	5	35	35	5	30	10	10	1,00		
	II	285	45	5	40	40	5	35	10	10	1,00		
	III	320	50	5	45	45	5	40	10	10	1,00		
Май	I	330	60	10	50	50	5	45	10	15	1,05		
	II	315	60	10	50	55	5	50	10	15	1,05		
	III	335	65	10	55	55	5	50	100	15	1,05		
Июнь	I	395	65	10	55	60	5	55	10	15	1,10		
	II	340	70	10	60	60	5	55	10	15	1,10		
	III	170	70	10	60	65	5	60	10	15	1,10		

Продолжение табл. 3.1

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7	:	8	:	9	:	10	:	11	:	12
Август	I			105		65		10		55		55		5		50		10		10		1,05
	II			95		60		10		50		50		5		45		10		10		1,05
	III			90		55		10		45		45		5		40		10		10		1,05
Сентябрь	I			70		45		5		40		40		5		35		10		10		1,00
	II			70		40		5		35		35		5		30		10		10		1,00
	III			70		35		5		30		30		5		25		10		10		1,00

Таблица расчета головок волозаборов и режимов работы насосов водохозяйства на
источниках орошения

Т а б л и ц а 3.2

МЕСЯЦ	ДЕНЬ	$Q_{из}$	$q_{из}$	$\Sigma q_{из}$	$\Delta Q_{из}$	$W_{из}$	$\Delta W_{из}$	$\Sigma \Delta W_{из}$	$W_{из}$	$\Delta W_{из}$	$\Sigma \Delta W_{из}$	$W_{из}$	$\Delta W_{из}$	$\Sigma \Delta W_{из}$	$W_{из}$	$\Delta W_{из}$	$\Sigma \Delta W_{из}$	$W_{из}$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Апрель																		
$W_{из}=624$																		
I	1	120	10	30	55	65	535	0	10	-6,6	4,6	533	-6,6	534		0,80	535	15,5
II	2	85	10	35	60	25	560	0	10	-7,7	5,4	556	-7,7	558		0,80	561	16,4
III	3	90	10	40	65	25	585	0	10	-8,8	6,1	578	-8,8	582		0,80	587	17,3
I	4	90	10	45	75	15	600	0	10	-9,9	6,9	590	-9,9	596		0,84	601	18,0
II	5	125	15	50	85	40	600	0	50	-11,0	7,6	587	-11,0	595		0,84	600	19,0
III	6	145	15	55	90	55	600	0	65	-12,0	8,4	583	-12,0	593		0,84	599	19,0
I	7	135	15	60	95	40	600	0	50	-13,2	9,2	579	-13,2	591		0,88	595	19,2
II	8	100	15	65	100	0	600	0	10	-14,3	10,0	575	-14,3	587		0,88	589	19,0
III	9	50	15	70	105	-55	545	0	10	-15,8	10,7	515	-15,8	515		0,88	515	25,6
I	10	50	15	75	106	-45	490	0	10	-16,4	11,5	455	-16,4	455		0,88	451	36,4
II	11	55	15	80	110	-65	435	0	10	-17,5	12,2	395	-17,5	395		0,88	390	27,5
III	12	60	15	85	115	-65	380	0	10	-18,6	13,0	334	-18,6	334		0,88	325	28,6
I	13	55	15	90	110	-55	325	0	10	-17,5	12,2	274	-17,5	274		0,84	286	27,5
II	14	45	15	70	100	-65	270	0	10	-15,6	10,7	214	-15,6	214		0,84	206	29,5
III	15	40	15	60	90	-50	220	0	10	-13,2	9,2	180	-13,2	180		0,84	173	23,2
I	16	30	10	55	80	-60	170	0	10	-12,0	8,4	107	-12,0	107		0,80	102	22,0
II	17	30	10	55	80	-50	120	0	10	-12,0	6,4	53	-12,0	53		0,80	51	22,0
III	18	30	10	55	80	-60	70	0	10	-12,0	8,4	0	-12,0	0		0,80	0	22,0
$W_{из}=700$																		
I	19	130	10	50	75	55	655	0	10	1,1	3,4	659	-5,5	658		1,00	655	15,5
II	20	100	10	80	85	15	670	0	10	1,3	4,1	680	-6,3	673		1,00	670	16,3
III	21	110	10	70	95	15	685	0	10	1,5	4,8	701	-7,3	697		1,00	695	17,3
I	22	120	15	80	115	5	690	0	10	1,8	5,4	713	-8,1	707		1,00	690	18,1
II	23	150	15	85	120	30	700	20	30	1,9	5,7	731	-9,1	723		1,00	700	19,1
III	24	170	15	90	125	45	700	45	55	2,0	6,1	739	-10,0	729		1,00	700	19,0

Поговорные табл. 3.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Июль	I	160	15	15	95	130	30	700	20	30	2.1	6.5	748	-11.1	736	700	1.000	700	41.1
	II	130	15	100	105	135	-15	685	0	10	2.2	6.8	742	-12.1	730	698	0.930	695	22.1
	III	60	15	105	110	140	-30	805	0	10	2.3	7.2	671	-13.3	671	643	0.920	637	23.3
Июль	I	40	15	110	110	140	-100	505	0	10	2.4	7.5	581	-14.0	581	537	0.920	546	24.0
	II	30	15	110	110	140	-110	395	0	10	2.4	7.5	481	-15.1	481	462	0.920	450	25.1
	III	25	15	100	100	130	-105	240	0	10	2.2	6.8	385	-16.4	385	360	0.920	345	25.4
Август	I	25	15	90	90	130	-95	195	0	10	2.0	6.1	238	-15.5	238	237	0.875	274	25.5
	II	25	15	80	80	110	-85	110	0	10	1.8	5.4	230	-13.8	230	218	0.875	208	23.8
	III	25	15	70	70	100	-75	35	0	10	1.5	4.8	151	-11.7	151	145	0.875	134	21.7
Сентябрь	I	20	10	60	60	85	-65	-30	0	10	1.3	4.1	92	-10.7	92	89	0.835	81	20.7
	II	20	10	50	50	75	-55	-35	0	10	1.1	3.4	42	-10.9	42	40	0.835	35	20.9
	III	20	10	40	40	65	-45	-130	0	10	0.9	2.7	0	-11.1	0	0	0.835	0	21.1
						$W_0 = 400$					$W_0 = 700$			$a_1 = 1.15$					
Апрель	I	150	10	65	95	135	55	455	0	10	7.2	1.7	464	1.7	462	466	0.920	466	10.0
	II	120	10	75	105	135	15	470	0	10	6.3	1.9	489	2.0	485	483	0.920	483	10.0
	III	130	10	85	115	145	15	485	0	10	9.4	2.2	516	2.1	510	522	0.920	522	10.0
Май	I	140	15	95	135	155	5	490	0	10	10.6	2.5	534	2.5	526	539	0.966	539	10.0
	II	170	15	100	140	160	30	520	0	10	11.1	2.5	577	2.0	568	584	0.966	584	10.0
	III	190	15	105	145	165	45	565	0	10	11.6	2.7	637	1.6	627	641	0.966	641	10.0
Июль	I	180	15	110	150	170	30	595	0	10	12.2	2.8	682	1.1	670	680	1.012	680	10.0
	II	140	15	115	155	175	-15	590	0	10	12.8	3.0	683	0.7	669	675	1.012	675	10.0
	III	80	15	120	160	180	-80	500	0	10	13.3	3.1	619	0.0	605	608	1.012	608	10.0
Июль	I	60	15	125	160	180	-100	400	0	10	13.8	3.2	536	-0.2	523	521	1.012	521	10.0
	II	50	15	125	160	180	-110	290	0	10	13.8	3.2	443	-1.3	431	427	1.012	427	10.0
	III	45	15	115	150	170	-105	185	0	10	12.8	3.0	354	-3.6	346	334	1.012	334	10.0
Август	I	45	15	105	140	160	-95	90	0	10	11.6	2.7	273	-3.9	269	259	0.966	259	10.0
	II	45	15	95	130	150	-85	5	0	10	10.6	2.5	211	-3.8	200	190	0.966	190	10.0
	III	45	15	85	120	140	-75	-70	0	10	9.4	2.2	138	-2.3	140	151	0.966	151	10.0
Сентябрь	I	40	10	75	105	135	-65	-135	0	10	8.3	1.9	83	-2.4	87	82	0.920	82	10.0
	II	40	10	65	95	125	-55	-190	0	10	7.2	1.7	37	-3.7	45	43	0.920	43	10.0
	III	40	10	55	85	115	-45	-235	0	10	6.1	1.4	0	-4.0	11	12	0.920	12	10.0

Таблица 3.3

Результаты расчета по оперативной корректировке
графика головных водозаборов и режима работ
каскада водохранилищ на источнике орошения, млн. м³

Месяц	Декада	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Q'_{it}	V_{it}	$\Delta q'_{it}$	ΔV_{it}	V_{it}	$\Delta q'_{it}$	ΔV_{it}	$\Delta q'_{it}$	ΔV_{it}	L_{it}	W'_{it}	L'_{it}
	I												
	II												
	III												
Апрель	I	120	17,0	5	12,0	17,0	5	12,0	5	12,0	0,80	535	15,5
	II	85	17,0	5	12,0	21,0	5	16,0	5	16,0	0,80	561	16,4
	III	90	21,0	5	16,0	21,0	5	16,0	5	16,0	0,80	587	17,3
Май	I	90	21,8	5	16,8	26,0	5	21,0	5	21,0	0,84	601	18,0
	II	125	31,0	10	21,0	26,0	5	21,0	5	21,0	0,84	600	59,0
	III	145	31,0	10	21,0	30,2	5	25,2	5	25,2	0,84	599	75,0
Июнь	I	135	36,4	10	26,4	31,4	5	26,4	5	26,4	0,88	595	63,2
	II	100	36,4	10	26,4	35,8	5	30,8	5	30,8	0,88	509	35,0
	III	50	40,8	10	30,8	35,8	5	30,8	5	30,8	0,88	515	25,6
Июль	I	50	40,8	10	30,8	40,2	5	35,2	5	35,2	0,88	451	36,4
	II	55	45,2	10	35,2	40,2	5	35,2	5	35,2	0,88	390	27,5
	III	60	45,2	10	35,2	44,6	5	39,6	5	39,6	0,88	325	28,6
Август	I	55	43,6	10	33,6	38,6	5	33,6	5	33,6	0,84	266	27,5
	II	45	39,4	10	29,4	34,4	5	29,4	5	29,4	0,84	208	25,6

 $W_{ot}=470$ $W_{e}=614$ $\alpha_1=1,0$

Продолжение табл. 3.3

I		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сентябрь		III	40	35,2	10	25,2	30,2	5	25,2	0,84	173	23,2
		I	30	25,0	5	20,0	29,0	5	24,0	0,80	102	22,0
		II	30	25,0	5	20,0	29,0	5	24,0	0,80	51	22,0
		III	30	25,0	5	20,0	29,0	5	24,0	0,80	0	22,0
Апрель										$\alpha_2 = 1,1$		
		I	135,5	30,0	5	25,0	30,0	5	25,0	1,00	655	15,5
		II	106,4	35,0	5	30,0	35,0	5	30,0	1,00	670	16,3
		III	117,3	40,0	5	35,0	40,0	5	35,0	1,00	685	17,3
Май		I	128,0	50,0	10	40,0	45,0	5	40,0	1,00	390	18,1
		II	159,0	55,0	10	45,0	45,0	5	40,0	1,00	700	39,1
		III	180,0	55,0	10	45,0	40,0	5	45,0	1,00	700	65,0
		I	173,2	60,0	10	50,0	50,0	5	45,0	1,00	700	41,1
Июнь		II	145,0	56,0	10	46,0	51,0	5	46,0	0,92	695	22,1
		III	75,6	60,6	10	50,6	51,0	5	46,0	0,92	637	23,3
		I	66,4	60,6	10	50,6	55,6	5	50,6	0,92	546	24,0
		II	47,5	60,6	10	50,6	55,6	5	50,6	0,92	450	25,1
Июль		III	43,6	65,2	10	55,2	51,0	5	46,0	0,92	345	26,4
		I	42,5	49,42	10	39,42	44,42	5	39,42	0,876	274	25,5
		II	40,6	45,04	10	35,04	40,04	5	35,04	0,876	206	23,8
		III	38,2	40,66	10	30,66	35,66	5	30,66	0,876	134	21,7

Продолжение табл. 3.3

90

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7	:	8	:	9	:	10	:	11	:	12
Сентябрь	I		32		30,05		5		25,05		30,05		5		25,05		0,835		81		20,7	
	II		32		25,88		5		20,88		25,88		5		20,88		0,835		85		20,9	
	III		32		21,70		5		16,70		21,70		5		16,70		0,835		0		21,1	
Апрель	I		155,5		37,20		5		32,20		32,60		5		27,60		0,920		466		10,0	
	II		126,3		41,80		5		36,80		37,20		5		32,20		0,920		493		10,0	
	III		147,3		46,40		5		41,40		41,80		5		36,80		0,920		522		10,0	
Май	I		148,1		58,30		10		48,30		48,47		5		43,47		0,966		539		10,0	
	II		129,1		58,30		10		48,30		53,30		5		48,30		0,966		584		10,0	
	III		200,0		63,13		10		53,13		53,30		5		48,30		0,966		641		10,0	
Июнь	I		191,1		65,66		10		55,66		60,66		5		55,66		1,012		680		10,0	
	II		152,1		70,72		10		60,72		60,66		5		55,66		1,012		676		10,0	
	III		93,3		70,72		10		60,72		65,72		5		60,72		1,012		608		10,0	
Июль	I		74,0		70,72		10		60,72		70,78		5		65,78		1,012		521		10,0	
	II		65,1		76,78		10		65,78		65,72		5		60,72		1,012		427		10,0	
	III		61,4		70,72		10		60,72		60,66		5		55,66		1,012		334		10,0	
Август	I		60,5		63,13		10		53,13		53,30		5		48,30		0,966		259		10,0	
	II		58,8		58,30		10		48,30		48,47		5		43,47		0,966		190		10,0	
	III		56,7		53,47		10		43,47		43,84		5		38,84		0,966		131		10,0	
Сентябрь	I		50,7		41,80		5		36,80		37,20		5		32,20		0,920		820		10,0	
	II		50,9		97,20		5		32,20		32,60		5		27,60		0,920		430		10,0	
	III		51,1		32,60		5		27,60		28,00		5		23,00		0,920		120		10,0	

И н с т р у к ц и я
по оперативному межхозяйственному
водораспределению на оросительных
системах

Редактор Е. Ялфимова

Заказ № 482.

Объем 4,5 уч.-изд. л

Тираж 20 экз.

Отпечатано на ротапринтере САНИИРИ

Ташкент, Я. Коласа, 24