

**ШВЕЙЦАРСКОЕ АГЕНТСТВО ПО МЕЖДУНАРОДНОМУ РАЗВИТИЮ И
СОТРУДНИЧЕСТВУ (SDC)**

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ КООРДИНАЦИОННАЯ
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КОМИССИЯ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (МКВК)**

**Научно-информационный центр МКВК
(НИЦ МКВК)**

ПРОЕКТ «ИУВР-ФЕРГАНА»

**ПОСОБИЕ ПО МОНИТОРИНГУ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АВП**

ТАШКЕНТ – 2006 г.

Пособие подготовлено в рамках АВП проекта «ИУВР-Фергана» под руководством профессора В.А. Духовного. При подготовке пособия приняли участие региональный руководитель проекта В.И. Соколов, руководитель деятельности АВП проекта М.А Пинхасов и ассистенты деятельности АВП проекта Алимджанов А.А. и Абасова Д.К.

Пособие предназначено для широкого круга водопользователей и специалистов, работающих в АВП.

В настоящее время в связи с проводимыми реформами в сельском и водном хозяйствах в странах Центральной Азии усиливаются требования к взаимоотношениям между водохозяйственными организациями и АВП, между АВП и водопользователями.

Под наблюдением и контролем должны находиться такие показатели, как водообеспеченность АВП и водопользователей, равномерность водораспределения между водопользователями в АВП и устанавливается, насколько ущемлены по воде хозяйства, расположенные в концевой части каналов АВП.

Использованные сокращения

АВП - ассоциация водопользователей

ВХО – водохозяйственная организация

ПВ – план водопользования

СХК - сельскохозяйственная культура

ВП- водопользователи

ГВП – группа водопользователей

ФСНИ - фактический сток с нарастающим итогом

ПСНИ - плановый сток с нарастающим итогом

Принятые термины и определения

Водоподача – подвод воды из канала высшего порядка в канал последующего порядка.

Водозабор – забор воды из реки или водоема для орошения, обводнения, водоснабжения, использования водной энергии и т.д.

Водообеспеченность – отношение фактического водозабора к планируемому.

Декадный график распределение воды - распределение воды в течение декады водопользователям с указанием конкретной даты и значения расхода воды.

Заявочные дни – заявка водопользователей на воду на определенный объем воды и в определенный срок.

Постоянный расход – подача воды водопользователям с постоянным расходом в течение поливного периода в соответствии со среднедекадными расходами, предусмотренных в плане водопользования.

Канал второго порядка – канал, получающий воду из магистрального канала для обеспечения водой двух и более водопользователей.

Коэффициент полезного действия канала или его участка – отношение объемов или расходов воды в конце канала (или его участка) к объему или расходу воды в голове этого канала.

Равномерность распределения воды – степень обеспечения равномерности распределения воды между водопользователями относительно плановой потребности или поданных заявок.

Стабильность вододачи - стабильная подача воды водохозяйственной организацией АВП в течение суток, декады, месяца и нарастающим итогом в вегетационный (межвегетационный) период.

Сосредоточенный расход – подача воды водопользователям за короткий промежуток времени по сравнению с режимом орошения СХК.

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей ВХО и АВП является доставка воды в отводы водопользователей в определенное время и в необходимом объеме и в соответствии с режимом орошения СХК.

Водохозяйственная деятельность ВХО и АВП тесно взаимосвязана. Так, если ВХО организовала свою работу на высоком техническом уровне, а АВП не смогла организовать равномерное распределение воды между водопользователями, тогда все усилия ВХО по техническому оснащению системы напрасны и малоэффективны. Аналогичная ситуация складывается, если АВП составила оптимальные графики распределения воды, а ВХО не смогла стабильно обеспечить ее водой.

Из-за этой несогласованности режимов работ ВХО и АВП страдают, прежде всего, водопользователи.

Основными задачами АВП по использованию водных ресурсов являются:

- обеспечение гарантированного и равноправного распределения воды между водопользователями;
- сокращение непроизводительных потерь воды в оросительной сети АВП;
- обеспечение свободного доступа к информации по вододелению между водопользователями АВП.

Мониторинг водопользования в АВП должен помочь решить поставленные задачи и повысить эффективность работы ВХО и АВП.

МОНИТОРИНГ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АВП

Мониторинг водопользования в АВП невозможно организовать без своевременного и правильного учета воды на гидромелиоративных системах АВП.

Учет воды на оросительных системах осуществляется с помощью сети гидрометрических постов, тарифированных гидросооружений и водомерных устройств на оросительной и коллекторно-дренажной сети АВП.

Гидрометрические посты подразделяются на:

- а) головные – в головах каналов второго порядка, получающих воду из магистрального канала и из других источников орошения;
- б) распределительные – в головах ветвей каналов третьего и последующих порядков и в пунктах выдела воды хозяйствам – водопользователям для учета поданной им воды.
- в) сбросные – на каналах и коллекторах для учета сбросных и возвратных вод.

Виды водоизмерительных средств зависят от расходов и русловых характеристик оросительной сети.

Стандартные водомерные устройства, прошедшие отраслевой стандарт и рекомендуемые для измерения расходов воды в каналах с расходами до $1 \text{ м}^3/\text{с}$, приведены в пособии Масумова Р.Р. «Водоучет в АВП».

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОУЧЕТА НА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ АВП

На голове каналов второго порядка, где функционирует гидропост водохозяйственной организации, измерение расходов воды производится гидротехником гидроучастка АВП совместно с участковым гидротехником канала.

Гидротехник АВП организует распределение воды между водопользователями по суточному графику распределения воды по каналам АВП.

Чтобы обеспечить достоверность и информированность водопользователей при распределении воды между ними, необходимо присутствие в гидропостах назначенного представителя от хозяйств (ширкатного, фермерского хозяйства, приусадебных участков и т.д.) и гидрометра АВП.

Водопользователи совместно с гидрометром АВП производят ежедневно трехразовый замер воды на гидропостах (8^{00} , 14^{00} и 20^{00} часов). Дополнительные замеры проводятся и в случае изменения расходов воды в канале.

Данные о замерах воды в гидропостах записываются гидрометром АВП в специальном журнале учета суточных замеров воды (табл. 1).

В этом журнале фиксируются следующие данные:

- источник воды;
- название канала второго порядка;
- структурный номер отвода;
- название гидропоста;
- тип средства водоучета в данном гидропосте;
- расчетная формула для вычисления расхода воды в данном гидропосте.

Таблица 1

ЖУРНАЛ УЧЕТА СУТОЧНЫХ ЗАМЕРОВ ВОДЫ

АВП _____ канал 2 порядка _____ струк. номер отвода _____
 названия отвода _____ тип средства водоучета _____ расчет. формула _____
 месяц _____

Дата	Показания рейки во времени, см			Средняя высота рейки h_{cp} , см	Средний расход Q , л/с	Сток, W , т.м3	Сток нарастающий $W_{ни}$, т.м3
	8 ч.	14 ч.	20 ч.				
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1							
2							
...							
9							
10							
сред							
Подпись гидрометра АВП				Подпись В/пользователя			

Структура журнала

- ❖ в первую графу записывается дата измерения расходов воды;
- ❖ во второй, третьей и четвертой графах записываются показания рейки при трех замерах (h_1, h_2 и h_3 соответственно в 8⁰⁰, 14⁰⁰ и 20⁰⁰ часов);
- ❖ в пятой графе – записывается среднее значение показания уровнемерной рейки, определяемое по формуле

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}, \text{ см}$$

- ❖ в шестой графе фиксируется значение среднесуточного расхода воды ($Q_{сут}$), определенное с помощью расчетной формулы средства водоучета;
- ❖ в седьмой графе производится запись суточного стока воды, определяемый по формуле:

$$W_{сут} = 0.0864 * Q_{сут},$$

где: 0.0864 – коэффициент для преобразования среднесуточного расхода воды в суточный сток

- ❖ в восьмой графе к значению полученного объема воды добавляется значение предыдущего объема забора воды, начиная с вегетационного (межвегетационного) периода.

$$W_{н.и.} = \sum_1^n W$$

Значение среднедекадного расхода определяется по формуле:

$$Q_d^{cp} = \frac{\sum (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_9 + Q_{10})}{T_d} \text{ л/с,}$$

где: $Q_1, Q_2, \dots, Q_{10(11)}$ - среднесуточное значение расходов воды; л/с
 T_d - число дней декады.

Сток воды за декаду определяется суммированием суточных значений стока.

В случаях отклонения расходов воды от графика водоподдачи производится его корректировка. После окончания каждой декады гидрометр канала второго порядка и представитель водопользователя совместно подтверждают объем полученной воды.

Исходные материалы для мониторинга водопользования в АВП

Для мониторинга водопользования в АВП необходимо иметь в табличной форме плановые и фактические суточные показатели водоподачи по каналам АВП (табл.2) и графики суточного распределения воды по ГВП, выращивающих определенную СХК (табл. 6 и 8 приводятся ниже).

Таблица 2

Показатели плановой, заявочной и фактической водоподачи за вегетационный период по каналам второго порядка в АВП, в тыс. м³

№ пп	Наименование каналов АВП	Орош. площадь, га	Показатели водоподачи	апрель												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого за декаду	11	12
1	1--канал АВП		план													
			заявка													
			факт													
...
N	N- канал АВП		план													
			заявка													
			факт													
В целом по АВП			план													
			заявка													
			факт													

МОНИТОРИНГ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АВП ПРОВОДИТСЯ В ДВА ЭТАПА:

Этап 1. Анализ фактического обеспечения водой АВП и ее основных каналов со стороны водохозяйственной организации.

На этом этапе с помощью мониторинга решаются следующие задачи:

- отслеживается выполнение плана, лимита водопользования:
 - ✓ в целом по АВП,
 - ✓ по главным каналам АВП;
- определяется стабильность водообеспечения в АВП
- определяется водообеспеченность:
 - ✓ в целом по АВП,
 - ✓ по каналам АВП
- определяется равномерность водораспределения по каналам АВП;
- определяется КПД каналов АВП за определенный промежуток времени;
- определяется, какими видами вод покрывается потребный объем воды в целом по АВП, по отдельным каналам АВП;
- вносится корректировка в ежесуточный объем водораспределения между водопользователями

Имеется два показателя фактического обеспечения водой АВП водохозяйственной организацией:

- суточный.
- декадный;

Суточное обеспечение водой каналов АВП (стабильности водоподачи ВХО в каналы АВП), определяется по формуле:

$$S_{id\lambda}^{\kappa} = 1 - \frac{\sqrt{\sum_{\varepsilon=1}^n (\alpha_{id\lambda} - \alpha_{i\lambda\varepsilon})^2}}{n + 1} \cdot \alpha_{id\lambda};$$

$$\alpha_{id\varepsilon} = \frac{Q_{id\varepsilon}^f}{Q_{id\varepsilon}^p},$$

- где: $S_{i\lambda}^{\alpha}$ – коэффициент стабильности водоподачи в канал АВП в течение суток;
 $Q_{id\varepsilon}^{f,p}$ – плановый и фактический среднесуточный расход в голове канала АВП;
 $\alpha_{id\lambda}$ – декадная водообеспеченность канала АВП;
 $\alpha_{id\varepsilon}$ – суточная водообеспеченность канала АВП;
 κ – индекс стабильности среднесуточной водоподачи;
 ε – индекс суток;
 n – число наблюдений (суток) $n = 10$ или 11 суток;

Полученные коэффициенты стабильности водоподачи за декаду по каналу АВП вносятся в табл.3.

Таблица 3

Коэффициент стабильности водоподачи из магистрального канала в канал АВП на декаду месяца 200..... г.

№ пп	Наименование канала АВП	Орошаемая площадь, га	Дни декады, сутки	Плановая водоподача, м ³ /с	Фактическая водоподача, м ³ /с	Водообеспеченность, в %% от плана
			1			
			2			
			3			
					
			9			
			10			
	Среднедекадное значение					
	Стабильность водоподачи					

Декадное фактическое обеспечение водой каналов АВП

- Фактическая декадная водообеспеченность каналов АВП относительно плановых показателей определяется по формуле:

$$\alpha_{id\lambda} = \frac{Q_{id\lambda}^f}{Q_{id\lambda}^p}$$

- где: $Q_{id\lambda}^p$ – плановый среднедекадный расход в голове канала АВП;
 $Q_{id\lambda}^f$ – фактический среднедекадный расход в голове канала АВП

Коэффициенты водообеспеченности за декаду по каналу АВП вносятся в табл.4.

Таблица 4

Водообеспеченность каналов АВП за вегетационный период 20 года

№ пп	Наименование каналов второго порядка	Орошаемая площадь, га	Показатели водоподачи	месяцы						
				апрель			...	сентябрь		
				I	II	III	...	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7		20	21	22
1	Канал 1		план							
			заявка							
			факт							
			% факт/план							
			% факт/заявка							
2	Канал 2		план							
			заявка							
			факт							
			% факт/план							
			% факт/заявка							

Водообеспеченности каналов АВП с нарастающим итогом

Коэффициент водообеспеченности каналов АВП с нарастающим итогом определяется по формуле:

$$BO_{\text{ити}}^{f/p/\text{канал АВП}} = \frac{W_{\text{н.и.}}^{f/\text{канал АВП}}}{W_{\text{н.и.}}^{p/\text{канал АВП}}},$$

где: $BO_{\text{ити}}^{f/p/\text{канал АВП}}$ - коэффициент водообеспеченности канала АВП с нарастающим итогом
сначала вегетационного периода, тыс. м³;

$W_{\text{н.и.}}^{f/\text{канал АВП}}$ - фактический сток с нарастающим итогом сначала вегетационного периода
в канале АВП, тыс. м³;

$W_{\text{н.и.}}^{p/\text{канал АВП}}$ - плановый сток с нарастающим итогом сначала вегетационного периода
в канале АВП, тыс. м³;

Показатели фактической водообеспеченности водопользователей с нарастающим итогом вносятся в табл.5.

Таблица 5

Показатели плановой и фактической водоподачи по водопользователям АВП
"....." за вегетационный период

№ пп	Наименование канала АВП	Орош. пл-дь, га	Показатели	месяцы						
				апрель			...	сентябрь		
				I	II	III	...	I	II	III
1	Канал АВП-1		Плановый расход, л/с							
			Плановый сток, тыс.м ³							
			ПСНИ, тыс.м ³							
			Фактический расход, л/с							
			Фактический сток, тыс. м ³							
			ФСНИ, тыс.м ³							
			Водообеспеченность, в % ФСНИ/ПСНИ							

Примечание: ФСНИ - фактический сток с нарастающим итогом
ПСНИ - плановый сток с нарастающим итогом

Анализ полученных коэффициентов суточной и декадной водообеспеченности каналов АВП позволяют оценить, насколько ВХО стабильно обеспечивала водой АВП.

Обеспечение водой водохозяйственной организацией каналов АВП за определенный период в пределах от 90 до 110 % плана считается допустимой, не влекущей за собой отрицательных последствий для хозяйств водопользователей¹.

Этап-2. Мониторинг распределения воды между водопользователями канала АВП

С помощью мониторинга водопользования решаются следующие задачи:

- отслеживается выполнение плана, лимита водопользования по хозяйствам– водопользователям – членам АВП;
- определяется водообеспеченность по водопользователям АВП;
- определяется равномерность водообеспечения по водопользователям АВП;
- вносится корректировка в ежесуточном объеме водораспределения между водопользователями
- определяется, какими видами вод покрывается потребный объем воды по водопользователям или группам водопользователей

В целях привлечения водопользователей в процесс водораспределения и сделать этот процесс открытым, доступным и наглядным результаты мониторинга водопользования необходимо отразить на специально подготовленных стендах.

В стендах должны быть представлены графики суточного планирования водопользования по группам водопользователей, где указываются выращиваемые СХК, дни, значения расхода и очередность получения воды каждым водопользователем (показатели табл. 6 и 8).

Каждый день гидротехник АВП фиксирует фактические результаты водораспределения в графиках суточного водопользования.

Гидротехник АВП и водопользователи следят за ходом выполнения суточных графиков водораспределения и в случае отклонения от плановых показателей гидротехником АВП вносятся корректировки в графиках водораспределения.

¹ Ирригация Узбекистана, том 4 страница 45.

Таблица 6

Суточное водораспределение между ВП и ГВП, выращивающие СХК-1 в канале АВП (л/с)

ВП, выращ. СХК-1	Орош. пл-дь, га	Пока- зате-ли	А п р е л ь														Водоподача за 1 вег.полив							
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	...	22	23	24	25	26	план	факт	ВО	
ВП-2	$\Omega_{\text{СХК-1}}$	план																	x_p					
		факт																						
ГВП-1	$\Omega_{\text{СХК-1}}$	план																	x_p	x_o				
		факт																						
ВП-3	$\Omega_{\text{СХК-1}}$	план																x_1	x_o					
		факт																						
ВП-4	$\Omega_{\text{СХК-1}}$	план																x_1	x_1					
		факт																						
ВП-5	$\Omega_{\text{СХК-1}}$	план																						
		факт																						
ГВП-2	$\Omega_{\text{СХК-1}}$	план							x_p	x_1	x_1	x_1												
		факт																						
ВП-6	$\Omega_{\text{СХК-1}}$	план	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_o																
		факт																						
ГВП СХК-1	$\sum \Omega_{\text{гр.СХК-1}}$	план	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1					x_1	x_1	x_1	x_1	x_1			
		факт																						

Показатели фактической водообеспеченности водопользователей и групп водопользователей при каждом вегетационном поливе вносятся в табл.7 и 9.

Таблица 7

Водообеспеченность ВП и ГВП, выращивающих СХК-1 в канале АВП на вегетационный период 20__ года

ВП, выращ. СХК-1	Орош. пл-дь, га	Водоподача за 1 вег.полив			...			Водоподача за N вег.полив			Всего за вегеацию		
		план	факт	ВО	план	факт	ВО	план	факт	ВО	план	факт	ВО
ВП-2	$\Omega_{\text{СХК-1}}$												
ГВП-1	$\Omega_{\text{СХК-1}}$												
ВП-3	$\Omega_{\text{СХК-1}}$												
ВП-4	$\Omega_{\text{СХК-1}}$												
ВП-5	$\Omega_{\text{СХК-1}}$												
ГВП-2	$\Omega_{\text{СХК-1}}$												
ВП-6	$\Omega_{\text{СХК-1}}$												
ГВП СХК-1	$\sum \Omega_{\text{гр.СХК-1}}$												

Таблица 8

Суточное водораспределение между ВП и ГВП, выращивающих СХК-2 в канале АВП (л/с)

ВП, выращ. СХК-2	Орош. пл-дь, га	Пока- зате- ли	А п р е л ь															
			Водоподача за 1 вег.полив										11	12	13			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				план	факт	ВО
ГВП-1	$\Omega_{\text{схк-2}}$	план											y_p	y_1				
		факт																
ВП-3	$\Omega_{\text{схк-2}}$	план					y_1	y_1	y_1	y_1	y_0							
		факт																
ВП-4	$\Omega_{\text{схк-2}}$	план		y_p	y_1	y_1										y_p	y_2	
		факт																
ВП-5	$\Omega_{\text{схк-2}}$	план	y_1	y_p												y_2	y_p	
		факт																
ГВП-2	$\Omega_{\text{схк-2}}$	план	y_1	y_0												y_2	y_0	
		факт																
ГВП СХК-2	$\sum \Omega_{\text{гр.схк-2}}$	план	y_1	y_1	y_1	y_1	y_1	y_1	y_1	y_1	y_1	y_1				y_2	y_2	y_2
		факт																

Таблица 9

Водообеспеченность ВП и ГВП, выращивающих СХК-2 в канале АВП на вегетационный период 20__ года

ВП, выращ. СХК-2	Орош. пл-дь, га	Водоподача за 1 вег.полив			...			Водоподача за N вег.полив			Всего за вегеацию		
		план	факт	ВО	план	факт	ВО	план	факт	ВО	план	факт	ВО
ГВП-1	$\Omega_{\text{схк-2}}$												
ВП-3	$\Omega_{\text{схк-2}}$												
ВП-4	$\Omega_{\text{схк-2}}$												
ВП-5	$\Omega_{\text{схк-2}}$												
ГВП-2	$\Omega_{\text{схк-2}}$												
ГВП СХК-2	$\sum \Omega_{\text{гр.схк-2}}$												

Равномерность водораспределения между водопользователями по каналу АВП

Коэффициент равномерности водоподачи из канала АВП определяется по формуле:

$$U_v = \frac{\alpha_{vни}^{f/p}}{\alpha_{\lambda ни}^{f/p}},$$

$$\alpha_{\lambda}^{f/p} = \frac{W_{\lambda ни}^f}{W_{\lambda ни}^p},$$

где: U_v – коэффициент равномерности водоподачи вегетационного полива из канала АВП в v-ому отводу;

$\alpha_{vни}^{f/p}$ – коэффициент водообеспеченности водопользователя с нарастающим итогом с начала вегетационного периода;

