

## ИНДИКАТОРЫ ИУВР

В.А. Духовный, Н.Н. Мирзаев, А.И. Тучин

Управление водой - это процесс, который, как мы установили ранее, характеризуется определёнными принципами и включает в себя ряд важнейших взаимосвязанных компонентов. В первую очередь, это сами располагаемые водные ресурсы по всем их показателям и инженерная инфраструктура для доставки воды водопотребителям или водопользователям. Управление предполагает обязательную оценку требований на воду, постоянное балансирование наличных водных ресурсов с потребностью. Управление включает процедуру вододеления, непосредственные услуги по подаче воды и в конце всего этого - само использование воды. К этому следует добавить методы управления качеством воды и удовлетворение экологических требований,

Таблица 3.1.  
Компоненты процесса управления водой и индикаторы их реализации

Компоненты управления		Задачи	Индикаторы
Располагаемые водные ресурсы	Р У К О В О Д С Т В О	Мониторинг Развитие Охрана	Объёмы, качество, режим, возобновляемость, уровень, изменчивость
Инфраструктура		Эксплуатация	Затраты / Эффективность/ Окупаемость
Требования на воду		Оценка Управление требованиями	уровень/объем/качество/время/место
Баланс воды и вододеление		Участие План (режим) Регламент	Норматив расхода Критерий справедливости и разумности (доля \ квота \ лимит)
Подача (доставка) воды		Гарантия водообеспечения	Водообеспеченность, равномерность, стабильность, минимум непродуктивных потерь
Использование воды и продуктивность		Продукция и водосбережение	Продуктивность (больше урожая на каплю воды, меньше воды - больше энергии)
Последствия водопользования (ЦРТ)		Устойчивое развитие	Индекс устойчивого использования
Обеспечение управления основными фондами		Поддержание сооружений в рабочем состоянии	Поддержание показателей работоспособности
Управление качеством и экологическими попусками		Обеспечение экологических требований	Показатели качества и величины экопопусков
Мониторинг управления		Возможность оперативного управления	Наличие постоянной информации со всех ключевых узлов водоподачи и распределения
Перспективное планирование		Адаптация к долговременным изменениям	Требования на воду на всём протяжении планируемого времени удовлетворяются

Кроме того, компоненты управления должны определить перспективу изменения основных факторов и составляющих водного баланса, а также механизм адаптации водопользования к этим

изменениям. Естественно, что результативность управления также подлежит постоянной регистрации, анализу и оценке её эффективности. В составе управления имеется ещё целый ряд обеспечивающих элементов, которые формируют финансовые, материальные, кадровые основы управления. Каждый компонент процесса управления решает специфические задачи и может быть оценен соответствующими индикаторами - показателями, позволяющими следить за ходом управления и мониторингом выполнения намеченных целей и задач управления на практике. В табл. 3.1 показаны основные компоненты процесса управления воды, их задачи и предлагаемые индикаторы для оценки качества решения этих задач.

По отношению к главному компоненту - располагаемым ресурсам воды (все виды вод - поверхностные, подземные и другие, доступные для использования) - главные задачи - это их мониторинг (учет), сохранение и развитие. Ключевой индикатор, показывающий, насколько задачи решены - это возобновляемость ресурсов воды с точки зрения объема (или уровня) воды в источнике, качественных показателей воды и амплитуды изменчивости этих параметров во времени. В отношении водохозяйственной инфраструктуры (водохранилища, каналы, гидротехнические сооружения, водопроводы и т.п.) - одной из ключевых задач является правильная эксплуатация, которая включает поддержание нужных режимов, поддержание проектных параметров сооружений, их ремонт, модернизация и если нужно - реконструкция. Качество эксплуатации сегодня определяется такими показателями как затраты (материальные и финансовые), их эффективность и срок службы инфраструктуры. Следующий компонент процесса управления водой - требования на воду - нацелен на оценку потребностей всех заинтересованных в воде потребителей и пользователей и управление этими потребностями исходя из наличия располагаемых водных ресурсов. Главными показателями этого компонента являются учет всех мест, куда необходимо доставить воду, требуемый объем и время (для отдельных пользователей вместо объема может быть затребован уровень воды, а также и качественные показатели воды). После того, как известны располагаемые ресурсы и требования - реализуется следующий компонент процесса - вододеление. Другими словами, это теоретическое построение баланса между ресурсами и требованиями на них. Здесь главные задачи - это максимально вовлечь в переговоры (согласование вододеления) все заинтересованные стороны и установить приемлемый для всех регламент (правила) вододеления. Рекомендуемый индикатор для данного компонента - это критерии справедливости и разумности при установлении долей / квот или лимитов водопользования. Следующий компонент процесса управления водой - подача воды из источников водопотребителям - то есть оказание услуг по доставке воды. Рекомендуемые индикаторы для оценки качества исполнения этих услуг - равномерность и стабильность водоподачи при минимальных непродуктивных потерях воды. Наконец, ключевой компонент процесса - использование воды, включая безвозвратное. Здесь главная задача - создать продукт, используя воду или максимально ее саму утилизировать. Рекомендуемый индикатор - удельная продуктивность воды - то есть ее затраченный объем на единицу продукции. Создавая продукт и используя воду, мы должны руководствоваться принципами устойчивого развития (оставить возможности будущим поколениям использовать воду в той же степени как это осуществляется сегодня) и рекомендуемым индикатором при этом может быть индекс неустойчивого использования воды - превышение которого недопустимо.

**К указанным показателям необходимо добавить:**

- показатели потенциала управления, такие как материальное обеспечение управления, выполнение необходимого для поддержания объема ремонтно-восстановительных работ, показатели старения и возобновления основных фондов, кадровая обеспеченность по количеству и качеству, удовлетворение потребности в финансовых ресурсах, обеспечение необходимых объемов подготовки и тренинга кадров и т. д.;
- показатели научно - технического прогресса: соответствие существующего технического оснащения эксплуатационных органов мировому передовому техническому уровню (уровень компьютеризации; автоматизации сооружений; коммуникационного оснащения; системы «он-лайн» получения информации с гидрометрических постов и постов качества и т. д.);

- экологические показатели, отражающие степень соответствия фактического состояния качества вод нормативным, выполнение экологических попусков, состояние ледников и эрозионно-опасных зон; индикаторы биопродуктивности - наличие репрезентативных особей и т. д.

Как показано в табл. 3.1, для взаимодействия компонентов процесса управления необходима система руководства этим процессом, суть которой была описана нами выше в главе 2.

**Особое значение имеют показатели качества управления.** В рамках проекта «ИУВР-Фергана», как указывалось выше в разделе 1.8, разработана и внедряется информационная управляющая система (ИУС), включающая модели планирования водораспределения, компьютерные программы и базу данных (БД) и позволяющая рассчитывать, в частности, показатели качества управления водоподачей и водораспределением [17]. Предложены в частности следующие показатели:

<b>Коэффициент водообеспеченности =</b>	$\frac{\text{Фактическая водоподача}}{\text{Плановая}}$	<b>(3.1)</b>
---	---	--------------

Оптимальным (с биологической точки зрения) является случай, когда коэффициент водообеспеченности равен единице. Коэффициент водообеспеченности на практике не всегда точно отражает степень обеспеченности сельхозкультур в воде. Коэффициент водообеспеченности<sup>1</sup>, в зависимости от цели анализа, рассчитывается различных уровней водной иерархии сверху до низу, включая конечных пользователей.

**Коэффициент суточной стабильности может определяться на отдельный отвод, как**

<b>КСС = 1 - (среднеквадратическое отклонение внутрисуточных наблюдений расходов воды относительно среднесуточного расхода воды// среднесуточный расход воды)</b>	<b>(3.2)</b>
---	--------------

Максимальное значение коэффициента стабильности равно единице.

**Коэффициент декадной стабильности аналогично определяется для отдельного отвода в канал**

<b>Коэффициент декадной стабильности =</b>	$1 - \frac{\text{Среднеквадратическое отклонение среднесуточных расходов воды относительно среднедекадного расхода}}{\text{Среднедекадный расход воды}}$	<b>(3.3)</b>
--	--	--------------

**Коэффициент равномерности водопдачи**

Рассчитывается для отвода или группы отводов (хозяйство, АВП, район, область и т.д.)

<b>Коэффициент равномерности водопдачи =</b>	$1 - \frac{\text{Абсолютное значение разности между водообеспеченностью отвода (или группы отводов) и водообеспеченностью канала}}{\text{Водообеспеченность канала}}$	<b>(3.4)</b>
--	---	--------------

Основополагающим принципом водораспределения, вытекающим из принципа социальной справедливости, в настоящее время является - принципе пропорциональности. Критерием оценки справедливости фактического распределения воды между водопользователями является коэффициент равномерности водопдачи. Максимальное значение коэффициента равномерности равно

<sup>1</sup> Коэффициенты водообеспеченности, стабильности, равномерности и др. являются безразмерными. Чтобы выразить коэффициенты в % надо увеличить их на 100.

единице. Чем выше коэффициент равномерности, тем справедливее происходит процесс водораспределения из канала.

<p><b>Коэффициент равномерности водоподачи из канала = среднеарифметическое значение коэффициентов равномерности водоподачи водопользователей канала</b></p>	<b>(3.5)</b>
--	--------------

**Коэффициент равномерности «голова-конец»**

В практике водораспределения, как правило, существует проблема «голова-конец», когда, расположенные выше по течению источника орошения водопользователи, лучше обеспечены водой, чем нижерасположенные. Коэффициент равномерности «голова-конец» отражает справедливость распределения воды по длине канала.

<p><b>Коэффициент равномерности «голова-конец» = 1 - (абсолютное значение разности между водообеспеченностью 25% водопользователей конечного участка канала и 25% водопользователей головного участка /(водообеспеченность 25% водопользователей конечного участка )</b></p>	<b>(3.6)</b>
--	--------------

**Технический коэффициент полезного действия (КПД)**

<p><b>Технический КПД=</b> <math display="block">\frac{\text{Водоподача+транзит+сброс}}{\text{Головной водозабор+боковой приток}}</math></p>	<b>(3.7)</b>
--	--------------

В принципе максимальное значение технического КПД не может быть больше единицы. Однако в практике водораспределения, в силу того, что рассредоточенный приток воды в ПК учесть очень сложно имеют место случаи, когда КПД больше единицы.

Показатели водораспределения должны быть использованы для оценки качества управления водой. В рамках проекта «ИУВР Фергана» такая оценка проводится систематически. Ниже приведен фрагмент такой оценки. Оценка проведена путем сопоставления основных показателей за 2003- 2007 годы (таблица 3.2).

**Таблица 3.2.**  
**Показатели водораспределения по пилотным каналам проекта ИУВР-Фергана**

Пилотные каналы	Годы	Фактическая водоподача	Водообеспеченность	Равномерность	Стабильность	КПД	Удельная водоподача тыс. м <sup>3</sup> /га
		млн. м <sup>3</sup>	%	%	%		
ЮФК	2003	1053	112	60	85	81	12,6
	2004	925	93	89	87	88	11,0
	2005	871	85	94	85	87	10,3
	2006	816	77	94	84	89	9,2
	2007	643	68	92	84	86	7,2
ААБК	2003	83	74	45	70	54	13,1
	2004	66	88	63	91	53	9,8
	2005	57	77	69	84	54	8,5
	2006	54	75	74	81	59	8,0
	2007	64	83	82	90	59	8,3
ХБК	2003	116	82	36	41	80	14,4
	2004	113	85	82	58	78	15,8
	2005	115	86	73	64	78	16,5
	2006	90	69	80	54	80	12,1
	2007	88	67	77	62	81	11,8

Аналогично проводится оценка на уровне Ассоциаций водопользователей.

Таблица 3.3.  
Оценка воздействия проекта по пилотным АВП

АВП	Годы	Фактическая водоподача, тыс. м <sup>3</sup>	Водообеспеченность, %	Равномерность, %	Стабильность, %	Удельная водоподача, тыс. м <sup>3</sup> /га
Акбарбад	2004	25,7	88	95	87	9,1
	2005	23,1	80	94	86	8,2
	2006	22,5	75	97	82	8,0
	2007	18,0	64	94	83	5,9
Жапалак	2004	11,9	72	82	98	6,3
	2005	9,1	56	73	87	4,9
	2006	10,7	65	88	83	5,7
	2007	12,4	83	99	95	6,6
Заравшон	2004	6,7	61	72	59	8,3
	2005	7,6	69	81	56	9,4
	2006	7,2	66	96	49	8,9
	2007	5,8	46	69	49	6,5

Однако все эти показатели являются индикаторами не ИУВР, а управления водой в канале, АВП, даже системе. Между тем нужна комплексная оценка результативности интегрированного управления, его экономического эффекта, его влияния на конечные цели рубежей тысячелетия. Оценка интегральных показателей эффективности может быть выполнена по нескольким показателям. Например, по соотношению продуктивности воды, поданной в голове системы, к величине потенциальной продуктивности воды при аналогичной структуре площадей сельхоз культур; по отношению объёма воды, поданной в голове водохозяйственной системы, к потребности в воде для выращивания сельхозкультур в размере дефицита эвапотранспирации (для оросительных систем). При комплексной водохозяйственной системе этот показатель может быть рассчитан по суммарному объёму водозабора по отношению к технологической потребности воды для всех водопотребителей, включая орошение по дефициту эвапотранспирации.

При планировании и оценке совершенствования водохозяйственных систем на перспективу очень важно, чтобы показатели были увязаны с Целями Тысячелетия ООН. Такой анализ и последующий выбор вариантов развития водохозяйственного комплекса был произведен в проекте RIWERTWIN на период 25 лет. Проектом было намечено внедрение гидро-экологического комплексного развития бассейна р. Чирчик, в котором участвует гидроэнергетика, водоснабжение, экология и орошение. В результате оценки существующего положения и намеченных мер, которые нашли отражение в различных вариантах модели, были получены показатели развития на ограниченных Водных ресурсах на период до 2030 года.

**Таблица 3.4.**  
**Показатели комплексного развития водных ресурсов в результате внедрения**  
**ИУВР в бассейне реки Чирчик**

№.№	Индикатор	Единицы	Факт 2003	Расчетные, ожидаемые на 2030 год		
				Без изменений	Оптимист	Реалист
1.	Среднегодовое количество ресурсов	км <sup>3</sup>	8.390	8.677	8.973	
1.1	Поверхностный сток	км <sup>3</sup>	7.890	8.107	8.403	
	Включая:					
	• Чирчик	км <sup>3</sup>	7.000	7.088	7.363	
	• Ахангаран	км <sup>3</sup>	0.720	0.729	0.747	
	• Келес	км <sup>3</sup>	0.070	0.176	0.176	
1.2.	Подземные воды	км <sup>3</sup>	0.500	0.570	0.570	
2.	Население	тыс.	4930	6 468	6 293	
3.	Валовый продукт	млн. \$	2112.88	2398.48	3989.99	2839.24
	• промышленность	млн. \$	797.40	676.41	2048.96	898.21
	• агро-индустрия	млн. \$	322.14	352.23	352.23	352.23
	• сельское хоз-во	млн. \$	468.35	489.74	1016.69	1016.69
	• сектор услуг	млн. \$	524.99	880.10	572.11	572.11
4.	ВВП по области	млн. \$	1026.47	1280.87	1734.38	1492.73
4.1	ВВП на душу населения	\$/чел	422.4	377.8	536.79	462.03
5.	Сельскохозяйственный валовый продукт	тыс. тонн	468.58	489.74	1016.69	
	• зерновые		450.03	305.02	627.01	570.5
	• хлопок		189.19	142.20	333.49	246.9
	• овощи		827.50	602.54	1067.37	1584.0
	• фрукты		215.19	304.68	993.12	530.0
	• картофель		375.39	341.50	464.13	758.0
	• мясо		72.10	94.66	197.43	160.0
	• молоко		356.17	465.95	972.00	1200.0
6.	Площадь посевов	тыс. га	380.28	416.1	421.7	
7.	Урожайность					
	• хлопок		2.01	1.39	3.21	4.0
	• зерновые	ц/га	4.16	2.43	5.11	6.3
	• картофель		21.18	11.51	24.78	30.0
	• овощи		22.49	13.08	26.02	29.0
	• фрукты		3.21	3.03	14.09	11.0
	• виноградники		2.38	4.21	17	12.0
	• рис		3.96	2.36	5.19	5.5
8.	Суммарный забор воды	млн. м <sup>3</sup>	4110	5509	5977	
	• для ирригации, Узбекистан		2347	3691	3882	
	• для ирригации, Казахстан		489	483	761	
	• Водоканалы		798	876	876	
	• Прочие (включая промышленность)		476	459	461	
	Транзит через турбины ГЭС		1730	1500	1500	
9.	Сбросные воды	млн. м <sup>3</sup>	2917	2476	2492	
10.	Обеспечение продуктами, %					
	• хлеб		52	27	56	

№.№	Индикатор	Единицы	Факт 2003	Расчетные, ожидаемые на 2030 год		
				Без изменений	Оптимист	Реалист
	• овощи		145	80	146	
	• фрукты		112	121	405	
	• мясо		49	49	105	
	• молоко		39	39	83	
11.	Производство электроэнергии	мквт\ч	3892	3566	3987	
11.1	В т.ч. Пскемская ГЭС	мквт\ч	0	0	344	1200
12.	Капвложения в ирригацию	млн. \$		237	791.6	

Просуммировав наши подходы к показателям ИУВР, можно констатировать, что они направлены, в основном, на обеспечение управления, на его совершенствование и на развитие в соответствии с основными принципами ИУВР, а также на оценку эффективности его осуществления, на улучшение результативности. В этом основное отличие наших подходов от имеющихся в зарубежной практике показателей ИУВР, которые базируются на понимании ИУВР не как системы управления, что является идеей нашего принципиального развития, а как процесса совершенствования управления, не очерченного чёткими выходами и показателями (смотрите нашу предшествующую брошюру, посвящённую ИУВР [3]). Достаточно интересное обобщение Брюса Хупера [54] предлагает 115 показателей деятельности водохозяйственных организаций, которые сгруппированы в 10 категорий:

- скоординированное принятие решений;
- ответственное принятие решений;
- цели, смещение целей и их достижение;
- финансовая устойчивость;
- организационная структура;
- юридическое обеспечение;
- тренинг и создание потенциала;
- информация и исследования;
- учёт и мониторинг;
- частные и общественные роли секторов.

Эти показатели не носят каких-то расчётных величин - они определяются на основании баллов от 1 до 5, которые дают представление о степени продвижения водохозяйственных организаций по пути процесса ИУВР. Они оценивают не результативность, не достижение определённых принципов управления, а обеспечивающие, субъективно назначаемые формы, в рамках которых развивается процесс. Их полезность не вызывает сомнения, особенно в ходе организационного становления и развития ИУВР, если им будут даны чёткие, количественные величины, но с позиций анализа эффективности - они ничего не дают. Не случайно поэтому, что половина категорий Хупера (финансовая устойчивость, оргструктура, создание потенциала, информация и мониторинг) [54] участвует и в наших компонентах, но в качестве численных и вспомогательных показателей.

Рекомендуемый нами набор показателей, соответствующих составу информации и базе данных, кратко описанной в разделе 1.8, позволяет на всех этапах внедрения и развития ИУВР, отслеживать реальные результаты и анализировать необходимые шаги для доведения указанных показателей до намеченных порогов.