

ШАКИБАЕВ И.И., д.т.н
КУЛАГИН В.В.,
УМБЕТАЛИЕВ Д.Б.,
СЕРЖАНТОВ Ю.Б.

ГУ «Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр»
Комитета по водным ресурсам
МСХ РК

ВОДНОБАЛАНСОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Водно-солевые балансы составляются для оценки мелиоративных процессов на орошаемых землях и используется при проектировании и реконструкции оросительных систем, разработке схем и мероприятий по их улучшению, оценке эффективности условий эксплуатации орошаемых земель и др. В зависимости от целей составляются общие и частные балансы. Общие балансы орошаемых массивов позволяют выявлять направленность изменений гидрогеолого-мелиоративных процессов, а частные балансы, - количественно оценивать процессы влаго- и солеобмена. При этом в основе расчетов должны использоваться данные, полученные по результатам натурных и опытно-экспериментальных работ.

Структуру водного баланса в развернутом виде для рисовых систем за вегетационный период можно представить в виде:

$$П+А = С+Ир+Ил+Ин+Ид+Ив\pm Vг\Delta+Фс\pm\Delta Va, \quad (1)$$

где: П – подача оросительной воды; А – количество атмосферных осадков, выпадающих на расчетную площадь; С – сток дренажно-сбросных вод; Ир, Ил, Ин – суммарное испарение соответственно с рисовых плантаций, суходольных полей, валиков, неиспользуемых земель и мелиоративных полей; Ид, Ив – испарение с поверхности внутрихозяйственных дорог и водной поверхности каналов; Vг – изменение запасов воды ниже УГВ; Фс – фильтрационный отток грунтовых вод за пределы контура массива; Va – изменение влагозапасов выше УГВ.

Рассмотрим результаты частных водно-балансовых исследований, проведенных нами в течение ряда лет на Акдалинском массиве орошения, которые были начаты еще с периода его освоения и продолжаются до настоящего времени. Определение элементов водного баланса, входящих в приведенное уравнение, нами проводилось независимыми методами.

Из гидрогеологической составляющей величины притока и оттока подземных вод, не вошедшие в уравнение, при большой мощности водоносного горизонта (150-270 м) и преобладании ирригационно-хозяйственных факторов в зоне активного водообмена, которая для наших условий достигает 10-20 м, принимались сбалансированными.

Учет объемов водоподачи и дренажно-сбросного стока производился по данным гидрометрических наблюдений на оросительных и коллекторно-дренажных каналах массива. (Таблица 1)

Соотношение объемов водоподачи и дренажно-сбросного стока в различные годы освоения Акдалинского массива

Таблица 1

Годы освоения	Общая площадь, га	Площадь под рисом, га	Объем водоподачи, млн. м ³	Объем дренажно-сбросных вод, млн. м ³	Отношение дренажно-сбросных вод к водоподаче, %	Удельная водоподача на 1 га нетто, тыс. м ³	Удельная водоподача на 1 га риса, брутто, тыс. м ³
1971	8232	4308	213,05	98,07	46,0	25,88	49,45

1978	15494	9400	891,55	447,49	50,2	57,54	94,85
1988	28817	14320	852,07	595,07	69,8	29,50	59,87
1997	30742	8077	649,5	334,5	51,5	21,12	80,41
2008	30742	10009	519,6	288,86	55,6	16,9	51,91

Как видно из таблицы, объем дренажно-сбросных вод превышает 50% от водоподачи, а удельная водоподача на 1 га брутто колеблется в больших пределах – от 49 до 94 тыс. м³. В настоящее время проектная оросительная норма для риса и сопутствующей ей культуры – люцерны на массиве установлена соответственно 29,9 и 3 тыс. м³ на 1 га. Фактически оросительные нормы риса составляют по Бакбахтинской части массива – 34,078, а по Баканасской части – 28,767 тыс. м³/га.

Особую проблему для массива представляет коллекторно-дренажный сток с орошаемых полей. Почти до 1987 года Главный коллектор, который должен был сбрасывать отработанную воду в р.Или, не был доведен до проектных отметок. В результате этого ежегодно более 100 млн. м³ дренажного стока отводилось по древнему руслу реки Шет-Баканас в пустынную зону, где она и терялась. В настоящее время объем стока по этому руслу заметно уменьшился и составляет порядка 39,44 млн. м³. Из общего объема дренажно-сбросного стока с массива 288,86 млн. м³ в настоящее время в р. Или сбрасывается 235,71 млн. м³ или 31% от водозабора. Часть дренажно-сбросных вод Главного коллектора используется на повторное орошение путем переброски их в Баканасский магистральный канал, объем которого в последние годы достигает 13,71 млн. м³.

Испарение с поверхности орошаемых массивов является одной из основных расходных статей водного баланса. На Акдалинском массиве применялись наиболее распространенные методы его определения, которые подразделялись на прямые и косвенные. Суммарное испарение с различных видов сельскохозяйственных культур, естественного растительного покрова, различных видов поверхности земли и водной поверхности изучалось лизиметрическими установками, испарителями различных конструкций и теплобалансовым методом. Параллельно с опытными методами определения испарения использовались формулы для их расчета в зависимости от климатических условий.

Поливные воды при орошении, просачиваясь через почвогрунты зоны аэрации и достигая зеркала грунтовых вод, приводят к повышению их влагозапасов. Для определения этих изменений нами использовались следующие формулы:

$$\Delta V_a = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (F_i^H - F_i^K) (h_i^H - h_i^K) (W_{об}^H - W_{об}^K)}{10000}, \quad (2)$$

$$\Delta V_r = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} (F_j^H - F_j^K) (h_j^H - h_j^K) \cdot m}{10000}, \quad (3)$$

где: $F_i^H, F_i^K, F_j^H, F_j^K$ – площадь контура орошаемого массива с одинаковым интервалом глубин залегания грунтовых вод (i) и мощности водонасыщенных пород (j) на начальный и конечный периоды; $h_i^H, h_i^K, h_j^H, h_j^K$ – средневзвешенные мощности зоны аэрации и мощности водонасыщенных пород (до подошвы балансового слоя), на начало и конец расчетного времени; $W_{об}^H, W_{об}^K$ – средняя объемная влажность почвогрунтов на начало и конец расчетного времени; %; m – полная влагоемкость водонасыщенных пород ниже уровня грунтовых вод; n – количество расчетных контуров с одинаковой мощностью зоны аэрации и водонасыщенных пород.

Параметры мощности зоны аэрации и водонасыщенных пород (до подошвы балансового слоя) определялись из распределения площадей с различной глубиной залегания грунтовых вод по картам глубин залегания на расчетные отрезки времени. Изменения объемной влажности и полной полевой влагоемкости почвогрунтов принимались по результатам лабораторных и опытных определений. За период с 1969 по 1989 годы данная составляющая баланса уменьшилась с 12-15% до 4-6% от суммы приходных статей баланса при удельных значениях соответственно 10800 и 1340 м³ на 1 га. Изменение влагозапасов в зоне аэрации и грунтовых водах зависит от площади рисовых полей и объемов воды, расходуемой на инфильтрацию, глубины залегания грунтовых вод.

Фильтрационный отток грунтовых вод за пределы орошаемых земель характеризует степень дренированности территории. Высокое стояние грунтовых вод на массиве стремится занять равновесное положение с уровнями грунтовых вод прилегающих территорий. Для расчета удельного бокового оттока использовалась известная формула Дююи:

$$D = T_i, \quad (4)$$

где: T – водопроводимость пород, м²/сут; i – гидравлический уклон.

По материалам режимных наблюдений нами учитывалось направление растекания грунтовых вод, которое рассчитывалось по формуле:

$$\Phi_C = \sum_{i=1}^{i=n} q_i \cdot P_i \cdot t \quad (5)$$

где: q_i – удельный фильтрационный отток i -сектора; P_i – периметр оттока по каждому сектору, образуемого направлением потока, м; t – расчетный период, сут; n – количество секторов.

Динамика удельного фильтрационного оттока за годы эксплуатации Акдалинского массива можно проследить по следующим данным. (Таблица 2)

Изменение удельного фильтрационного оттока за годы эксплуатации Акдалинского массива

Таблица 2

Годы	1969	1970	1971	1972	1973	1981	1983	1985	1995	2008
м ³ /сут с 1 пог.м	10,8	6,5	4,3	3,0	2,1	0,94	0,84	0,80	0,65	0,58

Доля фильтрационного оттока в водном балансе в первые годы освоения массива составляла 26-28%, а в настоящее время не превышает 4-5% от суммы приходных статей.

Изменение составляющих водного баланса массива за отдельные годы представлено в таблице 3. Из нее следует, что орошение является главным формирующим элементом баланса. Высокие поливные нормы обеспечивают водопотребление сельскохозяйственных культур и пополняют запасы грунтовых вод. Дренажно-сбросной сток и суммарное испарение выступают регулирующим фактором в стабилизации вертикального водообмена. В 1988 году, в период стабильности экономики, для полива 15598 га плантаций риса объем водоподачи составлял 852,01 млн. м³. Доля дренажно-сбросного стока достигала 70% от водоподачи и эти две составляющие определяли баланс оросительной системы. В 1997 году площади под рисом составляли 8077 га, т.е. уменьшились почти вдвое при водопотреблении 649,50 млн. м³. Долевое соотношение дренажно-сбросного стока к водоподаче уменьшилось до 51%. В расходной части баланса усиливается роль испарения. В кризисные годы почти прекратились очистные работы на коллекторно-дренажных каналах и на фоне увеличения площадей неиспользуемых земель по хозяйственным причинам, достигавших 3706 га, активизировались испарительные процессы, приводящие к ухудшению мелиоративного состояния земель.

Водный баланс орошаемых земель Акдалинского массива за 1989-2008 годы

Таблица 3

Элементы баланса	Объем воды																	
	Бакбахтинская часть массива						Баканасская часть массива						Всего по массиву					
	1989		1997		2008		1989		1997		2008		1989		1997		2008	
	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%
Приход																		
Водоподача на орошаемые земли	397,05	96,76	328	93,03	254,35	90,9	454,96	96,48	321,5	95,44	265,25	90,8	852,01	96,61	649,5	94,21	519,6	90,5
Атмосферные осадки	13,29	3,24	24,57	6,97	25,44	9,1	16,61	3,52	15,37	4,56	28,94	9,8	29,9	3,39	39,94	5,79	54,38	9,5
Итого	410,34	100	352,57	100	279,79	100	471,57	100	336,87	100	294,19	100	881,91	100	689,44	100	573,98	100
Расход																		
Дренажно-сбросной сток	278,85	58,6	171,4	48,51	126,38	42,1	316,23	62,83	163,1	47,47	162,48	49,8	595,08	60,78	334,5	48	288,86	46,1
Суммарное испарение	150,06	31,54	136,91	38,75	136,81	45,6	143,42	28,5	143,66	41,81	125,72	38,5	293,48	29,97	280,57	40,26	262,53	41,9
Аккумуляция влаги в зоне аэрации и грунтовых водах	26,96	5,67	26,06	7,38	20,02	6,7	22,55	4,48	26,96	7,85	21,55	6,6	49,51	5,06	53,02	7,61	41,57	6,6
Фильтрационный отток с орошаемых земель	19,95	4,19	18,95	5,36	16,98	5,6	21,09	4,19	9,86	2,87	16,8	5,1	41,04	4,19	28,81	4,13	33,78	5,4
Итого	475,82	100	353,32	100	300,19	100	503,29	100	343,58	100	326,55	100	979,11	100	696,9	100	626,74	100
Сальдо баланса	-65,48	13,76	-0,75	-0,21	-20,40	-6,80	-31,72	-6,3	-6,71	-1,99	-32,36	-9,90	-97,2	-9,93	-7,46	-1,07	-52,76	-8,42

Динамика составляющих баланса по рисовым оросительным системам за последние годы показана на рисунке 1.

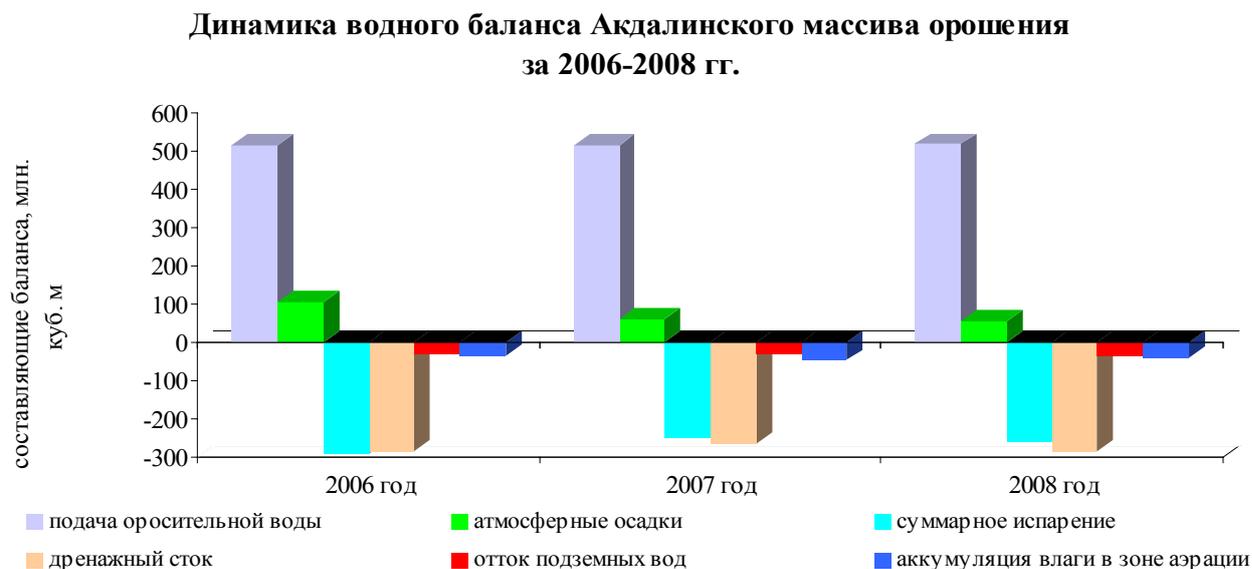


Рис. 1

По состоянию на 2008 год площади посевов риса увеличились до 10009 га, объем водопотребления составил 519,6 млн. м³, сброс коллекторно-дренажных вод незначительно уменьшился до 288,86 млн. м³ и соотношение сброса к водоподаче не превышает 55%.

Анализ расчетов показывает, что улучшению водопользования способствуют рыночные механизмы, стремление к рентабельному ведению хозяйства, платное водопользование, выделяемые государственные субсидии на водопользование и эксплуатацию оросительной системы и другие не менее значимые факторы. За счет выделяемых государственных средств, проводимые в последние годы мехочистные работы оказывают положительное влияние на режим грунтовых вод и мелиоративную обстановку массива. Так, по величине невязки баланса в 2008 году средние величины спада УГВ за расчетный период составили по Бакбахтинской части массива – 0,10 м и Баканасской – 0,14 м, что согласуется с результатами режимных наблюдений за грунтовыми водами.

Так же отмечается, что с улучшением мелиоративного состояния на массиве наблюдается повышение продуктивности орошаемых земель; так средняя по району урожайность риса имеет ежегодную тенденцию к повышению и в 2008 году она достигла 41 ц/га при удельных затратах оросительной воды в количестве 7,7 м³ на 1 кг произведенной продукции. Таким образом, на рисовых системах водоподача и коллекторно-дренажный сток являются регулируемыми параметрами и зависят от эффективности управления и эксплуатации оросительной системой, а самое главное, от технического состояния всей оросительной и коллекторно-дренажной сети, которое требует поддержания их постоянно в рабочем состоянии.

РЕФЕРАТ

В статье приводится анализ воднобалансовых исследований на Акдалинском массиве орошения за многолетний период. Рассмотрены основные составляющие водного баланса, их изменения по годам в увязке с эксплуатационными показателями оросительной системы и мелиоративным состоянием орошаемых земель.

ТҰЖЫРЫМ

Мақалада Ақдала суармалы алқабындағы көпжылдық кезеңдегі сулы баланстық ізденістердің саралануы келтіріледі. Су балансының негізін құрайтындар, суландыру жүйесінің пайдаланылу көрсеткіштері мен суармалы жерлердің мелиоративтік ахуалымен байланысты олардың жылдар бойынша өзгерулері қарастырылды.