

А.Г. РАУ, С.М. АБИКЕНОВА, К.К. АНУАРБЕКОВ

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

ПАРАМЕТРЫ ОРОШЕНИЯ РИСА И КУЛЬТУР РИСОВОГО СЕВООБОРОТА НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ НИЗОВЬЯ Р.СЫРДАРЬИ

Аннотация

В статье приведены результаты использования водных ресурсов на рисовых системах бассейна р. Сырдарьи, водосберегающие технологии орошения и расчетные параметры риса и культур рисового севооборота.

Ключевые слова: оросительная система, сельхозкультуры, урожайность, оросительная норма, водообеспеченность орошения.

Тірек сөздер: суару жүйесі, ауылшаруашлық дақылдары, өнімділік, суару нормасы, суменқамтамасыз ету.

Keywords: irrigation system, crop, yield, irrigation rate, irrigation water availability.

Введение Мелиоративное состояние рисовых систем в низовьях р. Сырдарьи тесно связано с факторами оптимального управления, как природными, так и технологическими (антропогенными) процессами. Чтобы правильно управлять этими процессами, необходимо знать механизм этих воздействий, их направленность, уметь прогнозировать ожидаемые результаты этих воздействий, располагать соответствующей информационной базой.

Материал и методы исследований

По результатам исследований, выполненных на ОПХ Карагултюбинский, в зависимости от степени засоления почв, засоренности земель и дренированности территории, рекомендуются следующие режимы затопления рисовых чеков на рисовых системах низовые р. Сырдарьи.

На хорошо дренируемых землях, где скорость фильтрации воды из рисовых чеков в фазы прорастания и всходов выше 6 мм/сут, а в последующие фазы - 3...5 мм/сут, рекомендуется укороченное затопление, без сбросов и проточности воды из чеков в вегетационный период, минерализация воды в рисовых чеках в конце поливного периода не превышает 3,5 – 4,0 г/л. Для обеспечения фильтрации, в указанных пределах необходимо, чтобы дренажно-сбросная сеть работала без подпора с дренажным модулем-0,6...0,8 л/(с.га). Оросительная норма при укороченном режиме орошения без сброса и проточности составляет 25,7 тыс. м³/га. Гидромодуль первоначального затопления рисовых чеков равен 5,46 л/(с.га), периода поддержания слоя воды – 1,1 л/(с.га). Урожайность риса составляет 38,6 ц/га, затраты воды на один центр риса - 665,8 м³ (таблицы 1 и 2).

На слабодренируемых землях, где скорость фильтрации воды из рисовых чеков составляет 3-4 мм/сут, гидромодуль равен - 0,3...0,4 л/(с.га). На этих землях рекомендуется укороченно - прерывистое затопление. Здесь необходимо следить за состоянием растений риса и минерализацией воды в рисовых чеках, так как за счет диффузии солей из почвы и от грунтовых вод минерализация воды в рисовых чеках увеличивается и может превысит допустимые пределы 4,5 г/л, особенно в начальный период, когда почвы с

поверхности сильно засолены, а растения риса наиболее чувствительны к засолению. Поэтому в периоды прорастания и всходов необходимо не реже одного раза в 5 дней солемером определять ее минерализацию. Воду из рисовых чеков при достижении минерализации выше 4,5 г/л необходимо полностью сбросить. В зависимости от засоления почв и диффузии солей количество водосмен на рисовом чеке в период вегетации может доходить до двух - трех. Оросительная норма, с учетом периодичности затопления и подачи свежей воды в чеки составляет 28,8 тыс. м³/га.. Гидромодуль первоначального затопления рисовых чеков равен 5,6 л/(с.га), периода поддержания слоя воды - 1,0...1,2 л/(с.га). Урожайность риса составляет 43,0 ц/га, затраты воды на один центр зерна риса - 669,7 м³.

На засоленных землях, при фильтрации воды из рисовых чеков менее 3 мм/сут применяется режим орошения- постоянное затопление со сменой воды в рисовом чеке при достижении минерализации выше 4,5 г/л , количество водосмен за вегетационный период может быть от 3 до 4. В fazu прорастания всходов чеки затапливаются 10 см слоем воды, при достижении минерализации 4,5 г/л вода сбрасывается. После сброса чеки затапливаются свежей водой до заданного уровня. В fazu полных всходов слой воды повышается до 12 см, полное опорожнение чеков производится перед началом молочно-восковой спелости зерна риса. Оросительная норма при постоянном затоплении составляет 29,6 тыс.м³/га. Гидромодуль первоначального затопления равен 4,6 л/(с.га), периода поддержания слоя воды на рисовых чеках - 1,0...1,1 л/(с.га). Урожайность риса составляет 42,1 ц/га, затраты воды на один центр зерна - 703,1 м³

В опытно-экспериментальных исследованиях на ОПХ Карагултюбинский были установлены поливные и оросительные нормы культур рисового севооборота. При уровне грунтовых вод на опытно-экспериментальном участке 1,0-1,3м и поддержание влажности почвы 80% НВ оросительные нормы составили для люцерны- 3589 м³/га, кукуруза на зерно- 3734 м³/га, овес- 1036 м³/га, сафлор- 1500 м³/га; затраты воды на один урожай, соответственно 103,4, 131,4, 64,0, 73,9 м³/ц (таблица 2).

Таблица 1. Режим орошения, оросительная норма и урожайность риса.

Участки	Режим орошения риса	Оросительная норма тыс.м ³ /га	Количество растений на 1 м ² , шт.м ²	Продуктивная кустистость	Средняя длина метелки см	Средний вес зерна с метелки гр.	Вес 1000 зерен, гр.	Урожайность, т/га	Затраты воды м ³ /га
1	Укороченное затопление	25,7	58	2,2	16,3	2,33	24,1	38,6	665,8
2	Укороченно-прерывистое затопление	28,8	62	2,9	15,4	2,38	26,3	43,0	669,7
3	Постоянное затопление	29,6	36	5,2	14,9	2,2	28,6	42,1	703,1

Таблица 2. Поливные и оросительные нормы культур рисового севооборота.

№ п/п	Культуры рисового севооборота	Май			Июнь			Июль			Август		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Люцернана	-	590	-	-	765	-	643	-	826	-	765	-
2	Кукуруза на зерно	-	406	-	457	-	-	762	-	782	-	762	615
3	Овес	-	-	-	460	-	-	576	-	-	-	-	-
4	Сафлор Акмай	-	-	-	764	-	-	-	736	-	-	-	-
											1500	20,3	73,9

В настоящее время имеется ряд теоретических разработок нахождения сбалансированных норм и режима орошения в системе растение-почва. В общем смысле, эти теоретические модели обосновывают снижение оросительных норм до почвенно - допустимых, позволяющих постоянно поддерживать хорошее мелиоративное состояние почв. Суммарный расход воды с поля в зонах традиционного орошения складывается из восполнения дефицита водопотребления сельскохозяйственных культур и количества воды, необходимого для создания благоприятной мелиоративной обстановки. Принято считать, что размеры оросительных норм, обеспечивающих высокие урожаи сельскохозяйственных культур и мелиоративное благополучие на орошаемых землях, имеют количественную связь с дефицитом влаги и зависят от биологических особенностей

возделываемых культур, гидрогеологических условий, а также почвенно-мелиоративных орошаемых территорий.

Оросительная норма риса чека состоит из следующих компонентов:

$$M = W + (I + T) + \Phi + C \quad (1)$$

где: W - количество воды, необходимое для полного насыщения слоя почвы от уровня

грунтовых вод до поверхности земли;

$(I+T)$ – количество воды, расходуемое на транспирацию растениями риса и испарение с поверхности воды и почвы;

Φ - количество воды, расходуемое на фильтрацию;

C - количество воды, расходуемое на технологические и непроизводительные сбросы.

Расход воды на насыщение почвогрунтов зоны аэрации зависит от мощности насыщаемого слоя, его скважности и влажности почвогрунтов перед затоплением чеков. Влагонасыщение зоны аэрации до потенциальной влагоемкости является неизбежным процессом при создании слоя воды на поверхности рисового чека. Количество воды, необходимое для насыщения почвогрунтов может быть определено по формуле:

$$W = H * A * C (\beta_{\Pi} - \beta) \quad (2)$$

где: H - промачиваемый слой почвы от поверхности земли до уровня грунтовых вод, см ;

A - скважность почвогрунта, выраженная десятичной дробью ;

β_{Π} - полная влагоемкость, т.е. наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при затоплении всех ее пор;

β - влажность, при которой начинается первоначальное затопление, выраженная в процентах от скважин,

$$\beta = W_{\Pi}/H * A \quad (3)$$

где: β - начальный запас влаги в почвогрунтах;

$$W_{\Pi} = H * \alpha * \beta_0 \quad (4)$$

где: α - объемная масса почвы в расчетном слое;

β_0 - начальная влажность расчетного слоя почв в процентах от всех сухой почвы.

В почве, при ее затоплении на поверхности всегда остается некоторое количество защемленного воздуха. Однако этот вопрос изучен недостаточно, данных для каких-либо количественных рекомендаций нет. В то же время недоучет защемленного в почвогрунтах воздуха дает некоторой запас в определении величины нормы первоначального затопления. Обычно считают, что в порах почвогрунта остается не более 3...10% воздуха, т.е. $\beta = 97\dots90\%$. Объемная масса почв составляет $1,041 \text{ т/m}^3$, а удельная плотность – $2,68 \text{ т/m}^3$, наименьшая влагоемкость почвы - 23% от веса сухой почвы.

Результаты исследований.

Нами произведен расчет объема воды, требуемого для насыщения почвогрунтов различной мощности ($1,5; 2,0; 2,5 \text{ м}$) при различной исходной влажности почв. Объем воды для насыщения почвогрунта зависит от исходной влажности почв и глубины уровня грунтовых вод. Так, при исходной влажности 20% от веса сухой почвы с увеличением глубины слоя насыщения с $1,5 \text{ м}$ до $2,5 \text{ м}$ объем воды, требуемый для насыщения почвогрунта изменяется от 2460 до $4100 \text{ м}^3/\text{га}$, а при исходной влажности 16 % соответственно от 3310 до $5520 \text{ м}^3/\text{га}$.

Испарение с поверхности почвы, воды и растений риса зависит от климатических особенностей региона. Интенсивность его в течение вегетационного периода неоднородна. Так, максимальные значения испарения отмечаются в начальный период орошения, в дальнейшем, несмотря на повышения температуры воздуха, его интенсивность понижается, что связано с ростом и развитием растений риса, которые затеняют водную поверхность. Транспирация начинается с появлением всходов риса и возрастает по мере нарастания вегетативной массы растений. Максимальные значения транспирации обычно приходятся на период цветения риса, после чего она уменьшается. Существуют инструментальные и полуэмпирические расчетные методы определения суммарного водопотребления риса.

Инструментальные наблюдения проводятся на специально оборудованных площадках по сосудам ГТИ -3000 и являются достаточно трудоемким процессом.

При наличии хороших рядов наблюдений за гидрометеорологической информацией на массиве орошения представляется целесообразным использовать расчетные методы.

Среди последних наибольшее распространение получил биоклиматический метод, основанный на введении рядов поправок на испарение с чистой водной поверхности, рассчитанное, в свою очередь по известной формуле В.И.Иванова.

$$E = 0,0018 * (25 + t) * (100 - \alpha) \quad (5)$$

где: E-испаряемость с чистой водной поверхности;

t- средняя за расчетный период температура воздуха;

α - средняя за расчетный период относительная влажность воздуха.

В этом случае зависимость для расчета суммарного водопотребления приобретает следующий вид:

$$(I+T) = K_m * K_b * E \quad (6)$$

где: K_m – микроклиматический коэффициент, характеризующий изменение метеорологических характеристик на исследуемом массиве в результате орошения;

K_b – биологический коэффициент, учитывающий роль растений в водопотреблении на орошающем массиве.

Микроклиматический коэффициент вводят только в том случае, если водопотребление рассчитывают по метеорологическим данным, полученным за пределами орошающего массива. Если же метеорологическая информация получена непосредственно на данном массиве, то отпадает необходимость и в микроклиматической поправке. Микроклиматический коэффициент зависит от почвенно-климатических условий района рисосеяния, фазы развития растений риса и изменяется от 0,85 до 0,95. Биологический коэффициент зависит от района рисосеяния, фазы развития и урожайности культуры (таблица.3).

Таблица 1 – Значение биологического коэффициента по фазам развития риса в зависимости от урожайности

Урожайность, ц/га	Прорастание, цветение	Кущение	Трубкование	Выметывание	Молочность	Восковая и полная спелость	Среднее
20	0,78	0,87	0,96	1,10	0,74	0,68	0,85
30	0,86	0,96	1,04	1,16	0,77	0,71	0,92
40	0,97	1,09	1,19	1,31	0,88	0,80	1,04
50	1,07	1,22	1,33	1,47	0,98	0,91	1,16
60	1,18	1,36	1,47	1,65	1,10	1,01	1,30
70	1,28	1,50	1,62	1,82	1,20	1,09	1,42

Выводы.

Значения биологического коэффициента имеют максимум в период выметывания и увеличиваются с ростом урожайности культур. Расчеты, проведенные по зависимости (5,6) для Карагултюбинского опытного хозяйства с предполагаемой урожайностью риса 46 ц / га, сведены в таблица 4.

Таблица 2 – Расчет суммарного водопотребления риса на Карагултюбинском опытном хозяйстве орошения, биоклиматическим методом

Показатели	месяцы				За вегетацию
	май	июнь	июль	август	
Температура воздуха, °C	19,6	23,1	26,0	25,1	23,4
Относительная влажность воздуха, %	35,9	40,9	31,5	31,3	34,9
Количество осадков, мм	16,2	2,7	0,7	0,0	19,6
Испаряемость, м ³ /га	1295	1961	2207	2604	86067
Микроклиматический коэффициент	0,95	0,95	0,85	0,85	0,90
Биологический коэф-т (при У=46 ц/га)	1,19	1,37	1,58	1,06	1,30
Суммарное водопотребление, м ³ /га	1594	2703	3807	2297	10401

Строго говоря, вид зависимости (5, 6) не совсем корректен с математической точки зрения, так как ($I+T$) есть функция зависящая от K_m , K_b и E ., тогда

$$(I+T) = f_1(K_m) * f_2(K_b) * f_3(E) \quad (7)$$

где, вид функций f_1, f_2, f_3 можно определить и свести к линейному виду, но лишь в том случае, если все три функции линейны относительно ($I+T$) и некоррелируемы между собой, что далеко не так.

Избежать подобной некорректности можно постановкой задачи о трансформации метеоэлементов в воздушной массе при адекватизации ее с одной подстилающей поверхности на другую. При этом изменение влажности в пограничном слое атмосферы описывается дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{\partial g}{\partial t} + I \frac{\partial g}{\partial x} = \alpha / \partial t * K \frac{\partial g}{\partial z} \quad (8)$$

где: g - абсолютная влажность воздуха;

t - время; I - скорость ветра; K -коэффициент турбулентности в програнслое; x, z - оси координат.

Решение данного уравнения при соответствующих граничных условиях приводит к соотношению $g_1 = g_0 + \alpha_g x + M(g_0 + g_{0+} + \gamma_g z) r (A\sqrt{x}/i) - M \alpha_g u / A^2 [r (A\sqrt{x}/i) + 2A/\sqrt{A} * \sqrt{ }]$

где: $M = \ln Y/x_0 / \ln K_2/x_0$; $y = x_0 + K_1 z$; $A = K_1 / \sqrt{K_2 \ln K_2 / x_0}$; (9)

$$r\left(A\sqrt{\frac{x}{u}}\right) = e^{A^2 \cdot x/u} * erfc\left(A\sqrt{\frac{x}{u}}\right) \quad (10)$$

где: g_1 -трансформированное значение влажности воздуха ; g_0 - насыщение влажности воздуха; g_{0+} - абсолютная влажность воздуха на ближайшей метеостанции; α_g -горизонтальный и вертикальный градиенты влажности воздуха.

Испарение можно рассчитать по известной формуле Самойленко

$$E = \rho * D_a * I (g_0 - g_1) \quad (11)$$

где: ρ - плотность воздуха; D_a - число Дальтона.

Расчет суммарного водопотребления риса с учетом эффекта трансформации приведен в таблице 5.

Таблица 3 – Расчет суммарного водопотребления риса для Карагандинского ОПХ с учетом эффекта трансформации

Величина/период	Май	Июнь	Июль	Август	Вегетация
Абсолютная влажность воздуха (мб)	11,2	11,4	11,7	9,6	11,0
Насыщенная влажность воздуха, %	25,1	27,1	24,9	22,5	24,9
Скорость ветра, м/с	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Трансформированное значение влажности воздуха, мб	20,3	22,1	23,7	21,2	21,8
Испаряемость, м ³ /га	1923	2265	2549	2462	9199
Биологический коэффициент	1,19	1,37	1,58	1,06	1,030
Суммарное водопотребление, м ³ /га	1288	2603	3527	2110	9528

Сопоставляя результаты расчетов, приведенные в таблицах 4 и 5 видно, что они достаточно тесно коррелируют (коэффициент корреляции составил 0,91). Значения суммарного водопотребления за период вегетации составили по биоклиматическому методу 10401 м³/га, с учетом эффекта трансформации - 9528 м³/га. Убедительным выглядит и сопоставление расчетных значений суммарного водопотребления обоими методами с наблюденным его значением на Карагандинском ОПХ, при урожайности 43 ц/га суммарное водопотребление составило - 9870 м³/га.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Айдаров И.П. и др. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых земель. М.,Агропромиздат,1990.
- 2 Сарсенбеков Т.Т., Кожаков А.Е. Международно-правовые аспекты использования и охраны трансграничных рек. Алматы, «Атамура», 2002, с. 312.
- 3 Сарсенбеков Т.Т., Кожаков А.Е. Управление водными ресурсами качеством воды трансграничных рек. Алматы, «Атамура», 2003, с.432.
- 4 Серебряников Ф.В. Рациональное природопользование и экологическое требования к оросительным системам. Ж-л, «Мелиорация и водное хозяйство», №4,1984.
- 5 World Health Organization: Wasterwater stabilization ponds (principles of planning and practice). Alexandria. Regional Offise for tse Eastern Mediterranean/ 1987 / (EMRO Technical Publication № 10). P.227-235.
- 6 Pay. А.Г., Калыбекова. Е.М., Есмурзаева. А.К. / Рекомендации по установлению параметров высокоеффективной рисовой оросительной системы на орошаемых землях Приаралья. – Алматы: КазНАУ, 2005-19с.

Рау А.Г., Абикенова С.М., Ануарбеков К.К.
Қазақ Үлттық аграрлық университеті, Алматы қ.

**СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ КҮРİŞ ЖҮЙЕСІНДЕ КҮРİŞ АУЫСПАЛЫ
ЕГІСТІГІН ЖӘНЕ КҮРİŞ ДаҚЫЛЫН СУФАРУ КӨРСЕТКІШТЕРІ.**

Резюме

Бұл мақалада Сырдария өзені алабындағы күріш суару жүйелерінде су ресурстарын тиімді пайдаланудың қорытындылары, су үнемдеу технологиялары және күріш ауыспалы егісінің дақылдарының суару параметрлерін есептеу жолдары көрсетілген.

Rau A.G, Abikenova S.M, Anuarbekov K.K

(Kazakh National Agrarian University, Almaty)

OPTIONS AND CULTURES RICE IRRIGATION IN PADDY RICE ROTATION SYSTEMS BASEMAN R. SYRDARIA

Summary

This article presents the results of the use of water resources in the basin of rice systems. Syrdarya water-saving irrigation technology and design parameters of rice crops and rice rotation.

Сведения об авторов:

1. Рау Алексей Григорьевич - д.т.н., профессор академик НАН РК, Казахский национальный аграрный университет.
2. Абикенова Салтанат Мауленовна – PhD докторант, Казахский национальный аграрный университет.
3. Ануарбеков Канат Курманович – PhD докторант, Казахский национальный аграрный университет.