

УДК 502/504:631.67:626.87

АБДЕЛЬ ТАВАБ МЕТВАЛЛИ ИБРАХИМ

Эль-Загазиг университет, Египет

В. В. ПЧЕЛКИНФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
Институт природообустройства имени А. Н. Костякова**СВЯЗЬ ИСПАРЕНИЯ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕМ КАБАЧКОВ И ФАСОЛИ В УСЛОВИЯХ ЕГИПТА**

Для перехода от испаряемости к суммарному водопотреблению конкретной культуры следует вводить переходные коэффициенты K_{pp} , K_b , K_B , учитывающие отклонение потенциального водопотребления от испаряемости, биологические особенности сельскохозяйственной культуры, отклонение влажности почвы от оптимальных значений.

Испаряемость, водопотребление, орошение, вода, почва.

To move from potential evaporation to the total water consumption of a particular crop it is necessary to introduce conversion coefficients K_{pp} , K_b , K_B , taking into account the deviation of the potential water use from potential evaporation, biological specific features of the crop, soil moisture deviation from the optimal values.

Evaporability, water consumption, irrigation, water, soil.

При расчете режимов орошения и осушения применяют уравнение водного баланса. Основной расходной статьей водного баланса сельскохозяйственного поля является водопотребление, которое включает физическое испарение и транспирацию растений. На испарение с поверхности почвы оказывают влияние только внешние факторы и влажность почвы, а на транспирацию воздействуют как внешние, так и внутренние факторы растений. При оптимальной влажности почвы это потенциальное суммарное водопотребление [1].

Существующие расчетные методы используют эмпирические зависимости, выражающие корреляционные связи между суммарным водопотреблением и климатическими факторами по данным метеорологических наблюдений, часть из них определяют испаряемость E_o , т. е. максимально возможное испарение с водной поверхности [2].

Для перехода от испаряемости к суммарному водопотреблению конкретной культуры следует вводить переходные коэффициенты K_{pp} , K_b , K_B , учитыва-

ющие отклонение потенциального водопотребления от испаряемости, биологические особенности сельскохозяйственной культуры, отклонение влажности почвы от оптимальных значений:

$$E_{pp} = K_{pp} K_b K_B E_o, \quad (1)$$

где E – водопотребление столовой свеклы, мм/декада; K_{pp} – коэффициент, учитывающий отклонение потенциального водопотребления E_p от испаряемости E_o ; K_b – биологический коэффициент; K_B – коэффициент, учитывающий влажность почвы; E_o – испарение с водной поверхности (испаряемость), мм/декада.

В 1981 году для получения K_{pp} были проведены исследования по определению испарения с водной поверхности и потенциального водопотребления сельскохозяйственных культур с помощью ГГИ-3000. Влажность почвы в лизиметрах поддерживалась в оптимальном диапазоне 0,7...0,8 ПВ.

Используя данные испарения с водной поверхности (испаряемость) и сумму среднесуточных дефицитов влажности воздуха за декадные периоды, методом математической статистики получили уравнение регрессии:

$$E_o = a_1 d_s^{n_1}, \quad (2)$$

где a_1 , n_1 – эмпирические коэффициенты, $a = 0,58$; $n = 0,99$.

Связь испаряемости с дефицитом влажности воздуха показана на рисунке 1.

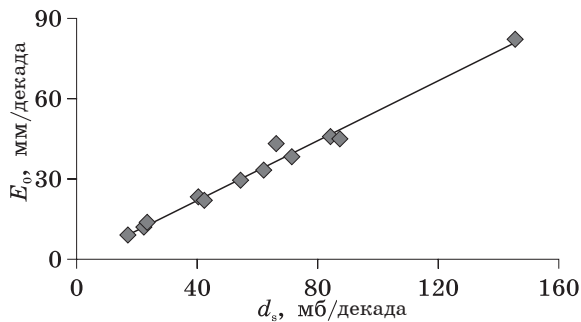


Рис. 1. Связь испаряемости с суммой среднесуточных дефицитов влажности воздуха (за 1981 год)

Коэффициент корреляции этой связи равен $0,987 \pm 0,051$, а коэффициент детерминации $0,974$. Это означает, что $97,4\%$ случаев колебания испарения с водной поверхности (испаряемости) обусловлены колебаниями дефицита влажности воздуха.

Используя данные по водопотреблению водного баланса лизиметров за 1981 год, при оптимальной влажности почвы, методом математической статистики получили уравнение регрессии между потенциальным водопотреблением многолетних трав, капустой, кукурузой, картофелем и суммой среднесуточных дефицитов влажности воздуха за декадные

периоды (в статистические ряды включены наблюдения за водопотреблением тех периодов, когда сельскохозяйственные культуры были хорошо развиты, а влажность почвы находилась в оптимальном диапазоне, т. е. когда водопотребление соответствовало потенциально возможному суммарному испарению).

Подробная разработка формулы для расчетов водопотребления сельскохозяйственных культур в условиях Египта дана в работах [2, 3]. Формула для расчета потенциально возможного водопотребления сельскохозяйственных культур имеет следующий вид:

$$E_p = a_2 d_s^{n_2}, \quad (3)$$

где E_p – потенциально возможное водопотребление сельскохозяйственных культур, мм/декада; d_s – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха, мб/декада; a_2, n_2 – эмпирические коэффициенты, учитывающие климатическую зону, сельскохозяйственную культуру и почвы.

Таблица 1
Эмпирические коэффициенты

Сельскохозяйственная культура	a_2	n_2
Кабачок	1,96	0,68
Фасоль	1,40	0,85

Используя формулы (2) и (3), рассчитали испаряемость E_0 и потенциально возможное водопотребление сельскохозяйственных культур E_p . Результаты расчетов даны в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета испаряемости E_0 и потенциально возможного водопотребления кабачков и фасоли E_p

Месяц	Декада	E_0 , мм/декада	d_s , мб/декада	E_p , мм/декада	
				Кабачки	
Июнь	1	65,1	117,7		
	2	83,9	152,2	124,80	
	3	89,3	162,0	130,22	
Июль	1	93,5	169,8	134,44	
	2	98,6	179,1	139,40	
	3	103,2	187,5	143,85	
Август	1	122,1	222,1	161,33	
	2	76,0	137,6	93,31	

Месяц	Декада	E_0 , мм/декада	d_s , мб/декада	E_p , мм/декада	
				Фасоль	
Февраль	3	27,2	48,8		
Март	1	47,5	85,6	61,47	
	2	57,1	103,1	72,04	
	3	68,9	124,6	84,58	
Апрель	1	53,2	96,0	67,78	
	2	69,0	124,9	84,76	
	3	81,3	147,3	97,53	
Май	1	73,2	132,6	89,16	
	2	90,3	163,8	106,74	

Для того что бы использовать формулу испарения с водной поверхности при расчете водопотребления, необходимы коэффициенты перехода $K_{рп}$. Коэффициенты перехода испарения с водной поверхности к потенциально возможному водопотреблению определяли так:

$$K_{рп} = E_p / E_o, \tag{4}$$

где E_p – потенциально возможное водопотребление сельскохозяйственных культур, мм/декада; E_o – испарение с водной поверхности (испаряемость), мм/декада.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициенты перехода испарения с водной поверхности к потенциально возможному водопотреблению кабачков и фасоли

Месяц	Декада	E_o , мм/декада	d_s , мб/декада	$K_{рп}$, мм/декада	
Июнь	1	65,1	117,7	Кабачки	1,61
	2	83,9	152,2		1,49
	3	89,3	162,0		1,46
Июль	1	93,5	169,8		1,44
	2	98,6	179,1		1,41
	3	103,2	187,5		1,39
Август	1	122,1	222,1		1,32
	2	76,0	137,6		1,23

Месяц	Декада	E_o , мм/декада	d_s , мб/декада	$K_{рп}$, мм/декада	
Февраль	3	27,2	48,8	Фасоль	1,40
Март	1	47,5	85,6		1,29
	2	57,1	103,1		1,26
	3	68,9	124,6		1,23
Апрель	1	53,2	96,0		1,27
	2	69,0	124,9		1,23
	3	81,3	147,3		1,20
Май	1	73,2	132,6		1,22
	2	90,3	163,8		1,18

Используя значение испаряемости E_o и $K_{рп}$, составили статистические ряды для каждой культуры и получили уравнение регрессии. Результаты расчетов представлены на рисунке 2.

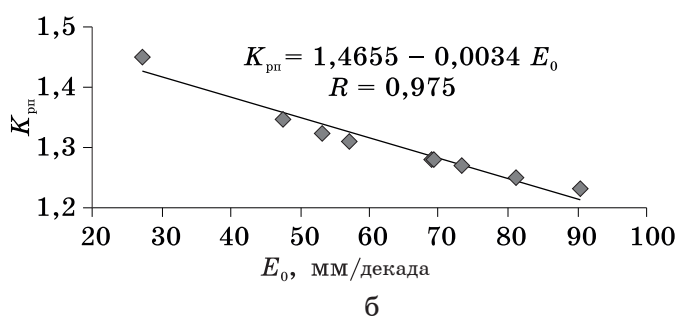
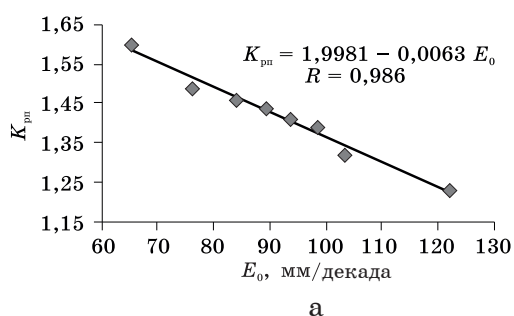


Рис. 2. Связь испарения с водной поверхности E_o с коэффициентом перехода $K_{рп}$: а – для кабачков; б – для фасоли

Анализ графиков на рисунке 2 показывает, что коэффициент корреляции для кабачков составляет $0,986 \pm 0,118$; для фасоли – $0,975 \pm 0,116$, что говорит о тесной связи между рассматриваемыми признаками.

Используя уравнение регрессии на рисунке 2, рассчитли коэффициент $K_{оп}$, а результаты расчета сведены в таблицу 4. Таким образом, была выполнена аппроксимация коэффициентов $K_{рп}$ для практического пользования.

Таблица 4

Испарение с водной поверхности и коэффициенты $K_{рп}$

E_o , мм/декада		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
$K_{рп}$, мм/декада	Кабачки	1,94	1,90	1,87	1,84	1,81	1,78	1,75	1,71	1,68	1,65	1,62	1,59	1,56	1,53
	Фасоль	1,43	1,41	1,40	1,38	1,36	1,35	1,33	1,31	1,30	1,28	1,26	1,24	1,23	1,21

Для расчета водопотребления кабачков и фасоли была использована формула В. В. Пчелкина [2]:

$$E_{рф} = K_6 a_2 d_s^{n_2} \quad (5)$$

С использованием формул (1) и (5) был выполнен расчет $E_{рр}$ и $E_{рф}$, результаты расчета представлены на графике связи (рис. 3).

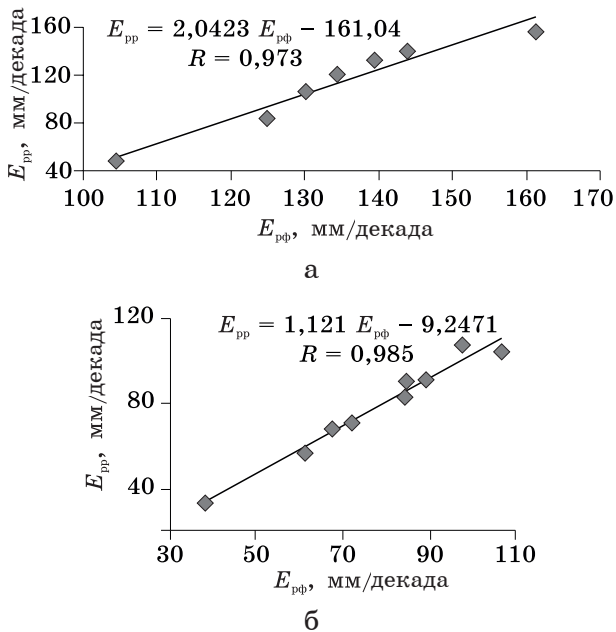


Рис. 3. Связь фактического водопотребления $E_{рф}$ (данные лизиметров) с расчетным $E_{рр}$ по формуле (1)

Биологические коэффициенты K_6 даны в таблице 5 [3]

Таблица 5
Биологические коэффициенты кабачков и фасоли в условиях Египта

Месяц	Декада	Кабачки
Июнь	1	0,46
	2	0,67
	3	0,82
Июль	1	0,90
	2	0,95
	3	0,97
Август	1	0,97
	2	0,95

Месяц	Декада	Фасоль
Февраль	3	0,87
Март	1	0,92
	2	0,98
	3	0,98
Апрель	1	1,01
	2	1,07
	3	1,10
Май	1	1,02
	2	0,97

Анализ графика на рисунке 3 показывает, что коэффициент корреляции составляет для кабачков $0,973 \pm 0,023$, для фасоли $0,985 \pm 0,020$, что говорит о тесной связи между рассматриваемыми признаками. Поэтому формулу (1) можно рекомендовать для практического пользования.

Выводы

Выведена формула (1) для пересчета испарения с водной поверхности на водопотребление кабачков и фасоли.

Получены коэффициенты перехода $K_{рп}$ испарения с водной поверхности (испаряемости) E_0 к потенциально возможному водопотреблению E_p кабачков и фасоли.

Установлена связь фактического водопотребления кабачков и фасоли с расчетным по формуле (1).

Коэффициент корреляции расчетного водопотребления с фактическим составляет: для кабачков – $0,973 \pm 0,022$; для фасоли – $0,985 \pm 0,020$.

1. Голованов А. И., Пчелкин В. В., М. М. Али Абдельазим. Связь испарения с водной поверхности с водопотреблением сельскохозяйственных культур на осушаемых пойменных землях // Природообустройство. – 2012. – № 3. – С. 16–20.

2. Пчелкин В. В. Обоснование мелиоративного режима осушаемых пойменных земель. – М.: КолосС, 2003. – 253 с.

3. Абдель Таваб М. И., Пчелкин В. В. Водопотребление кабачков при капельном орошении в условиях Египта // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 49–51.

Материал поступил в редакцию 21.11.13.
Абдель Таваб Метвалли Ибрахим, кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Агротехника»

Тел. 8-968-375-36-17
E-mail: abdo10@mail.ru

Пчелкин Виктор Владимирович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Мелиорация и рекультивация земель»

Тел. 8-916-976-67-93
E-mail: vpchelkin@cln.ru