

## **ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ПРИЗЕМНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ВОЗДУХА И АВС-МЕТОД**

**Парубец О.В.**

*Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: yarkaya2006@mail.ru*

Рассмотрен вопрос о влиянии орошения на изменение приземной температуры воздуха в пределах орошаемых земель Крыма. При помощи метода дисперсионного анализа гипотеза о том, что вследствие орошения значения температуры уменьшаются, подтверждена для двух экспериментальных пунктов. На основе АВС-метода построена модель, отображающая совокупность факторов влияния орошения на температуру приземного воздуха.

**Ключевые слова:** орошение, температура воздуха, дисперсионный анализ, АВС-метод.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Народное хозяйство Крымского полуострова имеет ярко выраженный индустриально-аграрный характер. В результате строительства Северо-Крымского канала в области была создана новая отрасль – орошаемое земледелие. Вместе с тем, внедрение такого рода ирригационной системы оказало влияние и на метеорологические показатели Крыма.

Хорошо известно, что искусственное увлажнение местности на значительных территориях увеличивает испарение. Оно способствует снижению теплоотдачи от деятельной поверхности в атмосферу, уменьшает вертикальные температурные градиенты и приводит к сильной инверсии [1,2]. В этой связи, интерес представляет следующий аспект: как влияет орошение на такой метеорологический показатель как приземная температура воздуха в орошаемых районах?

Ирригационная система Северо-Крымского канала начала входить в эксплуатацию лишь в середине 60-х годов. До 1972 года орошение водами СКК не носило широкого характера. Общие теоретические представления позволяют сделать предположение, что вследствие орошения температура приземного воздуха уменьшалась на орошаемых землях в период с 1972 по 1990 годы, по сравнению с периодом с 1961 по 1972 годы.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Материалом для проведения исследования послужили временные ряды летних среднемесячных температур приземного воздуха по данным метеостанций следующих населённых пунктов: Джанкой, Нижнегорск, Симферополь, Почтовое (табл.1).

Исходные данные по температуре воздуха в Джанкое, Нижнегорске, Симферополе и Почтовом, градусы Цельсия [4]

годы	Джанкой			Нижнегорск			Симферополь			Почтовое		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
1961	21,9	23	23	21,4	22,4	22,4	20,4	21,5	21,9	20	20,6	20,7
1962	20,7	22,7	22,6	20,4	22,4	22,1	19,6	21,6	22,1	18,7	20,8	21,5
1963	20,8	24,6	23	20,4	24,4	22,8	19,8	23,5	22,5	19	22,4	21,4
1964	22,2	22,4	20	21,8	21,9	19,7	20,9	21,4	19,1	20,4	20,5	18,3
1965	21,4	22,4	21,1	20,7	22,1	21	20,2	21,3	20,4	19,5	20,4	19,3
1966	18,6	24,3	23	18,2	23,8	22,8	17,7	23,2	21,9	17,2	23,4	22,3
1967	19,2	23	22,8	18,6	22,5	22,4	18,1	22,2	22,3	17,4	21	21,2
1968	20,5	22,2	21,2	19,9	22	20,7	19,1	20,9	20,2	18,2	19,9	19,5
1969	20,4	20,7	22,2	20,1	20,5	21,9	20	19,4	21,6	19,6	19,2	20,9
1970	19,1	24,3	20,9	18,2	23,9	21	18	23,2	20,1	17,7	22,7	19,5
1971	20,1	23,2	22,6	19,8	23	22,5	18,9	22,4	22,4	18,4	21,7	21,4
1972	22,5	24,2	23,5	22,1	23,7	23,1	21,1	22,7	22,2	20,4	22,2	21,1
1973	19,2	22,6	19,3	18,5	22,3	19,2	17,9	21,3	18,6	17,4	20,6	18,2
1974	20,1	21,8	21,8	19,4	21,8	21,5	19,1	20,4	20,8	18,4	19,8	20,2
1975	23,6	23,9	22,6	23,1	23,6	22,4	21,9	22,7	21,6	21,2	22,2	20,9
1976	19,4	21,1	19,2	19,1	21	19,4	18,1	20	18,8	17,5	19,4	18,4
1977	19,5	22,1	21,6	18,8	21,5	21,5	18,1	20,8	21	17,8	20,3	20,6
1978	19	21,3	20,1	18,3	21,2	20,2	18	20,3	19,3	17,8	19,9	18,7
1979	21,9	21,3	22,7	21,3	21	22,5	20,4	19,8	21,9	20	19,2	21,4
1980	19,3	22,9	21,1	19	22,5	20,2	18,3	21,7	19,8	18	21	18,9
1981	22,6	23,6	21,8	21,6	22,9	21,4	21,4	22,3	21,4	20,5	21,6	20,4
1982	19,4	20,6	21,8	18,5	20,1	21	18,9	19,4	20,8	18,2	18,9	20,1
1983	19,6	22,4	20,2	19,3	22	19,7	18,7	21,4	19,5	17,6	20,7	18,7
1984	19,6	21,9	20,2	19,3	21,7	19,8	18,6	21,2	19,3	18	20,4	18,2
1985	18,6	20,2	22,9	18,5	20,3	22,5	17,8	19,1	22,3	17,6	18,6	21,7
1986	20,9	21,9	23,2	20,5	21,7	22,9	20,2	21,2	22,7	19,6	20,6	22
1987	19,6	23,6	19,6	19,3	23	19,2	18,4	22,8	18,9	18,3	22,4	18,5
1988	20,2	23,9	22,5	19,5	23,4	22,1	19,2	23,1	22	19,1	22,9	21,5
1989	19,7	22	23	18,9	21,2	22,8	18,4	21,3	22,9	18,4	20,8	22,3
1990	19,9	23	21,2	19,3	22,5	20,6	18,6	22,4	20,9	18,4	21,7	20,2

В качестве метода был применён монофакториальный дисперсионный анализ [3]. Произведена оценка влияния орошения на изменение летних среднемесячных температур приземного воздуха. Этот метод основан на разложении общей дисперсии статистического комплекса на составляющие компоненты, сравнивая которые друг с другом посредством F-критерия, можно

определить долю общей вариации изучаемого (результативного) признака, обусловленную действием на него регулируемых факторов. Признаки, изменяющиеся под воздействием тех или иных причин, называются результативными, а причины, вызывающие изменение величины результативных признаков, – факторами.

Были применены так называемая нулевая гипотеза ( $H_0$ ), то есть предложение о том, что никакого систематического действия регулируемых факторов на результативный признак не существует и наблюдаемые между групповыми средними различия случайны [3] и альтернативная ( $H_a$ ) гипотеза, подтверждающая обратное, то есть то, что имеется определённое систематическое действие регулируемых факторов на результативный признак.

Далее в исследовании для построения модели был использован АВС-метод, предложенный И. Е. Тимченко [5]. Согласно методу, каждому процессу, характеризующему динамику развития сложной системы, должен соответствовать отдельный модуль в схеме причинно-следственных связей концептуальной модели системы. Универсальные модули соединяются между собой для построения модели сложной системы. При этом должно быть учтено влияние модулей друг на друга посредством положительной обратной связи, которой соответствует тенденция усиления процесса, и отрицательной обратной связи, устремляющей развивающийся процесс к нулю или к некоторой постоянной величине.

В методе адаптивного баланса влияний вводится предположение о том, что все системные модули должны находиться в состоянии динамического баланса друг с другом подобно тому, как вся система в целом находится в равновесии с внешними силами. Для каждого модуля составляется уравнение, которое учитывает эффект влияния действующих на модуль факторов. Степень влияния модулей друг на друга выражается с помощью коэффициента  $a_{1,2}$ , величина которого определяется чувствительностью одного модуля к влиянию на него со стороны другого модуля [5].

Построенная модель стремится сохранять общее состояние баланса, благодаря тому, что все входящие в неё модули приходят в равновесное состояние. Если факторы учтены верно и коэффициенты подобраны правильно, то модель должна работать и показывать, как значения конечного модуля могут изменяться от подставляемых значений модулей, интересующих исследователя.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Итак, в качестве экспериментального участка были взяты Джанкой и Нижнегорск, так как в данном районе примерно с 1972 года орошение приобрело широкий масштаб; в качестве контрольного – Симферополь и Почтовое, где масштабное орошение, связанное с Северо-Крымским каналом, не проводилось. В качестве регулирующего фактора выступало наличие/отсутствие орошения, в качестве результативных признаков – разность температур между модельным и исследуемым районами (Почтовое – Джанкой, Почтовое – Нижнегорск, Симферополь – Джанкой, Симферополь – Нижнегорск). Такое построение дисперсионного комплекса позволило максимально полно нивелировать влияние

таких показателей, как неодинаковые абсолютные значения летних среднемесячных температур в экспериментальных и контрольных районах, а также общие для обоих участков многолетние климатические тренды.

Результаты расчёта вспомогательных величин для разностей Почтовое – Джанкой, Симферополь – Нижнегорск, Почтовое – Нижнегорск, Симферополь – Джанкой и наличие альтернативной  $H_a$  /нулевой  $H_o$  гипотезы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчёта вспомогательных величин, наличие альтернативной ( $H_a$ ) или нулевой ( $H_o$ ) гипотезы для температуры воздуха

	Почтовое – Джанкой	Симферополь – Джанкой	Почтовое – Нижнегорск	Симферополь – Нижнегорск
$H$	208,34	74,83	116,19	27,67
$Dy$	12,66	6,68	12,16	11,25
$DA$	0,81	0,003	1,25	0,027
$DZ$	11,85	6,68	10,91	11,22
$ky$	82	77	77	84
$KA$	1	1	1	1
$KZ$	81	76	76	83
$S2A$	0,81	0,003	1,25	0,02
$S2Z$	0,14	0,08	0,14	0,13
$F\phi$	5,56	0,039	8,75	0,2
$Fst$	4	4	4	4
$Ha(o)$	$Ha$	$Ho$	$Ha$	$Ho$

Альтернативная гипотеза ( $H_a$ ) подтвердилась для вариантов Почтовое – Джанкой и Почтовое – Нижнегорск.

Таким образом, подкрепляя статистическими расчётами ранее выдвинутое предположение, можно говорить о том, что действительно, орошение с 1972 по 1990 годы способствовало уменьшению летних приземных температур на орошаемых землях по сравнению с районами (Почтовое), где в указанные годы орошения, как такового, не проводилось.

Альтернативная гипотеза подтвердилась для разностей Почтовое – Джанкой, Почтовое – Нижнегорск.

Нулевая гипотеза ( $H_o$ ) подтвердилась в случае Симферополь – Джанкой и Симферополь – Нижнегорск. Уже при самых простых расчётах в этих случаях видно, что значения разницы температур за неорошаемый и орошаемый периоды совсем незначительны: для варианта Джанкой – Симферополь:  $2,93 > 2,92$ ; для варианта Нижнегорск – Симферополь:  $1,81 > 1,69$ .

Наличие самой тенденции даёт основания предполагать, что увеличение выборки могло бы вывести выявленную тенденцию методом дисперсионного анализа на статистически значимый уровень.

Таким образом, гипотеза, о том, что орошение действительно выступает регулирующим фактором, способствующим снижению показателей летних среднемесячных температур воздуха в пределах орошаемых районов в период с 1972 по 1990 годы, получает подтверждение.

Чтобы проверить подтверждённую дисперсионным анализом гипотезу для исследуемого процесса с помощью метода адаптивного баланса влияний [5], была составлена модель, отображающая совокупность взаимосвязанных факторов влияния орошения на температуру приземного воздуха (рис. 1). Данная модель включает модули, отображающие факторы формирования исследуемой зависимости.

Рассмотрим структуру модели. Исходным модулем выступает орошение  $I_r$ ; а конечным – температура приземного воздуха  $T$ . На конечный модуль влияет два фактора, как видно из рисунка 1, это радиационный баланс  $B$  и испарение  $E$ . Воздействие модуля  $B$  имеет положительное влияние на модуль  $T$ , то есть увеличение значений модуля  $B$  приводит к росту значений модуля  $T$ ; а воздействие модуля  $E$  – отрицательное влияние, то есть увеличение значений модуля  $E$  приводит к убыванию значений модуля  $T$ . Таким образом, знаки стрелок указывают на рост (+) или убывание (–) той величины, на которую направлено увеличивающееся влияние [5].

Также введены второстепенные модули, наличие которых является обязательным условием работы модели. Это влажность воздуха  $e$ , облачность  $N$ , эффективное излучение  $F$ , суммарная солнечная радиация  $Q$ , поглощённая солнечная радиация  $R$ , альбеда  $A$ .

Уравнения отдельно для каждого модуля:

$$E_i = 2E_j[1 - 0,1(E_j + a_{ET}T_j - I_r)], \quad (1)$$

$$e_i = 2e_j[1 - 0,1(e_j + a_{eE}E_j)], \quad (2)$$

$$N_i = 2N_j[1 - 0,1(N_j - a_{Ne}e_j)], \quad (3)$$

$$F_i = 2F_j[1 - 0,1(F_j + a_{FN}N_j + a_{Fe}e_j)], \quad (4)$$

$$B_i = 2B_j[1 - 0,1(B_j - a_{BO}O_j + a_{BR}R_j + a_{BF}F_j)], \quad (5)$$

$$T_i = 2T_j[1 - 0,1(T_j + a_{TE}E_j - a_{TB}B_j)], \quad (6)$$

$$A_i = 2A_j[1 - 0,1(A_j + a_{Ar}I_r)], \quad (7)$$

$$R_i = 2R_j[1 - 0,1(R_j - a_{RA}A_j)], \quad (8)$$

$$Q_i = 2Q_j[1 - 0,1(Q_j + a_{QA}A_j + a_{QN}N_j)]. \quad (9)$$

На изменение температуры воздуха на выходе влияет два фактора: радиационный баланс и испарение. Увеличение радиационного баланса способствует росту температуры воздуха. Наглядно это видно на рисунке 2.

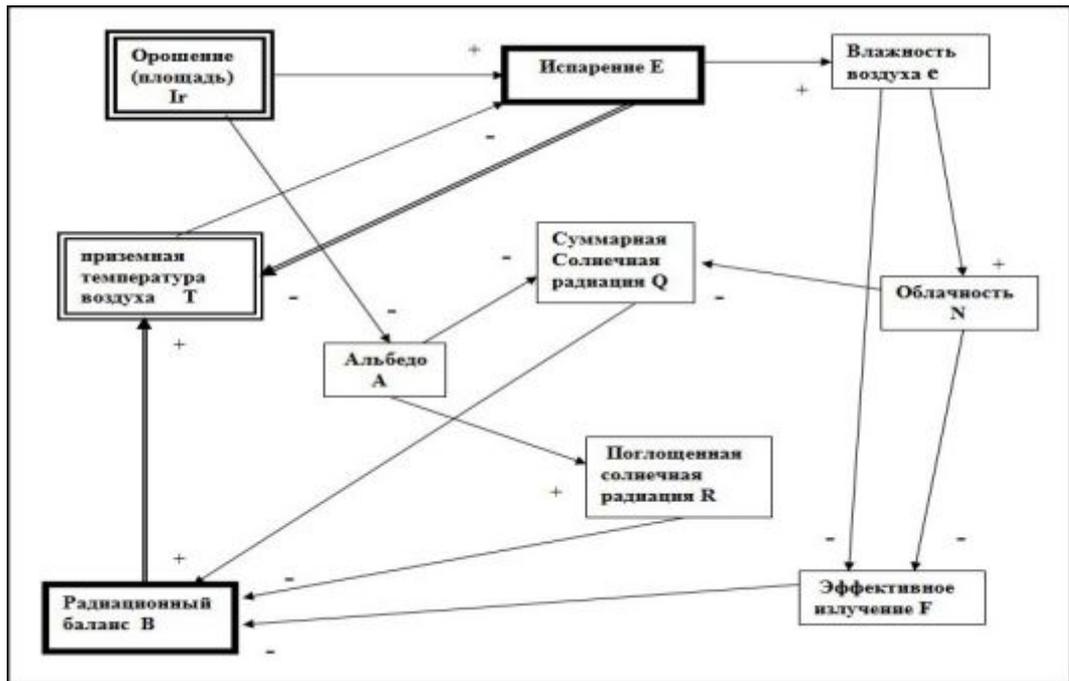


Рис. 1. Модель, отображающая влияние орошения на температуру воздуха.

Увеличение испарения, способствует уменьшению температуры воздуха (рис. 3).



Рис. 2. Изменение приземной температуры воздуха в зависимости от радиационного баланса.



Рис. 3. Изменение приземной температуры воздуха в зависимости от испарения.

Таким образом, на изменение температуры воздуха радиационный баланс влияет со знаком «+», а испарение – со знаком «-». Однако испарения влияет на температуру намного значительнее. Оно перекрывает воздействие радиационного баланса, поэтому с увеличением площади орошения – исходного модуля в модели, температура приземного воздуха будет постепенно уменьшаться и в определённый момент достигнет состояния, после которого убывание прекратится (рис. 4).



Рис. 4. Тенденция изменения приземной температуры воздуха от увеличения площади орошения.

## ВЫВОДЫ

1. С помощью монофакториального дисперсионного анализа гипотеза о том, что орошение действительно выступает регулирующим фактором, способствующим

снижению летних среднемесячных температур в пределах орошаемых районов в период с 1972 по 1990 годы, получает подтверждение.

2. На основе ABC-метода построена модель, раскрывающая совокупность взаимосвязанных факторов, показывающих в целом влияние орошения на температуру приземного воздуха.

3. Модель, построенная с помощью ABC-метода, констатирует альтернативную гипотезу, полученную в ходе дисперсионного анализа.

#### Список литературы

1. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды / А.А.Григорьев. – М. : Мысль, 1966. – 384 с.
2. Жаков С.И. Происхождение осадков в тёплое время года / С.И. Жаков. – Л. : Гидрометиздат, 1966. – 176 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1980. – 293 с.
4. Климатические данные по станциям Крымского полуострова / Гидрометеорологическая обсерватория. – Симферополь, 1990. – 96 с.
5. Тимченко И.Е. Образование и устойчивое развитие. Системная методология / И.Е. Тимченко, Е.М. Игумнова, И.И. Тимченко. – Севастополь : ЭКОСИ. – Гидрофизика, 2004. – 527 с.

**Парубец О.В. Вплив зрошування на приземну температуру повітря і ABC-метод / О.В. Парубець // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Географія. – 2010. – Т. 23(62). – № 1. – С.61-68.**

Розглянуто питання щодо впливу зрошування на зміну температури приземного повітря в межах зрошуваних земель Криму. За допомогою методу дисперсійного аналізу гіпотеза про те, що унаслідок зрошування значення температури зменшуються, підтверджена для двох експериментальних пунктів. На основі ABC-методу побудована модель, що відображує сукупність чинників впливу зрошування на температуру приземного повітря.

**Ключові слова:** зрошування, температура повітря, дисперсійний аналіз, ABC-метод.

**Parubets O.V. The irrigation influence of an air temperature and ABC-method / O.V. Parubets // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Geography. – 2010. – Vol. 23(62). – № 1. – P.61-68.**

The irrigation influence of an air temperature within the irrigated lands in Crimea is considered. The hypothesis about that the air temperature decreases because of irrigation for two experimental points is confirmed. The model of irrigation influence on the air temperature on the basis of the ABC-method is constructed.

**Key words:** an irrigation, an air temperature, a dispersive analysis, an ABC-method.

*Поступила в редакцію 20.02.2010 г.*