

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Уразкелдиев Абдувохид Бахтиёрович  
директор Научно-исследовательского  
института ирригации и водных проблем

Дусиёров Файзулла Жалилович  
начальник отдела ИКТ Научно-исследовательского  
института ирригации и водных проблем

Махмадалиев Иброҳим Махамад ўғли  
докторанту Научно-исследовательского института  
ирригации и водных проблем

Джураева Зарнигор Хакимовна  
докторанту Научно-исследовательского института  
ирригации и водных проблем

**Аннотация**

Ушбу мақолада ғўза экинни ҳосилдорлигига таъсир этувчи факторлар орасидаги қатъий функционал параметрларининг боғлиқликни белгиловчи кўп омили регрессия усулидан фойдаланиб математик модел ишлаб чиқилиб, унинг асосида дастур ишлаб чиқилди ҳамда ечимлари олинган.

**Калит сўзлар:** ғўза ҳосилдорлиги, чизикли тенглама, кучсиз мезорельеф, мелиоратив, метеорологик, экиннинг фенологик кўрсаткичлари, ёғингарчилик, ҳаво ҳароратининг ўзгарувчанлиги, сизот сувларининг сатҳи, минерализацияси.

**Introduction**

При анализе урожайности хлопчатника с учетом основных биологических, биохимических и экологических факторов очень важно выращивание хлопчатника на основе анализа мелиоративного состояния орошаемых посевных площадей. Влияние мелиоративных факторов на урожайность хлопка-сырца проанализировано в работах Н.Беспалова, М.Зияходжаева, Х.Ашрапова. В исследованиях, проведенных на старых орошаемых площадях Республики Узбекистан, на основе анализа урожайности хлопчатника была найдена математическая зависимость между мелиоративными условиями и урожайностью хлопчатника, линейное уравнение функции урожайности [1; 2].

В практике орошаемого земледелия установление взаимосвязи строгих функциональных параметров между факторами, влияющими на урожайность хлопчатника, встречается редко, так как они зависят от многих факторов с различными значениями показателей.

На основе исследований на опытном участке разработана математическая зависимость с использованием метода многофакторной регрессии, определяющая мелиоративные, метеорологические и фенологические показатели культуры на орошаемых площадях со слабым мезорельефом: состояние в период вегетации, осадки, изменчивость температуры воздуха, уровень грунтовых вод, минерализация, внесение минеральных удобрений на хлопчатник и, как следствие, урожайность хлопка-сырца. Учитывая, что  $M(Y)$ , определяющий урожайность хлопчатника, зависит от различных факторов,  $k$   $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  он был сформирован на основе следующего математического выражения:

$$M(Y) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad (1)$$

В (1):  $\alpha, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  постоянные значения,  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  порядок представления значений анализируемых величин следующий:

$$\begin{array}{cccc} x_1^{(1)}, & x_2^{(1)}, & \dots & , x_k^{(1)} \\ x_1^{(2)}, & x_2^{(2)}, & \dots & , x_k^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1^{(n)}, & x_2^{(n)}, & \dots & , x_k^{(n)} \end{array}$$

$x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_k^{(i)}$   $Y = \bar{y}$  Используя это выражение, для каждой системы были определены различные значения урожайности сельскохозяйственных культур, и для расчетов из (1) было получено следующее выражение:

$$\bar{y} = \alpha + \beta_1(x - \bar{x}_1) + \dots + \beta_k(x_k - \bar{x}_k) \quad (2)$$

$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^{(i)} - x_i$  В вычислительных операциях среднее арифметическое значение  $n$  различных факторных показателей в эксперименте-наблюдении в выражении (2).

В методе регрессии  $n$  ( $y_i, x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$ ),  $i=1, n$  оценка постоянных значений неизвестных  $\alpha, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  факторов в последовательном соотношении показателей факторов [3].

$Y$   $M(Y)$  На основе оценки постоянных значений факторов, влияющих на урожайность культур:  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  с изменением анализируемых значений создается возможность достоверного прогнозирования величины урожайности хлопчатника ( $Y$ ). Формируется возможность указания доверительного интервала для математического ожидания, определяющего урожайность культуры.

На основании вышеизложенного анализа, когда урожайность изначально зависит от одного фактора  $x$ , "среднее" линейное представление относительно аргумента выглядит следующим образом:

$$M(Y(x)) = \alpha + \beta x. \quad (3)$$

В (3) на основе операций независимых наблюдений  $x=x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  при условии  $n$  наблюдалось столько  $y_1, y_2, \dots, y_n$  имеет значения. При изменениях линейного состояния урожайности  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$  с учетом ошибок ожидаемая урожайность культуры выражается следующим образом:

$$y_i = M(Y(x)) = \alpha + \beta x_i \pm \delta_i \quad (4)$$

$\delta_i = y_i - \alpha - \beta x_i$  (4) с учетом того, что погрешности измерений подчиняются следующим условиям (4):

- 1)  $M\delta_i = 0, i = 1, \bar{n}$ ,
- 2)  $D\delta_i = M\delta_i^2 = \sigma^2 i = 1, \bar{n}$ , (не зависит от  $X$ ),

3)  $\delta_i$  определены независимые и нормальные распределения случайных величин. В этом случае  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$  плотность распределения для системы величин, определяющих урожайность хлопчатника, следующая:

$$\frac{e^{-\frac{\delta_1^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi\sigma}} * \frac{e^{-\frac{\delta_2^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi\sigma}} \dots \frac{e^{-\frac{\delta_n^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi\sigma}} = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\right)^n e^{-\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2\sigma^2}}$$

На основании вышеприведенного анализа плотность распределения наблюдаемых  $y_i$  величин следующая:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n, a, \beta, \sigma^2) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)^n \sigma^{-n} e^{-\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - a - \beta x_i)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

При оценке параметров  $\alpha, \beta, \sigma^2$  в (5) использовался метод аналогии с высокой степенью точности. В этом методе для определения неизвестных параметров используются заданные значения  $\alpha$  и  $\beta$ , которые максимизируют функцию подобия (5) при высокой степени их точности:  $\sigma^2$ :

$$\begin{cases} \frac{\partial p}{\partial \alpha} = 0 \\ \frac{\partial p}{\partial \beta} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

(5) определяется плотность распределения величин.

В случае ненулевой экспоненциальной функции в (5) получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i) = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i) x_i = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Система (7) с помощью математических операций описывается следующим образом:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i - \alpha * n - \beta \sum_{i=1}^n x_i = 0 \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i - \alpha \sum_{i=1}^n x_i - \beta \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0 \end{cases} \quad (8)$$

$\sum_{i=1}^n x_i = 0$  Предполагая, что для системы (8) система значений  $x$  центрирована, были сформулированы выражения вида:

$$(9) \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na, \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i = \beta \sum_{i=1}^n x_i^2. \end{cases}$$

В (9) постоянные параметры  $\alpha$  и  $\beta$  обозначены следующим образом:

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad \hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (10)$$

$\sum_{i=1}^n x_i = 0$ ;  $\hat{\alpha}$  и  $\hat{\beta}$  в случае, когда условие в выражении (10) не выполняется, для значений и сформированы следующие выражения:

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - \beta \sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (11)$$

$\hat{\alpha}$  и  $\hat{\beta}$  для нахождения  $S^2$  на основе найденных значений и в (11) дифференцируя (5) по  $\sigma^2$ , получим:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta} x_i)^2 \quad (12)$$

$\hat{\alpha}$  и  $\hat{\beta}$  в (12) и определяются на основе выражений (9) и (10).

$\hat{\alpha}$  и  $\hat{\beta}$   $\sum_{i=1}^n x_i = 0$  при значениях параметров, и  $\sigma^2$  в выражениях (11) и (12):

$$\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n (\alpha + \beta x_i + \delta_i) = n\alpha + \sum_{i=1}^n \delta_i$$

или

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \delta_i}{n} = \hat{\alpha} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i$$

то есть

$$\hat{\alpha} - \alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i. \quad (13)$$

$\hat{\beta}$  на основе вышеуказанных действий сформировано следующее выражение для постоянного параметра:

$$\hat{\beta} - \beta = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}. \quad (14)$$

$\hat{\alpha} - \alpha$  и  $\hat{\beta} - \beta$  правые части выражений (13) и (14) состоят из линейных функций с нормально распределенными показателями. Используя нормальное распределение и для степени точности, было сформировано следующее выражение.

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \bar{y}$$

$l_{rs}$  Для параметра, определяющего урожайность сельскохозяйственных культур, было сформировано следующее выражение:

$$l_{rs} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_r^{(i)} - \bar{x}_r)(x_s^{(i)} - \bar{x}_s) \quad (1 \leq r \leq s \leq k)$$

$l_{rr} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_r^{(i)} - \bar{x}_r)^2$  учитывая, мы получаем выражение в виде матрицы факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур.

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{1k} \\ l_{21} & l_{22} & l_{2k} \\ \dots & \dots & \dots \\ l_{k1} & l_{k2} & l_{kk} \end{bmatrix} \quad (15)$$

в (15)  $L'_s$  - из  $L$  выводят  $s$ -й столбец  $l_{01}, l_{02}, \dots, l_{0k}$

$l_{os} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_s^{(i)} - \bar{x}_s) \hat{\beta} = \frac{L'_s}{L}$  При наличии определителя, полученного заменой членами, мы получаем постоянное оценочное значение для параметра  $\beta$  [4;5;6].

В научных и практических исследованиях важен вопрос о том, насколько важно влияние факторов на рассматриваемые показатели.

В научных и практических исследованиях, исследуя влияние двух факторов на урожайность хлопчатника, было определено, какой из факторов имеет наибольшее значение.

Для оценки влияния факторов на урожайность сельскохозяйственных культур, используя матричный метод для результатов наблюдений  $n$ , в случае одного фактора с уровнем  $m$ , результаты наблюдений  $n$  были определены следующим образом.

Кузатишлар номери		1	2	3...	$n$
		F омил даражаси			
F <sub>1</sub> F <sub>2</sub> ... F <sub>m</sub>		$x_1^{(1)}$	$x_1^{(2)}$	$x_1^{(n)}$	...
		$x_2^{(1)}$	$x_2^{(2)}$	$x_2^{(n)}$	...
		.....	.....	.....	.....
		$x_m^{(1)}$	$x_m^{(2)}$	$x_m^{(n)}$	...

В случае следующих двух факторов А и В результаты следующие:

A \ B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	...	B <sub>v</sub>
	$x_{11}^{(1)} x_{11}^{(2)} x_{11}^{(n)}$ ,.....,	$x_{12}^{(1)} x_{12}^{(2)} x_{12}^{(n)}$ ,.....,	...	$x_{1v}^{(1)} x_{1v}^{(2)} x_{1v}^{(n)}$ ,.....,
A <sub>2</sub>	$x_{21}^{(1)} x_{21}^{(2)} x_{21}^{(n)}$ ,.....,	$x_{22}^{(1)} x_{22}^{(2)} x_{22}^{(n)}$ ,.....,	...	$x_{2v}^{(1)} x_{2v}^{(2)} x_{2v}^{(n)}$ ,.....,
...	...	...	...	...
A <sub>r</sub>	$x_{r1}^{(1)} x_{r1}^{(2)} x_{r1}^{(n)}$ ,.....,	$x_{r2}^{(1)} x_{r2}^{(2)} x_{r2}^{(n)}$ ,.....,	...	$x_{rv}^{(1)} x_{rv}^{(2)} x_{rv}^{(n)}$ ,.....,

Размещая в ячейке  $(i, j)$  результаты наблюдений  $n$ , при равном количестве наблюдений в ячейках, такой комплекс является ортогональным.

$x_{ijk}$  результаты количественного наблюдения в каждой ячейке матрицы  $(i, j, k)$  с учетом трех факторов А, В, D были сформированы следующим образом:

A	A <sub>1</sub>			A <sub>2</sub>			...	A <sub>r</sub>			
B	B <sub>1</sub>	...	B <sub>v</sub>	B <sub>1</sub>	...	B <sub>v</sub>	...	B <sub>1</sub>	...	B <sub>v</sub>	
D	D <sub>1</sub>	$x_{111}$	...	$x_{1v1}$	$x_{211}$	...	$x_{2v1}$	...	$x_{r11}$	...	$x_{rv1}$
	D <sub>2</sub>	$x_{112}$	...	$x_{1v2}$	$x_{212}$	...	$x_{2v2}$	...	$x_{r12}$	...	$x_{rv2}$
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	D <sub>t</sub>	$x_{11t}$	...	$x_{1vt}$	$x_{21t}$	...	$x_{2vt}$	...	$x_{r1t}$	...	$x_{rvt}$

В результате полевых исследований были изучены факторы, влияющие на урожайность хлопчатника, и рассчитаны многие влияющие факторы по показателям, полученным с земельных площадей контролируемых фермерских хозяйств, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 Факторы, определяющие влияние на урожайность хлопчатника

№ п/п	Влияющие факторы
1.	Количество минеральных удобрений Р (кг/га)
	Количество минеральных удобрений N (кг/га)
2.	Общая норма полива ( $m^3/га$ )
3.	Глубина грунтовых вод (м)
4.	Минерализация грунтовых вод (г/л)
5.	Сумма средних температур воздуха за поливной сезон (V-IX месяцы $^{\circ}C$ )
6.	Минерализация поливной воды (г/л)
7.	Количество осадков за поливной сезон (IV-IX месяцы, мм)
8.	Высота посевов хлопчатника на 01.09 (см)
9.	Число симподиальных ветвей хлопчатника на 01.09
10.	Количество коробочек хлопчатника на 01.09
11.	Урожайность хлопка (фактически) (ц/га),

Найдена зависимость между количеством минеральных удобрений (Р), общей нормой орошения ( $m^3/га$ ), суммой средних температур в течение поливного сезона (V-IX месяцев  $^{\circ}C$ ) и урожайностью хлопка-сырца (ц/га) (таблица 2).

Таблица 2

## Результаты полевых опытов в фермерском хозяйстве “Эрназарова Дилдора”

Годы	Количество минеральных удобрений Р (кг/га) $X_1$	Общая поливная норма ( $m^3/га$ ) $X_2$	Суфориш Сумма средних температур за поливной сезон (V-IX месяцы $^{\circ}C$ ) $X_3$	Урожайность хлопка Y (ц/га)	
				на практике	на счету
2019	185	5576	143,5	22,8	23,8
2020	203	5991	138,8	37,3	38,4
2021	191	5300	150	30	31,0
2022	200	5890	149,7	28	29,1

На основе анализа результатов, приведенных в таблице 2 выше, и используя представленную математическую модель, было сформировано следующее линейное уравнение регрессии для оценки урожайности:

$$Y = 42,93 + 1,077X_1 - 0,02X_2 - 0,744X_3$$

или

$$H = 42,93 + 1,077m_{\text{ф}} - 0,02M - 0,744t_{V-IX} \quad (16)$$

(16) где:

Y или H -урожайность хлопка-сырца (ц/га).

$X_1$  или  $m_{\text{ф}}$ -- общая оросительная норма ( $m^3/га$ );

$X_2$  или  $M$ - сумма средних температур за или -сезон (месяцы V-IX 0С)

$X_3$  или  $t_{V \div IX}$  на основе математической модели (16) найдено линейное уравнение в виде регрессии, определяющее урожайность сельскохозяйственных культур с общей нормой полива.

$$X_2 = \frac{42,93+1,007X_1-0,744X_3-Y}{0,02} \quad \text{или}$$

$$M = \frac{42,93+1,007m_{\text{ҰҒ}}-0,744t_{V \div IX}-H}{0,02}$$

Сформулирована математическая модель, определяющая урожайность хлопчатника по общей норме полива, количеству удобрений, необходимых для растения, и сумме температур воздуха в течение вегетационного периода, разработана программа и получены решения.

### Список использованной литературы

1. Ивашев О.С-Мусатов. Теория вероятностей и математическая статистика, М., «Наука», 1979.
2. Шерматов Е Мухаммадиева М Дўсиёров Ф.Ж. “Статистический метод оценки суккулентного листа хлопчатника растущего в засоленных почвах” Агро илим 1 [88] сон, 2023 й. 13–15 бет.
3. Гмурман. В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. М., “Высшая школа”, 2017.
4. Хуррамов. Ш.Р. Олий математика “Чулпон номидаги нашириёт уйи” НМИУ, Тошкент-2018. -496 б.
5. Дўсиёров Ф.Ж, Садиев Ф.Ф, Махмадалиев И.М. Ғўза ҳосилдорлигига таъсир этувчи омилларни баҳолаш (Қашқадарё вилояти мисолида). Гувоҳнома: №DGU 36788
6. Худайев И.Ж. Республиканинг жанубий минтақаси суғориладиган ерларида сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг илмий-амалий асослари: Автореф. дис. доктор. тех.-наук. – Тошкент:2022. -8
7. Матякубов Б.Ш. Суғорма деҳқончиликда сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг илмий-амалий асослари (Хоразм воҳаси мисолида): Автореф. дис. доктор. тех.-наук. – Тошкент:2019. -7
8. Қувватов Д.А. Суғориладиган ерлар мелиоратив тартиботининг шаклланишини баҳолаш (Қашқадарё вилояти мисолида): Автореф. дис. кан. тех.-наук. – Тошкент:2019. -6