

Таблица 3 - Изменение биологических параметров тест-культуры (пшеница) под воздействием удобрений и стимулятора роста

Варианты опыта	Параметры тест-культуры, см			Изменение параметров тест-культуры по отношению к контролю, см	
	Росток	Корень	Кол-во корней	Росток	Корень
H ₂ O - контроль	10,6	12,7	2	-	-
Мочевина	11,1	12,1	2	0,5	-0,6
Мегафол	10,5	12,8	2	-0,1	0,1
Террафлекс	11,2	11,9	2	0,6	-0,8
Флоргумат	11,3	12,4	4	0,7	-0,3
Лигногумат	12,1	14,7	2	1,5	2,0
Мивал-агро	11,2	13,7	2	0,6	1,0
Экстрасол	11,8	14,1	2	1,2	1,4

Все изученные удобрения благотворно влияли на биологическое состояние верхней части пахотного горизонта, увеличивая суммарную биологическую активность торфяных почв с 23,6 % до 31,0-43,3 % и снижали её токсичность.

УДК 631.67 «5»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УРОЖАЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ

А. Л. Кожанов

ФГБНУ «РосНИИППМ», г. Новочеркасск, Российская Федерация

В настоящее время в ФГБНУ «РосНИИППМ» ведется поиск, разработка и адаптация перспективных направлений, отвечающих современным требованиям сельскохозяйственного производства на орошаемых землях. Суть этого направления заключается в поливе дополнительных участков богарного земледелия в случае наличия неиспользованных лимитов оросительной воды, которые образуются в зависимости от влагообеспеченности года [1].

Система периодического орошения (СПО) с точки зрения анализа определяется большим числом одновременно и совокупно действующих факторов. В этой связи, для оценки эффективности использования СПО, необходимо установить зависимость энергии дополнительного урожая за год (зависимая переменная Z) от обеспеченности и дополнительной площади, которая освобождается при использовании СПО – объясняющие переменные X и Y соответственно. Причина выбора вышеуказанных переменных связана с тем, что обеспеченность дефицита водного баланса и предполагаемая дополнительная площадь от использования СПО наиболее точно характеризуют экономическую эффективность.

Решая данную задачу, добивались достижения следующих результатов:

- установление зависимости энергии дополнительного урожая от обеспеченности дефицита водного баланса и площади периодического орошения;
- нахождение оптимальных значений объясняющих переменных;
- анализ полученной зависимости;

- выявление значимости уравнения регрессии и коэффициентов объясняющих переменных.

Безусловно, выявление зависимости средней дополнительной урожайности от обеспеченности дефицита водного баланса упрощается применением метода множественной регрессии, с помощью которой устанавливается линейная множественная регрессия вида:

$$Z = \beta_0 + \beta_1 \cdot X + \beta_2 \cdot Y. \quad (1)$$

Но зависимость (1) не дает ясную картину изучаемого явления и не может в полном объеме охарактеризовать преследуемые цели. В связи с этим была использована квадратичная зависимость, которая определяет не только влияние каждой переменной, но и совокупное влияние объясняющих переменных на зависимую переменную.

Основываясь на экспериментальных данных, применили элементы множественного регрессионного анализа и встроенные функции системы компьютерной математики (СКМ) «MathCad».

Примем следующие обозначения: объясняющие переменные X (обеспеченность дефицита водного баланса) и Y (дополнительная площадь) представлены в виде матрицы M , зависимая переменная Z обозначена матрицей V , n – степень уравнения регрессии, $g(x, y)$ – полученная зависимость, $\text{regress}(M, V, n)$ – встроенная функция СКМ «MathCad», определяющая регрессию задаваемой степени n , I и h – матрицы соответствующих коэффициентов уравнения регрессии, T – матрица значений функции $g(x, y)$, E – матрица отклонений от значений зависимой переменной Z , Q_E – остаточная сумма квадратов, характеризующая влияние неучтенных факторов, Q_R – сумма квадратов, обусловленная регрессией, Q – общая сумма квадратов отклонения зависимой переменной от средней, \bar{Z} – среднее значение зависимой переменной, R^2 – множественный коэффициент детерминации, F – критерий значимости уравнения.

Таким образом, матрицы объясняющих переменных и зависимой переменной имеют вид (табл. 1) [2].

После присвоения соответствующих матриц и степени уравнения:

$$M := \text{augment}(X, Y) \quad V := Z \quad n := 2 \quad (2)$$

а также применения встроенной функции $\text{regress}(M, V, n)$ получим следующую матрицу:

$$\text{regress}(M, V, n) = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ -0,195 \\ -5,542 \cdot 10^{-4} \\ 2,818 \\ -538,77 \\ 14,865 \\ 0,064 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Таблица 1 – Матрицы объясняющих переменных и зависимой переменной

X _i	Y _i	Z _i	X _i	Y _i	Z _i	X _i	Y _i	Z _i
94	471,1288	2496,773	77	98,6231	1552,041	60	44,512	991,374
93	407,5399	2413,829	76	89,7232	1488,085	59	42,1749	955,352
92	352,4816	2327,652	75	87,3925	1470,334	58	39,903	919,121
91	305,2897	2240,922	74	84,0774	1443,634	57	37,6963	882,752
90	265,3	2156,064	73	80,8275	1416,010	56	35,5548	846,296
89	231,8483	2075,193	72	77,6428	1387,499	55	33,4785	809,821
88	204,2704	2000,067	71	74,5233	1358,135	54	31,4674	773,391
87	181,9021	1932,030	70	71,469	1327,958	53	29,5215	737,070
86	164,0792	1871,971	69	68,4799	1297,008	52	27,6408	700,927
85	150,1375	1820,270	68	65,556	1265,329	51	25,8253	665,027
84	139,4128	1776,759	67	62,6973	1232,966	50	24,075	629,439
83	131,2409	1740,674	66	59,9038	1199,963	49	22,3899	594,233
82	124,9576	1710,613	65	57,1755	1166,371	48	20,77	559,478
81	119,8987	1684,498	64	54,5124	1132,239	47	19,2153	525,246
80	115,4	1659,533	63	51,9145	1097,619	46	17,7258	491,607
79	110,7973	1632,168	62	49,3818	1062,565	45	16,3015	458,633
78	105,4264	1598,059	61	46,9143	1027,131			

Так как матрица regress (M, V, n) не определяет соответствие коэффициентов, то применив компьютерную программу, написанную в среде СКМ «MathCad», легко установим соответствие степеней объясняющих переменных и их коэффициенты, представленные ниже в виде матриц I и h :

$$I = \begin{pmatrix} 11 \\ 02 \\ 01 \\ 00 \\ 10 \\ 20 \end{pmatrix} \quad h = \begin{pmatrix} -0,195 \\ -5,542 \cdot 10^{-4} \\ 20,818 \\ -538,77 \\ 14,865 \\ 0,064 \end{pmatrix} \quad (4)$$

При этом столбцы матрицы I соответствуют степеням переменной X и Y , элементы матрицы h ставятся в соответствие строкам матрицы I , являются коэффициентами переменных и их произведений.

В общем виде искомая зависимость (функция) $g(x, y)$ будет иметь вид:

$$g(x, y) = \sum_{i=0}^{last(h)} \left(h_i \cdot x^{I_{i,0}} \cdot y^{I_{i,1}} \right) \quad (5)$$

В развернутом виде функция (5) примет следующий вид:

$$g(x, y) = -0,195 \cdot x \cdot y - 5,542 \cdot 10^{-4} \cdot y^2 + 20,818 \cdot y + 14,865 \cdot x + 0,064 \cdot x^2 - 538,77 \quad (6)$$

График полученной зависимости представлен ниже (рис. 1).

Для проекции на плоскость xOy функции $g(x, y)$ обозначим ее через α и при различных значениях α получим различные линии уровня.

$$-0,195 \cdot x \cdot y - 5,542 \cdot 10^{-4} \cdot y^2 + 20,818 \cdot y + 14,865 \cdot x + 0,064 \cdot x^2 - 538,77 = \alpha \quad (7)$$

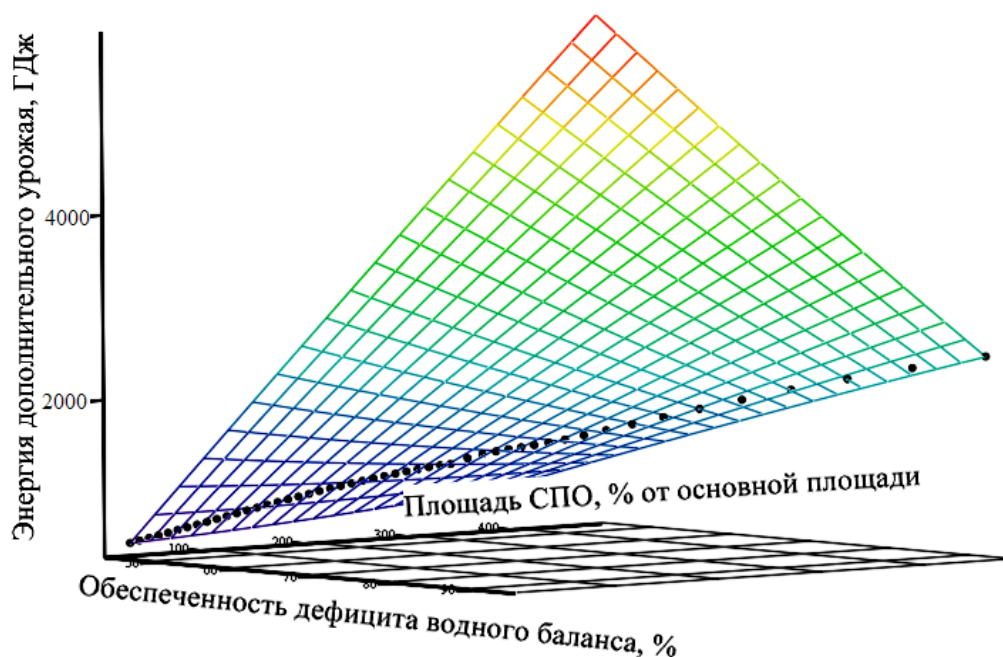


Рисунок 1 – График зависимости энергии дополнительного урожая от обеспеченности дефицита водного баланса и площади системы периодического орошения

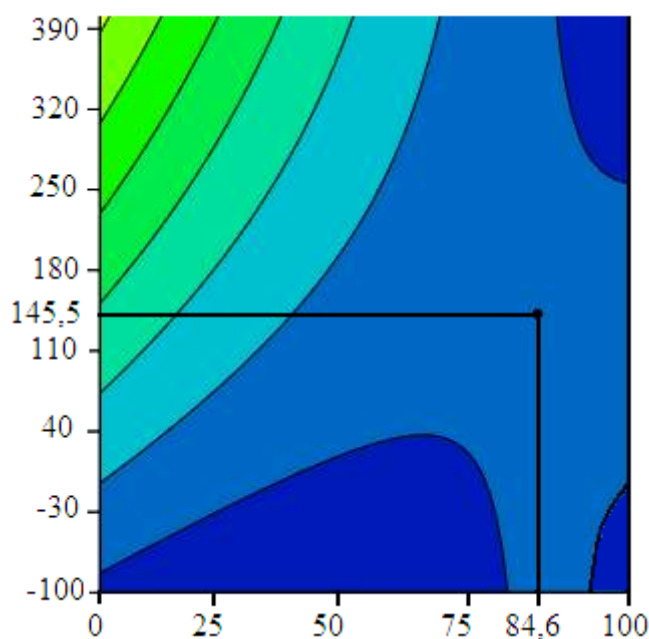


Рисунок 2 – Спектральная номограмма линий уровня

Решим квадратное уравнение относительно y , и придавая различные значения α , получим линии уровня, изображенные на рисунке 2. Исследование на условный экстремум предполагает поиск максимума функции $g(x, y)$ вдоль линии $y(x)$, которая в свою очередь связывает объясняющие переменные x и y .

$$y(x) = \begin{cases} 0,0323 \cdot x^2 - 1,5423 \cdot x + 19,69 & \text{при } 25 \leq x \leq 75 \\ 0,1107 \cdot x^3 - 26,62 \cdot x^2 + 2138,2 \cdot x - 57251 & \text{при } x \geq 75 \end{cases} \quad (8)$$

Как видно из рисунка 2 функция $g(x, y)$ достигает своего максимума в точке $x = 84,6$, $y = 145,5$. Таким образом, в первом приближении можно утверждать, что использование системы периодического орошения позволяет максимально возможное

выделение дополнительных площадей в размере приблизительно 145,5 га при площади регулярного орошения в 100 га.

Оценим значимость уравнения регрессии, т. е. установим соответствие математической модели, выражающей зависимость между переменными. Проверку произведем на основе дисперсионного анализа. Согласно основной идее, предполагающей изучение качества регрессионной модели:

$$Q = Q_R + Q_E$$

$$\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2 = \sum_{i=1}^n (g(x, y) - \bar{Z})^2 + \sum_{i=1}^n (Z_i - g(x, y))^2 \quad (9)$$

Для этого находим значения функции $g(x, y)$ в точках X и Y , а также разницу между функцией $g(x, y)$ и значениями Z , которые обозначены как T и E (табл. 2) [3, 4].

В нашем случае: $Q = Q_R + Q_E = 1,465 \cdot 10^7 + 0,11052 \cdot 10^7 = 1,57552 \cdot 10^7$.

Таблица 2 – Значения функции $g(x, y)$ в точках X и Y и разница между функцией $g(x, y)$ и значениями Z , которые обозначены как T и E

T_i	E_i	T_i	E_i	T_i	E_i
$2,473 \cdot 10^3$	23,572	$1,552 \cdot 10^3$	0,169	988,292	-3,082
$2,399 \cdot 10^3$	-15,235	$1,494 \cdot 10^3$	6,246	952,839	-2,513
$2,316 \cdot 10^3$	-11,559	$1,473 \cdot 10^3$	2,763	917,211	-1,913
$2,23 \cdot 10^3$	-10,489	$1,445 \cdot 10^3$	1,236	881,448	-1,304
$2,145 \cdot 10^3$	-10,59	$1,416 \cdot 10^3$	-0,109	845,597	-0,699
$2,064 \cdot 10^3$	-10,935	$1,386 \cdot 10^3$	-1,29	809,687	-0,134
$1,989 \cdot 10^3$	-11,005	$1,356 \cdot 10^3$	-2,295	773,748	0,357
$1,921 \cdot 10^3$	-10,598	$1,325 \cdot 10^3$	-3,119	737,847	0,777
$1,862 \cdot 10^3$	-9,735	$1,293 \cdot 10^3$	-3,77	701,993	1,066
$1,812 \cdot 10^3$	-8,572	$1,261 \cdot 10^3$	-4,252	666,235	1,208
$1,769 \cdot 10^3$	-7,342	$1,228 \cdot 10^3$	-4,574	630,621	1,182
$1,734 \cdot 10^3$	-6,259	$1,195 \cdot 10^3$	-4,731	595,18	0,947
$1,705 \cdot 10^3$	-5,473	$1,162 \cdot 10^3$	-4,744	559,95	0,472
$1,679 \cdot 10^3$	-5,013	$1,128 \cdot 10^3$	-4,631	524,969	-0,277
$1,655 \cdot 10^3$	-4,726	$1,093 \cdot 10^3$	-4,381	490,288	-1,319
$1,628 \cdot 10^3$	-4,238	$1,059 \cdot 10^3$	-4,034	455,933	-2,7
$1,595 \cdot 10^3$	-2,914	$1,024 \cdot 10^3$	-3,598		

Оценим взаимосвязь между зависимой переменной $g(x, y)$ – среднюю дополнительную урожайность за год в ГДж от использования СПО и совокупностью объясняющих переменных – обеспеченность дефицита водного баланса (x , %) и дополнительная площадь (y , га), используя совокупный коэффициент (индекс) детерминации R^2 . Совокупный индекс детерминации показывает долю вариации зависимой переменной, обусловленную регрессией или изменчивостью объясняющих переменных. Таким образом, R^2 можно рассматривать как меру качества уравнения регрессии, характеристику прогностической силы анализируемой регрессионной модели.

Индекс детерминации определяется по формуле:

$$R^2 = \frac{Q_R}{Q} = \frac{1,465 \cdot 10^7}{1,57552 \cdot 10^7} = 0,92985. \quad (10)$$

Полученное значение индекса детерминации позволяет сделать вывод о том, что:

- уравнение регрессии значимо, т.е. исследуемая зависимая переменная $g(x, y)$ достаточно хорошо описывается включенными в регрессионную модель переменными X и Y ;

- значение R^2 , равное 0,929 указывает на тесную взаимосвязь зависимой переменной $g(x, y)$ – энергии дополнительного урожая за год в ГДж от использования СПО и совокупностью объясняющих переменных – обеспеченность дефицита водного баланса ($x, \%$) и дополнительная площадь ($y, \text{га}$).

Список использованных источников

1 Кожанов, А. Л. Прогнозирование размеров периодически орошаемых дополнительных площадей / А. Л. Кожанов, О. В. Воеводин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. – Вып. 44. – Ч. 1 – С. 184-190.

2 Кожанов, А. Л. Организация периодического орошения на оросительных системах Ростовской области: дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Кожанов Антон Леонидович. – Новочеркасск, 2009. – 177 с.

УДК 631.671

НОРМЫ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ В УСЛОВИЯХ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

А.Т. Козыкеева, Ж. Саржанкызы

Казахский государственный национальный университет, г. Алматы, Казахстан

Современное экологическое и социально-экономическое развитие Мактаралского района Южно-Казахстанской области во многом определяется дефицитом водных ресурсов, которые создаются в бассейне трансграничной реки Сырдарьи в связи, во-первых, с нерегулированностью принципов использования водных ресурсов с соседними государствами, во-вторых, с уменьшением объема стока в связи с изменением климата региона. В связи с этим, возникает необходимость научного обоснования нормы водопотребности сельскохозяйственных культур и технологии полива с целью рационального и эффективного использования водных ресурсов региона. Как известно, основной целью мелиорации является за счет выбора оптимальной технологии возделывания сельскохозяйственных культур обеспечить эффективность использования потенциальных ресурсов природной системы. С этой позиции, с учетом образовавшегося дефицита водных ресурсов, совершенствование технологий полива, обеспечивающих экологическое обоснование нормы водопотребности сельскохозяйственных культур в условиях Мактаралского района Южно-Казахстанской области, является одной из актуальных проблем мелиорации сельскохозяйственных земель [1; 2].

Природно-климатические условия Мактаралского района Южно-Казахстанской области, с одной стороны, очень засушливые с большими испаряющими способностями (1000 мм) и с другой стороны, очень малы атмосферные осадки (250 мм), они не позволяют без орошения обеспечить водопотребности сельскохозяйственных культур. В таких противоречивых природно-климатических условиях сельскохозяйственные товаропроизводители занимаются возделыванием сельскохозяйственных культур (табл. 1).