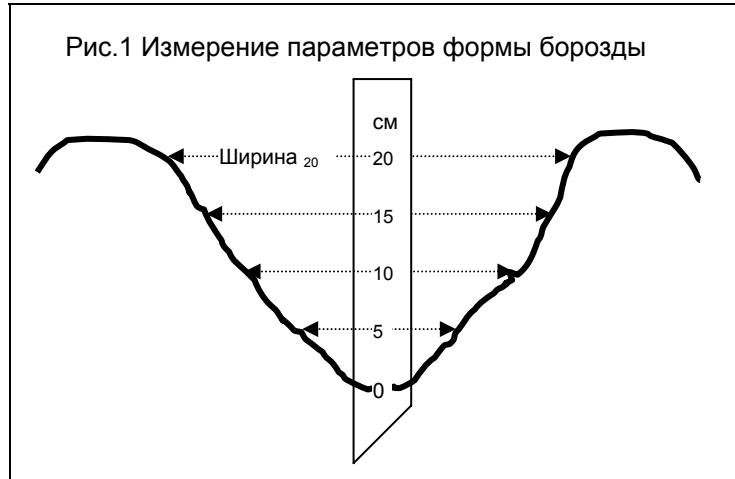


1 ФОРМА БОРОЗДЫ

1.1 Методика определения

В нескольких хозяйствах, в разные дни, на нескольких смежных бороздах в определённых точках вдоль по их длине измерялись величины ширины борозд через каждые пять сантиметров вверх ото дна борозды, как это показано на Рис.1.



На Рис. 2 приводится программа, которая использовалась для построения поперечного сечения борозды и в которой используется полиномиальная регрессия для построения осреднённой половины профиля борозд различной глубины.

Рис. 1 Программа для расчёта величин коэффициентов формы борозды p1 и p2 (Полином третьего порядка)

File: Program for p1 and p2 coefficients (3rd order)

Расчёт: Введите ширину борозды в жёлтые клетки

Глубина (см) (x)	x ²	x ³	Ширина (см)	Половина ширины (y)
0	0	0	5.0	2.5
5	25	125	22.0	11.0
10	100	1000	41.0	20.5
15	225	3375	52.0	26.0

Коэффициенты формы борозды:

p ₁	0.537
p ₂	1.346

Примечание: Если полином 3-го порядка не даёт хорошего совпадения с данными, тогда используйте другое уравнение

Расчётные величины	x=0-5см	x=0-10см
Половина площади потока по оси X- (м ²)	0.0060	0.0220
Расчётные величины	x=0-5см	x=0-10см
Смоченный периметр (м)	0.247	0.462

Площадь поперечного сечения (A) и смоченный периметр (P) определяются по аппроксимирующей кривой и двум параметрам, p₁ и p₂, которые рассчитываются следующим образом (см Инструкцию ФАО № 45 по Иригации и Дренажу):

$$p_1 = a_1^{(1.667-p_2)} / b_1^{0.667} \dots\dots\dots(1)$$

$$p_2 = 1.667 - (0.667 \times b_2 / a_2) \dots\dots\dots(2)$$

где: $a_1 = A_{10} / 10^{a_2} \dots\dots\dots(3)$

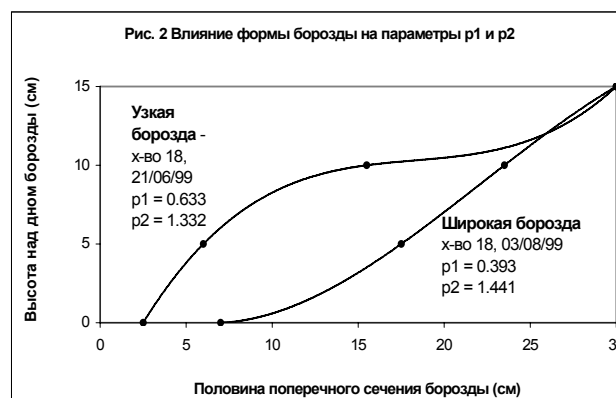
$$a_2 = \log(A_{10} / A_5) / \log(10 / 5) \dots\dots\dots(4)$$

$$b_1 = P_{10} / 10^{b_2} \dots\dots\dots(5)$$

$$b_2 = \log(P_{10} / P_5) / \log(10 / 5) \dots\dots\dots(6)$$

и A_5 и A_{10} – это площади поперечного сечения борозды при глубине воды 5 и 10см в (м²),
 P_5 и P_{10} – это величины смоченного периметра при глубине воды 5 и 10см в (м).

Так как глубина воды в борозде редко превышает 100 мм, параметры формы борозды рассчитываются исходя из этой глубины. В большинстве случаев кривая полиномиальной регрессии третьего порядка была наиболее подходящей для формы половины поперечного сечения борозды при глубине борозды 0, 5, 10 и 15см. В нескольких случаях при глубине борозды 10см была использована кривая полиномиальной регрессии второго порядка. Для окучивания почти всегда используется культиватор с 3-5 пружинными лапами, которые имеют форму полиномиальной кривой. Культиваторы с параболической, трапецеидальной или треугольной формой лапки не используются, возможно из-за того, что культиваторы с жёсткой подвеской рабочего органа используются редко. Программа, которая описывается выше может использоваться для всех форм поперечного сечения борозды за исключением параболической. На Рис. 2 показаны два случая экстремального влияния формы поперечного сечения борозды на величины параметров борозды с использованием данных по одному и тому же полю в хозяйстве № 18, но в разные дни. По бороздам прошёл культиватор до измерения формы борозды 21 июля 1999 года, затем был проведён полив и перед следующим поливом, который был проведён 3 августа 1999 года, культивация не проводилась и была снова измерена форма борозды. Чем шире борозда, тем меньше величина параметра p_1 и больше величина параметра p_2 .



1.2 Анализ данных

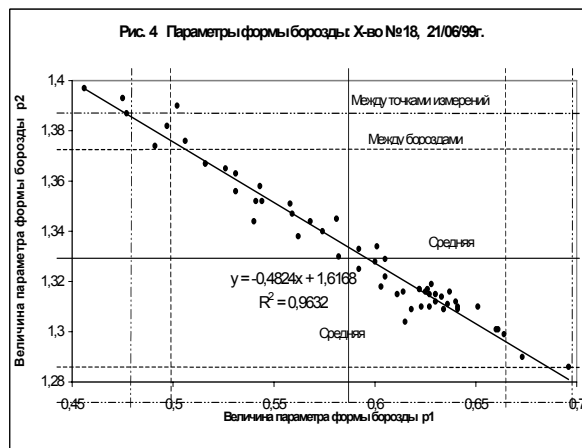
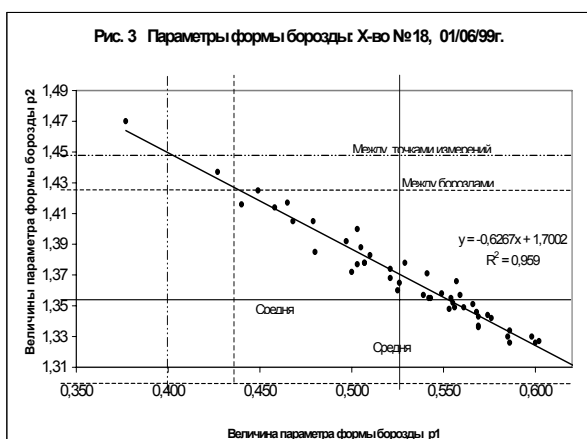
Наиболее полные данные были представлены Национальной Рабочей Группой Туркменистана по хозяйству № 18 “Мургаб”. Поле в этом хозяйстве не идеальное в том смысле, что оно почти горизонтальное и имеет уклоны от краёв к центру. Ширина борозд на разной глубине измерялась в 16 или 19 точках по всей длине трёх смежных борозд по четыре раза. В Таблице 1 приводятся результаты статистического анализа этих данных.

Таблица 1 Результаты статистического анализа параметров формы борозды, измеренных в хозяйстве № 18

Дата	Средняя	Maximum	Minimum	SE _{mean}	Коэф. вариации (%)	Отношение вариации (F) между средними величинами по		Наименьшая значимая разница (P=5%) между средними величинами по	
						бороздам	точкам	бороздам	точкам
Параметр формы борозды p₁									
1 июня 99	0.531	0.634	0.377	0.053	10.1	0.6 ns	0.8 ns	0.089	0.120
21 июня 99	0.589	0.696	0.456	0.047	6.7	6.7 **	1.9 *	0.078	0.105
12 июля 99	0.579	0.683	0.417	0.050	7.3	8.9 **	3.0 **	0.083	0.112
3 авг 99	0.459	0.536	0.383	0.028	5.2	0.07 ns	2.4 *	0.047	0.064
Параметр формы борозды p₂									
1 июня 99	1.367	1.470	1.305	0.034	2.5	1.1 ns	0.8 ns	0.057	0.076
21 июня 99	1.333	1.397	1.286	0.023	1.5	5.2 *	2.0 *	0.038	0.052
12 июля 99	1.336	1.430	1.283	0.027	1.7	4.8 *	2.8 **	0.045	0.061
3 авг 99	1.392	1.447	1.336	0.022	1.3	0.01 ns	2.9 **	0.037	0.050
Общая	Средняя p₁=0.539	Средняя p₂=1.357	Пределы средней p₁=59% p₂=14%		Линейная регрессия (y=ax+b): p₁ к p₂				
					Дата	A	b	R²	
					1 июня 99	-0.6267	1.7002	0.96	
					21 июня 99	-0.4824	1.6168	0.96	
					12 июля 99	-0.4986	1.6242	0.95	
					3 авг 99	-0.7818	1.7503	0.89	

На поле была проведена культивация 22 и 27 мая, 9 и 16 июня и 2, 11 и 26 июля. Очевидно что проведение этих операций до поливов в июне и июле восстановило грядки и увеличило тем самым величину p₁. Величины параметра p₁ изменялись от 0.377 до 0.696, а величина параметра p₂ – от 1.283 до 1.470. Их абсолютные пределы составляли 59 и 14 процентов для соответствующих средних величин, что отражается на величинах SE_{means}. В средней борозде в центре поля наблюдалось значительное снижение величины параметра p₁ и увеличение величины параметра p₂, что не было отражено в смежных бороздах, по всей вероятности из-за неровности поверхности земли на поле.

Хотя очевидно, что величина параметра p₁ изменяется больше по сравнению с величиной параметра p₂, между ними наблюдалась тесная зависимость, как это показано на Рис. 2 и 3 и в Таблице 1 для различных дней в июне. Для второго и третьего поливов отрицательный угол наклона линейной зависимости между параметрами становится менее крутым, а величина проекции линейной зависимости на ось Y становится меньше, в то время как квадрат величины R остаётся без изменения. Со снижением величины коэффициента вариации во времени увеличиваются величины отношений между дисперсиями, что выводит величины параметров борозды, измеренные в шести дополнительных точках, за пределы точки начала отсчёта при обеспеченности P = 5 процентов, как это показано на графиках ниже.



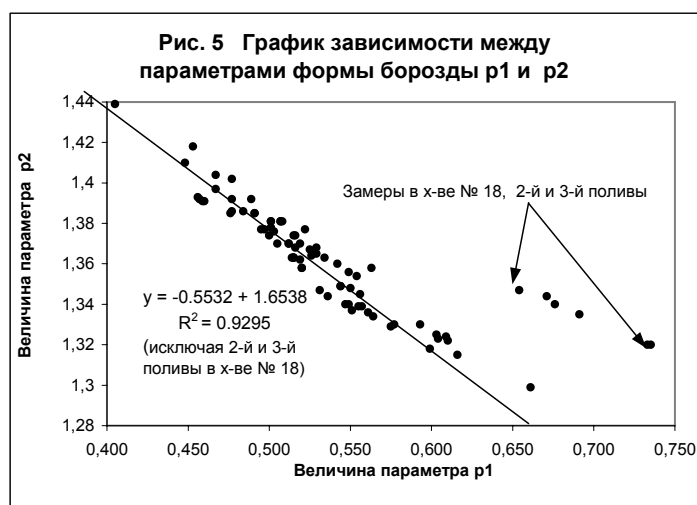
В Таблице 2 показаны средние величины параметров формы борозд по хозяйствам. Изменение величин параметров борозд по хозяйствам оказалось меньше, чем это можно было ожидать. Причина этого может заключаться в том, что во всех хозяйствах для культивации использовались однотипные механизмы и нет большой разницы в мехсоставе почв по хозяйствам. Самая высокая величина параметра r_1 в хозяйстве № 18 была после проведения культивации и она была на 29 процентов выше общей средней величины этого параметра, а самая низкая величина была зарегистрирована в этом же хозяйстве после проведения полива, которая была на 14 процентов ниже средней величины этого параметра.

Таблица 2 Средние величины параметров формы борозды r_1 и r_2 по хозяйствам

№ х-ва	№ поля *	К-во измер	Ср велич r_1	Ср велич r_2	Комментар
3	1D	6	0.569	1.338	
9	2D	2	0.556	1.357	
14	3C+5D	5	0.492	1.390	
18	9D	48	0.531	1.367	1-й полив
18	9D	114	0.693	1.334	2 и 3 полив
18	9D	57	0.459	1.392	4-й полив
22	10D	9	0.556	1.338	
24	9D	21	0.493	1.385	
34	1D+5C	14	0.560	1.344	
35	10D	9	0.514	1.366	До полива.
35	10D	2	0.477	1.386	После п-ва
Всего/средняя		287	0.536	1.362	

* D = демонстрационное поле, C = контрольное поле

На Рис. 5 приводится график зависимости между всеми измеренными величинами параметров r_1 и r_2 . Из-за того, что в большинстве хозяйств формы борозд одинаковы, в целом наблюдается тесная зависимость между величинами параметров r_1 и r_2 , за исключением измерений параметров, сделанных в середине сезона в хозяйстве № 18. После глубокой культивации, проведённой перед вторым и третьим поливами, были нарезаны более узкие борозды, что заметно изменило зависимость между параметрами r_1 и r_2 . Однако перед четвёртым поливом культивация не проводилась и резкое уменьшение величины параметра r_1 по сравнению с последними измерениями в июле и августе указывает на значительное обрушение стенок борозд, которое произошло во время третьего полива.



1.3 Зависимость элементов техники полива от параметров формы борозды

В таблицах на Рис. 6 и 7 демонстрируется влияние уширения среднего сечения борозды примерно на 15 см в хозяйстве № 3 на оптимальные величины элементов техники полива. В этих примерах величина параметра r_1 снижается на 31 процент. Это означает, что такая уширенная борозда может пропустить расход воды на 17 процентов больше с одновременным уменьшением продолжительности полива на 29 процентов. В результате этих изменений кпд полива увеличивается с 30 до 36 процентов. Так, заметное уширение борозды на 15 см в хозяйстве № 18 между третьим и четвёртым поливами снизило величину параметра r_1 в среднем на 33 процента. В результате оптимальный расход воды в борозде увеличился на 15 процентов, продолжительность полива снизилась на 30 процентов, а кпд полива увеличилась с 30 до 39 процентов. После полива в хозяйстве № 35 величина параметра формы борозды r_1 снизилась в среднем на 7 процентов, что привело к увеличению оптимального расхода в борозде всего на 3 процента с таким же снижением продолжительности полива, а величина кпд полива осталась без изменения 58 процентов.

Очевидно, что зависимость элементов техники полива от формы борозды зависит от условий на конкретном поле.

1.4 Рекомендуемые величины параметров r_1 и r_2

За исключением хозяйства № 35 и последнего полива в хозяйстве № 18, параметры борозд измерялись после проведения междурядной культивации и до проведения следующего полива. Очевидно, что обрушение и усадка стенок борозд во время полива изменяет величины параметров формы борозды за счёт её уширения. В хозяйстве № 35 снижение величины параметра r_1 составило 7 процентов, а увеличение величины параметра r_2 составило 1.5 процента, но при этом влияние этих изменений было намного больше в хозяйстве № 18. Этот процесс происходит с момента поступления воды в борозду и до её впитывания, при этом обрушение будет тем больше, чем выше уровень воды в борозде. Исходя из этих довольно ограниченных данных можно предположить, что среднюю величину параметра r_1 в каждом хозяйстве следует уменьшить на 5 процентов, а величину параметра r_2 следует увеличить на 1 процент, как это показано в Таблице 3.

Таблица 3 Скорректированные величины параметров r_1 и r_2

№ хозяйства.	Средняя r_1	Средняя r_2
3	0.541	1.351
9	0.528	1.371
14	0.467	1.404
18	0.582	1.365
22	0.528	1.351
24	0.468	1.398
34	0.532	1.357
35	0.488	1.379
Общая средняя	0.509	1.376

На будущее рекомендуется проводить измерения параметров формы борозд до и после поливов.