

1.7. ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

1.7.1. Вводные замечания¹

На современном уровне, в связи с ростом экологических требований и изменением почвенно-гидрогеологических и водно-мелиоративных процессов, вызванных дефицитом и исчерпанием имеющихся естественных водных ресурсов, а также под воздействием антропогенных мер на природные объекты требуется все большее ужесточение нормированного водопользования. С этой точки зрения работа сельскохозяйственных организаций, особенно при подготовке планов водопользования и мелиоративных мероприятий по расселению земель и их реализации, должны опираться на результаты натурных исследований биологической потребности сельскохозяйственных культур в воде, которые различаются в зависимости от природно-хозяйственных, климатических условий, сорта и формирования сухой массы (урожайности) сельскохозяйственных культур.

Известно, что вода, необходимая для покрытия водопотребления (суммарного испарения и транспирации) растений в аридной зоне не может восполняться только за счет естественного прихода влаги (осадки, подпитывания корнеобитаемого слоя от капиллярного подтока из грунтовых вод). Этот дефицит водного баланса восполняется искусственным путем - подачей воды на поля через организации полива сельхозкультур, количественное значение которой составляет биологическую потребность растений в оросительной воде.

Значение, как водопотребление сельхозкультур, так и потребности растений в оросительной воде зависит от многих факторов: климатических, гидрогеолого-почвенно-мелиоративных условий: плодородия почв и водно-питательного режима почв; сортов сельхозкультур и уровня агро- и водно-мелиоративных мероприятий и ряда других обстоятельств.

Многочисленными исследованиями режима орошения и биологических норм водопотребления сельхозкультур в течение длительного времени, как на территории Центральной Азии, так и за рубежом установлены определенные зависимости (закономерности) изменения их урожайности и биомассы от водопотребления. При этом изучались самые различные формы связи урожая с осадками, запасами почвенной влаги, с оросительной нормой и с испарением и транспирацией сельхозкультур. По сути эти формы связи представляют установление зависимости между урожаем и элементами приходных статей водного баланса.

В настоящее время имеются различные подходы к описанию зависимости урожая от водопотребления, из которых широкораспространенными является установление изменения (повышение и снижение) урожая от роста водопотребления. Этими поисками (исследованиями) установлено для всех сельхозкультур увеличение сухой биомассы прямопропорционально росту водопотребления, а для большинства пропашных культур урожай также связан прямопропорционально с сухой массой. Исключением являются некоторые технические культуры, в частности хлопчатник (рис.2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 и 2.6). Наиболее обширные исследования связи урожая от водопотребления проведены по пшенице и кукурузе. Установленное по этим культурам уравнение связи урожая от водопотребления приведены в таблице 2.1.

¹ При подготовке 1.7.1 - использованы материалы к.г.м.н. Насонова В.Г.

По данным таблицы видно, что связь урожая пшеницы, кукурузы, даже люцерны с водопотреблением носит линейный характер. Коэффициент ущерба К, определяемый по уравнению вида:

$$1 - Y \cong K_1 \left(1 - \frac{I_c}{I_{\text{опт}}}\right) \quad (3.1) \quad \text{или} \quad 1 - Y = K_2 \left(1 - T_2/T_0\right) \quad (3.2)$$

для пшеницы изменяется в широких пределах от 0.92 до 1.7. Однако для большинства районов значение его составляет 1.0 - 1.2.

В указанных выше уравнениях:

$$Y = \frac{Y}{Y_0}; \quad I = \frac{I_c}{I_{\text{опт}}}$$

где: Y - фактический урожай; Y₀ - потенциальная урожайность;

T₂ - транспирация, соответствующая фактическому урожаю;

T₀ - максимальная транспирация, соответствующая потенциальной урожайности;

T_{опт} - оптимальная транспирация;

K₁ и K₂ - коэффициенты чувствительности.

Коэффициент ущерба К по ФАО ЮНЕСКО (снижение урожая от недостатка водопотребления) при формировании биомассы кукурузы принимается от 1.1 до 1.25, а зерна - 1.28 - 1.48. Коэффициент ущерба для люцерны по опытным данным составляет 1.1 в условиях Поволжья и 1.2 - в условиях Тогузкенского массива Кзылординской области. При этом значение коэффициента ущерба для условий гидроморфных почв меньше нежели автоморфных почв.

Следует отметить, что Горбачевой Р.И. установлена для условий Чуйской долины респ.Кыргызстан и Алматинской области республики Казахстан нелинейная связь между урожаем кукурузы и водообеспеченностью (водопотреблением), описываемая кривыми типа параболы (рис.2.7 и 2.8) и уравнением

Таблица 2.1

Коэффициент ущерба К и зависимость урожая от водопотребления

Район исследований	Вид сельхоз. культуры	Уравнение регрессии	Максим.		К	Данные исследования
			ц/га У	м ³ /га И		
<u>Пшеница</u>						
Юго-Восточный Казахстан	яровая	$Y = 1.74I_c - 0.7$	40.5	3810	1.7	Лим В. /80/
Южный Казахстан	яровая	$Y = 1.36I_c - 0.36$	51.2	3385	1.36	Бегишев Ш. /17/
Кулундинская степь	яровая	$Y = 0.98I - 0.16$	43	4700	0.98	Вериго С., Разумова П.П. /25/
Северный Казахстан	яровая	$Y = 1.31I - 0.4$	20	2500	1.3	
США (Техас)	яровая	$Y = 1.16I_c - 0.1$	30.0	5500	1.16	/163/ Вериго С., Разумова П.П. /25/
Поволжье-Оренбуржье	яровая	$Y = 1.1I - 0.18$	44	4700	1.1	
Предкавказье	озимая	$Y = 1.18I - 0.2$	41	5500	1.18	Усков А.И., Пятыгин Л. /135/
Новосибирск	озимая	$Y = 0.92I - 0.08$	33	3300	0.92	Усков А.И., Пятыгин Л. /135/
Энгельс	озимая	$Y = 0.99I - 0.88$	37.7	4714	1	Усков А.И., Пятыгин Л. /135/
Нижнее Поволжье	озимая	$Y = 1.82I_c - 0.82$	80	4900	1.82	Кружилин П. /73/
<u>Кукуруза</u>						
Южный Казахстан	сухая масса	$Y = 1.07I_c - 0.1$	435.4	5845	1.07	Бегишев Ш. /17/
Израиль	сухая масса	$Y = 1.57I_c - 0.57$	218	5440	1.58	/163/
США (Колорадо)	зерно	$Y = 1.06I_c - 0.06$	144.2	7650	1.06	/163/
Израиль	зерно	$Y = 2.06I_c - 0.04$	108	5440	2.06	/163/
США (Флорида)	зерно	$Y = 4.04I_c - 3.73$	51.9	4200		/163/
<u>Люцерна</u>						
Южный Казахстан	люцерна на сено	$Y = 1.17I - 0.19$	-	-	1.2	/163/
Нижнее Поволжье	сено	$Y = 1.1I - 0.12$	200	16000	1.1	/163/

ПРИМЕЧАНИЕ: К - коэффициент ущерба от недостатка водопотребления.

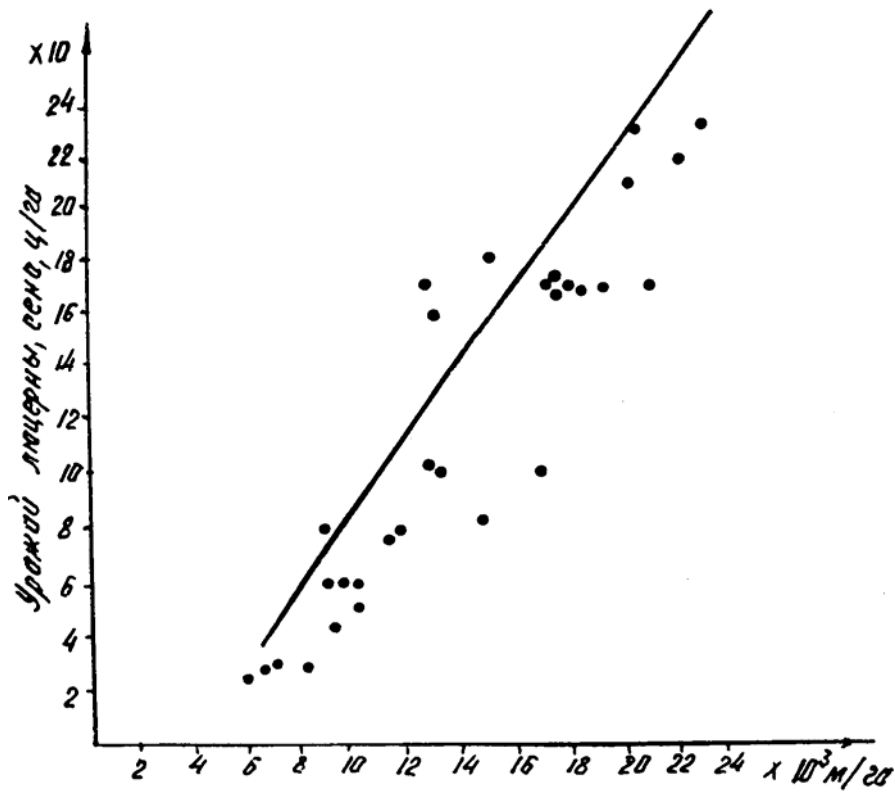


Рис. 2.1. Зависимость урожая люцерны от суммарного испарения (по данным Бегшева Ш.) /16/

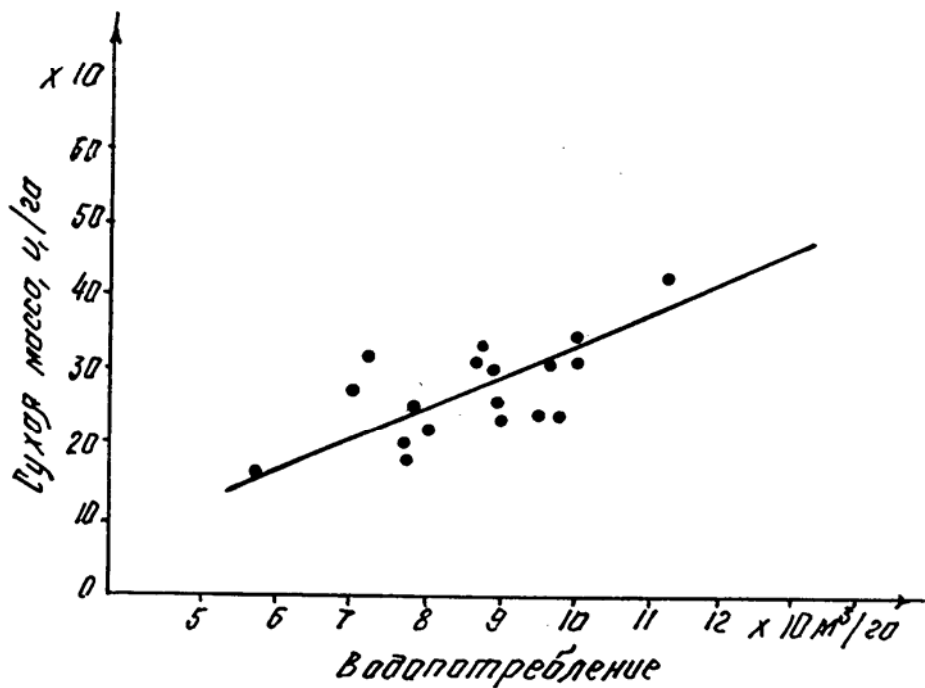


Рис. 2.2 Зависимость сухой массы кукурузы от водопотребления (Тогузскентский массив) (по данным Бегшева Ш.) /17/

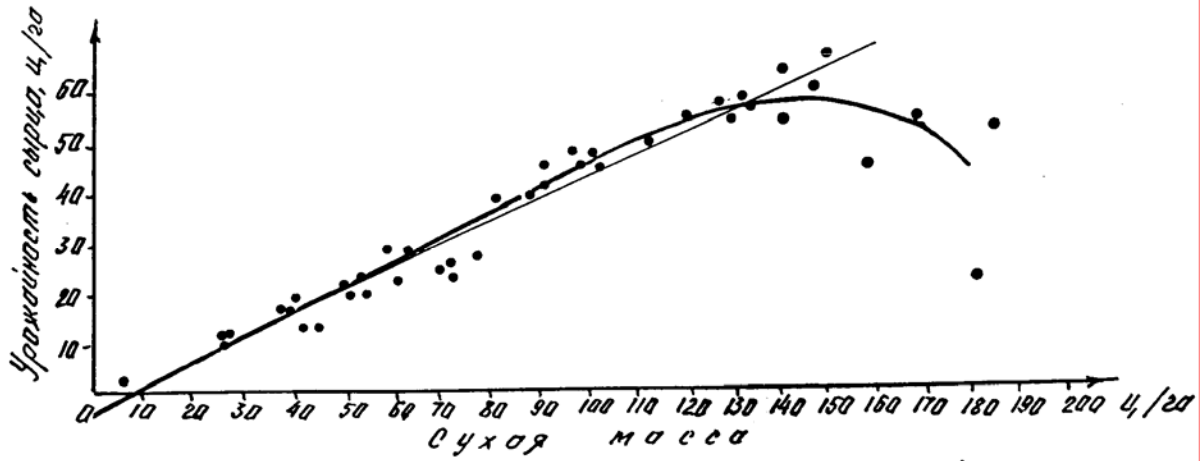


Рис. 2.3. Связь урожая хлопка-сырца с сухой массой хлопчатника, по данным Старова Н.В., Рыкова С.Н., Меднига М.П., Кудашева С.Х., Новикова В.А. [123, 115, 82]

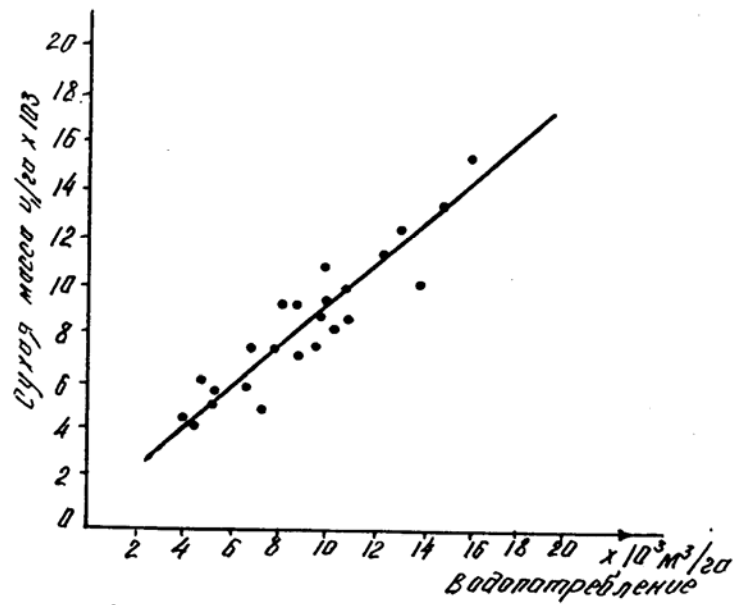


Рис. 2.4. Урожай сухой массы хлопчатника в зависимости от водопотребления по данным Старова Н.В., Рыкова С.Н., Чурылова Л.Д., Еременко Е.В. [123, 115, 141, 47]



Рис. 2.5. Зависимость урожая соли от водопотребления
(по данным [59])

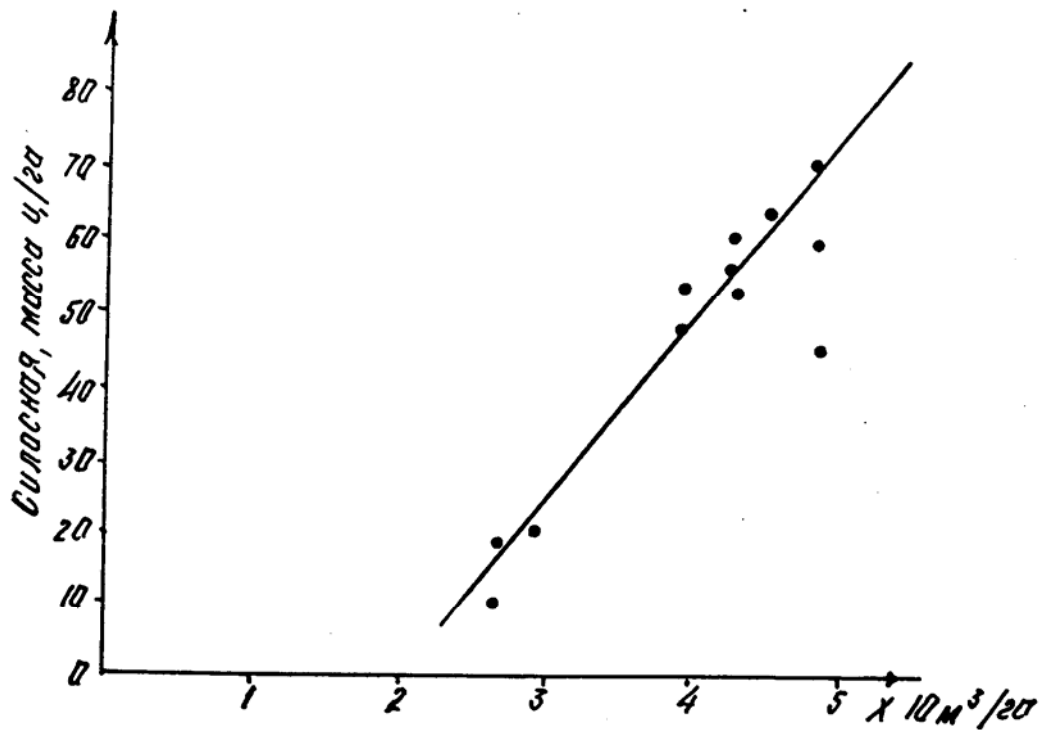


Рис. 2.6. Зависимость урожая кукурузы от водопотребления в
Оренбуржье (по Терентьеву Ф.П. [54])

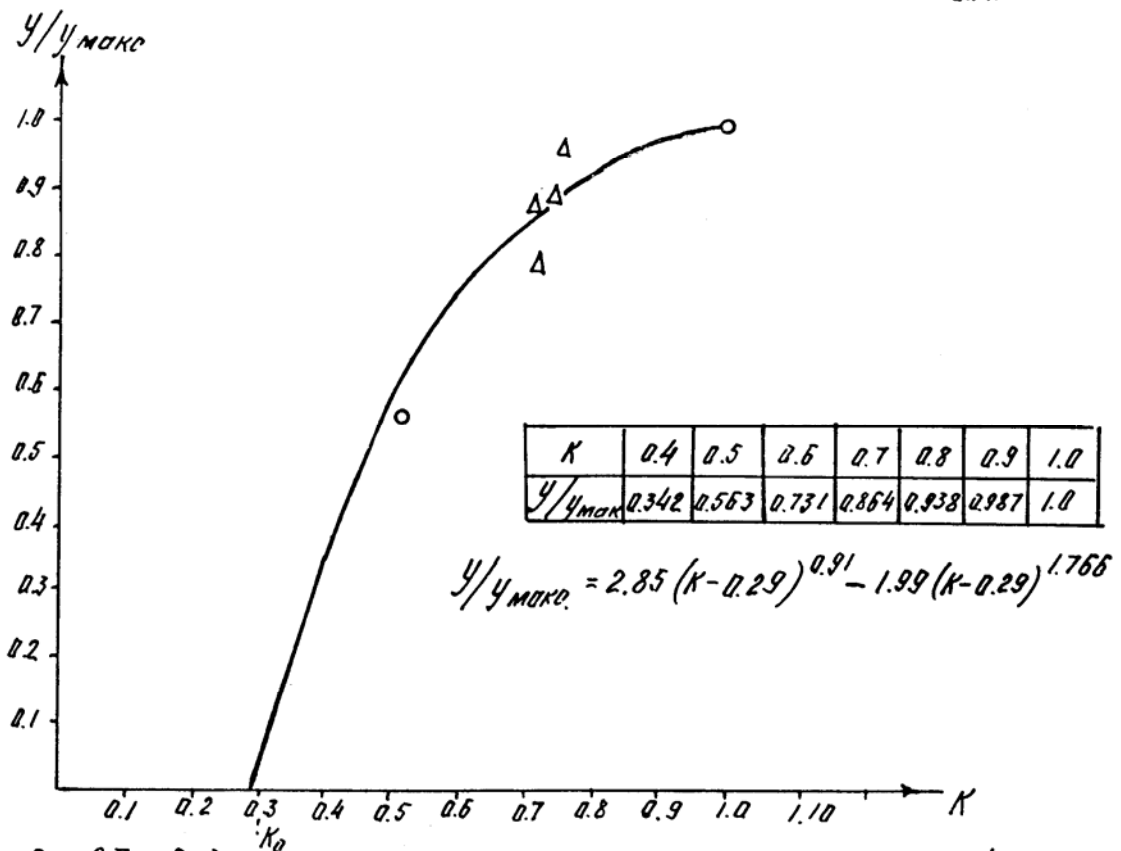
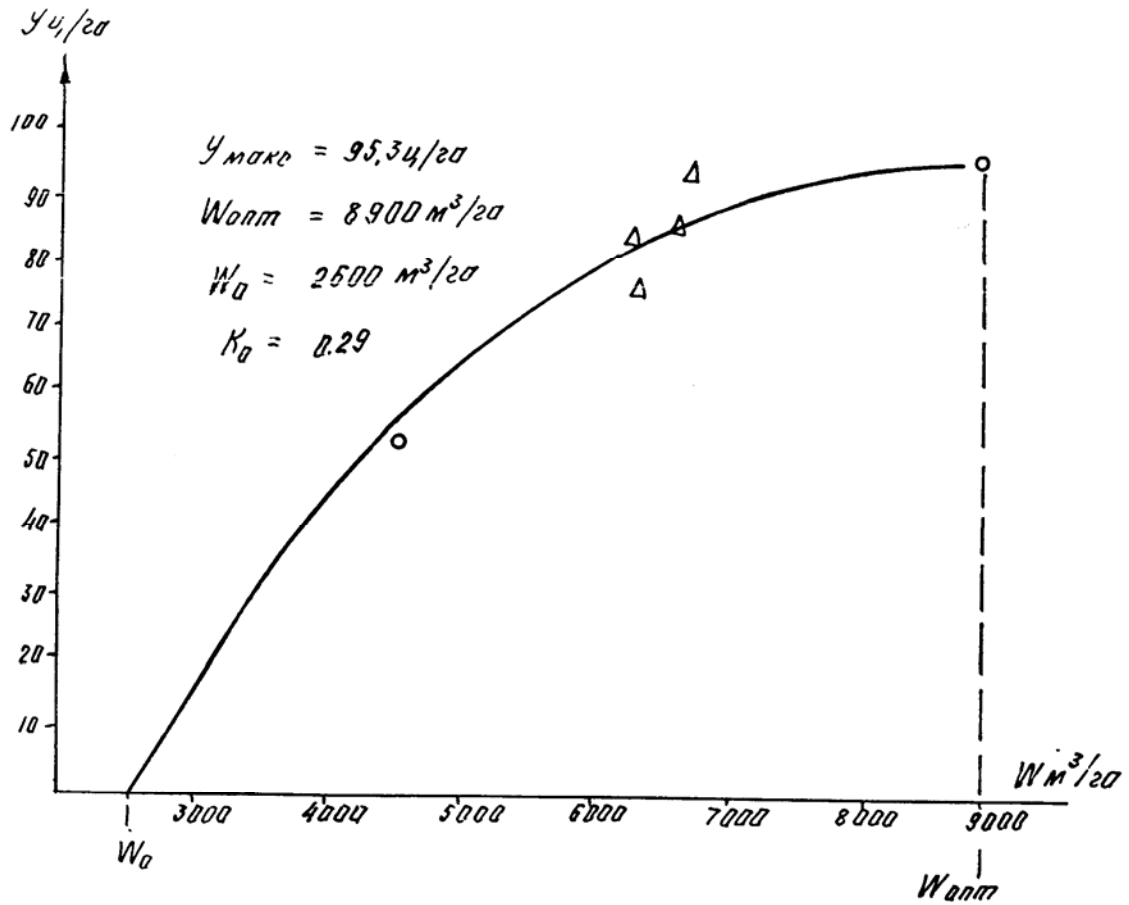


Рис. 2.7. Зависимости урожая кукурузы на зерна от влагообеспеченности в размерах и относительных значений по опытным данным в условиях Чуйской долины.

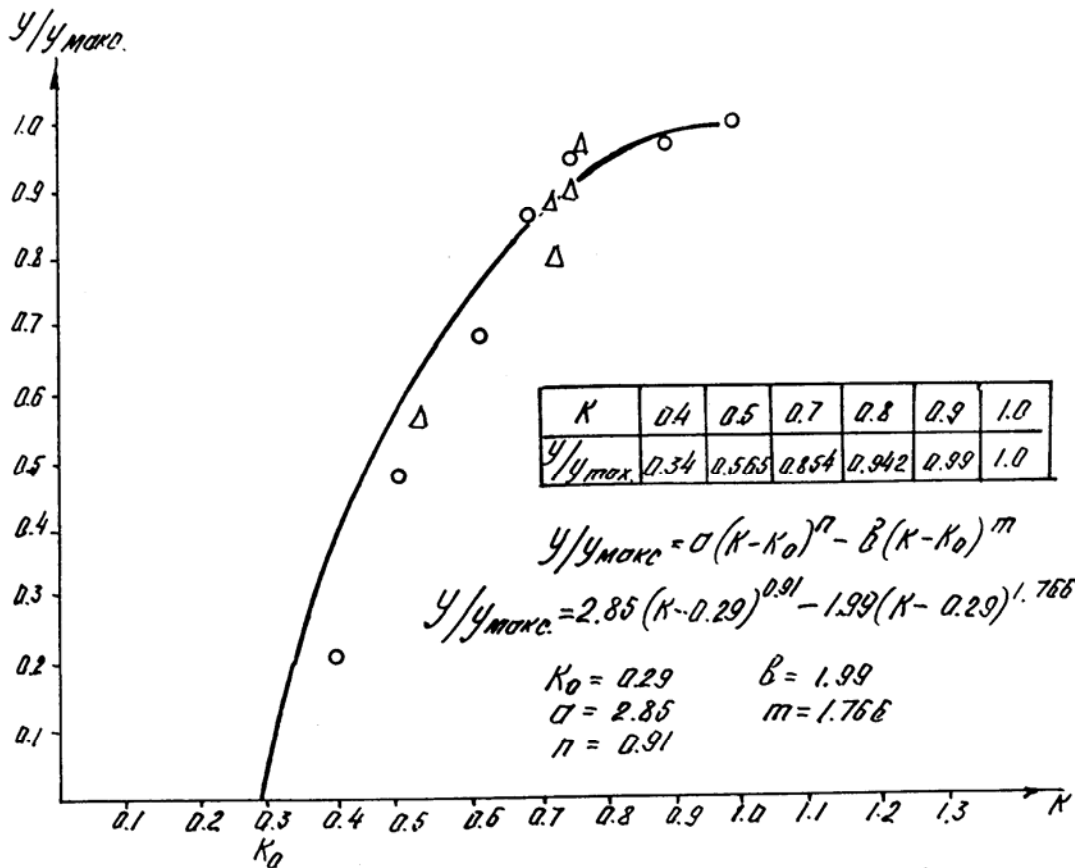
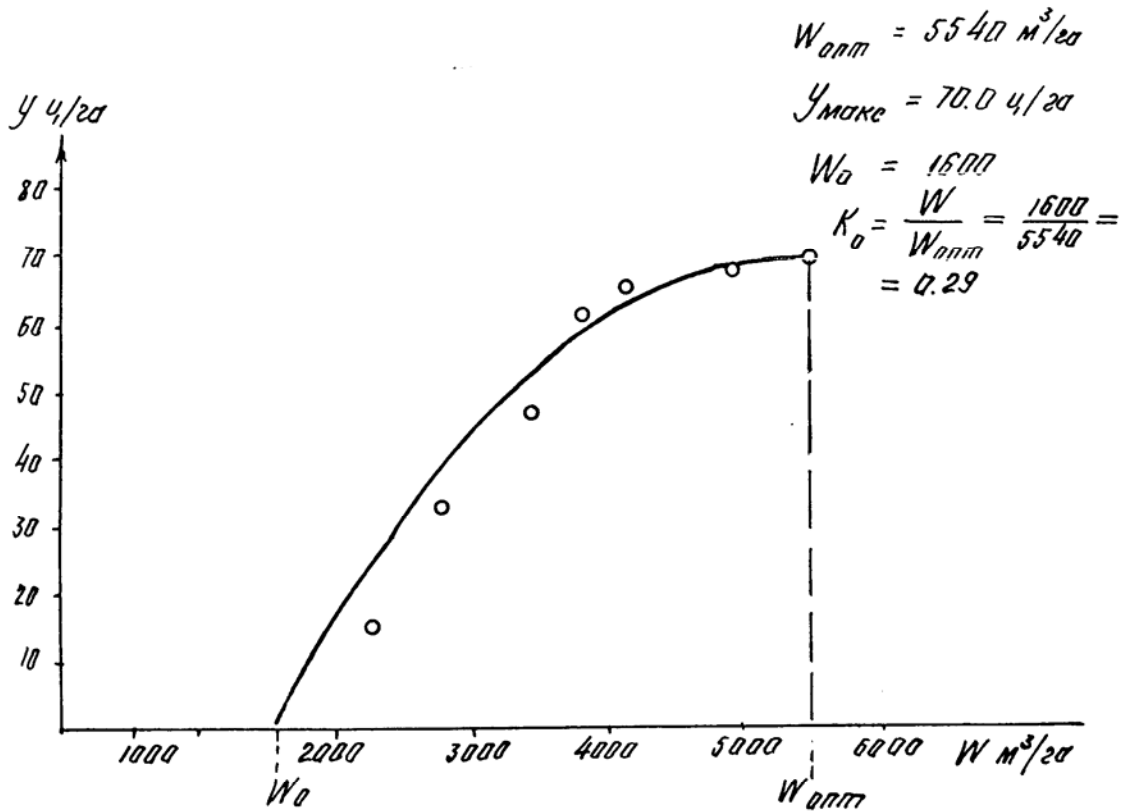


Рис. 2.8. Зависимости урожая кукурузы на зерно от влагообеспеченности в большом диапазоне ее изменения в размерных и относительных значениях по опытным данным КазНИИВХ в условиях совхоза "Карагал" Алма-Атинской области.

$$Y/Y_{\max} = a (K - K_0)^n - b (K - K_0)^m \quad (3.4)$$

В США (Shih.S), Мусаевым (Дагистан), Костюковым В.В. (Ростовская область) в опытах по режиму орошения сорги и трав установлена линейная зависимость урожая от водопотребления для этих культур (табл.2.2). Коэффициент ущерба от недостатка водопотребления изменяется в очень широких пределах от 0.9 до 1.83 в условиях США и от 1.14 до 1.5 в условиях Европейской части России.

Техническая культура - хлопчатник отличается другими характеристиками реакции на водный стресс. Для этой культуры при формировании сухой массы существует линейная зависимость между биомассой и водопотреблением, описываемая уравнением типа (согласно рис.2.3):

$$Y_{с.м} = 0.01 И - 4.15 \quad (3.5)$$

Уравнение 3.5 можно выразить через ущербы, тогда оно примет вид:

$$(1 - Y) = 1.03 (1 - И) \quad (3.6)$$

В то же время между урожаем хлопка-сырца и сухой массой имеется нелинейная связь, описываемая уравнением:

$$Y_0 = -0.009 Y_{сyx.м}^2 + 2.15 Y_{сyx.м} - 71.24 \quad (3.7)$$

Подобные зависимости получены для хлопчатника за рубежом (США - Shih S), которая различается лишь коэффициентами.

1.7.2. Влияние водопотребления на урожайность сельхозкультур и продуктивность оросительной воды

Приведенные в разделе 1.7.1 материалы показывают существование тесной связи роста урожайности сельскохозяйственных культур от значения водопотребления. Для большинства пропашных и фуражных культур исследованиями специалистов Центральной Азии и за рубежом установлена линейная зависимость роста урожайности от водопотребления, хотя по кукурузе имеется ряд опубликованных работ, где приводится нелинейная зависимость между ними. По техническим культурам, в частности по хлопчатнику, эта связь описывается уравнением параболы второй степени, объясняется тем, что по этой культуре после определенного значения водопотребления быстрее наступают фазы “ожирения”, т.е. усиленного набора биомассы и запаздывания созревания урожая. По другим культурам этого предела роста урожайности от водопотребления не было. С другой стороны урожайность сельхозкультур - многофакторный процесс и поэтому достигнуть одинаковой закономерности ее изменения невозможно не только по всем культурам, но и для одного вида культур. Ниже рассмотрим результаты натурных исследований изменения урожайности сельхозкультур по пилотным проектам режима орошения и норм водопотребления.

Таблица 2.2

Коэффициенты ущерба К и зависимости от водопотребления сорго-суданской травы
в связи с урожаем

Район исследований	Вид урожая	Уравнение регрессии в относительных единицах	Максим. значения		К	Данные исследований
			урожая ц/га	водопот- ребления, м ³ /га		
Дагестан	зерно	$Y = 1.19I - 0.19$	39.8	5252	1.14	Мусаев М.Р. /89/
Ростовская область	зеленая масса сорго суданского гибрида	$Y = 1.5I - 0.5$	835	5762	1.5	Костюков В.В. /70/
США (Небраска)	зерно	$Y = 1.1I - 0.1$	72		1.10	/170/
США (Калифорния)	зерно	$Y = 0.86I + 0.05$	99.4	5870	0.9	/170/
США (Колорадо)	зерно	$Y = 1.06I - 0.19$	84.5	4290	1.06	/170/
США (Алабама)	суданская трава сухая масса	$Y = 1.87I + 0.17$	139.2	120	1.83	/170/

1.7.2.1. Изменение урожайности хлопчатника и продуктивности оросительной воды в зависимости от водопотребления

Информация изменения урожайности хлопчатника в зависимости от норм водопотребления представлена по 7 пилотным проектам, из которых 3 выполнены в респ. Таджикистан и 4 в респ. Узбекистан.

Участки Респ. Таджикистан расположены на автоморфных незасоленных почвах. Из 4 опытных участков Респ. Узбекистан - 3 расположены в условиях полуавтоморфных почв, представленных засоленными грунтами и 1 участок (НИСТО - 1.01 Узб.) на автоморфных условиях. При анализе материалов привлечены данные, полученные при изучении режима орошения хлопчатника НПО САНИИРИ и ККНИИЗ.

Обработанные данные роста урожайности хлопчатника от водопотребления, приведенные на рис.2.9 показывают, что изменение урожая является функцией не только от водопотребления, но и природно-хозяйственных условий. Так, в условиях автоморфного почвообразования максимальная урожайность хлопчатника в размере 55-58 ц/га достигнута в мощных темных сероземах, богатых гумусом при водопотреблении порядка 6800-7500 м³/га. Тогда как на маломощных каменистых грунтах при аналогичных значениях водопотребления получено 35 ц/га. В то же время на мощных светлых сероземах Приташкентского района (ОПУ УНИИХ и НИСТО НПО САНИИРИ), бедных естественным гумусом максимальная урожайность изменялась в пределах 39-48 ц/га при оросительных нормах порядка 7.0 тыс.м³/га (водопотребление 7.8 - 8.0 тыс.м³/га).

На засоленных почвах полуавтоморфного ряда Каршинской и Голодной степей максимальная урожайность хлопчатника порядка 32-34 ц/га получена при значении водопотребления соответственно 9000-9500 и 7800-8000 м³/га. В то же время на засоленных почвах гидроморфного ряда Хорезмской области (ОПХ САНИИРИ) и (ОПХ ККНИИЗ) максимальная урожайность в размере 35-36 ц/га выращена при водопотреблении - 7000-7200 м³/га, из которых 30-35 % формируется за счет использования грунтовых вод и 8-10 % запаса почвенной влаги.

Данные, обработанные в виде кривых зависимостей изменения фактической урожайности от водопотребления хлопчатника, представленные на рис.2.10, 2.12 и 2.14 в привязке к автоморфным, гидроморфным и полуавтоморфным почвообразованиям показывают нелинейную связь между урожаем хлопчатника и водопотреблением. При этом в условиях автоморфного режима рост урожая хлопчатника наблюдается до 60 ц/га для темных сероземов, богатых содержанием гумуса и до 50 ц/га для светлых сероземов, при значении водопотребления порядка - 7000-8000 м³/га.

С увеличением норм водопотребления выше указанных цифр происходит снижение урожайности хлопчатника, что объясняется ухудшением водно-воздушных условий формирования биомассы и запаздыванием созревания плодов.

Аналогичная картина наблюдается в условиях полуавтоморфных почв (рис.2.14). В этом случае максимальная урожайность порядка 45-50 ц/га достигается также при водопотреблении 7-8 тыс.м³/га, превышение которого приводит к снижению продуктивности.

Несколько иной процесс роста урожайности хлопчатника в зависимости от водопотребления. Здесь связь между урожаем хлопчатника и водопотреблением близка к линейной. В этих условиях опытами не был достигнут высший предел роста

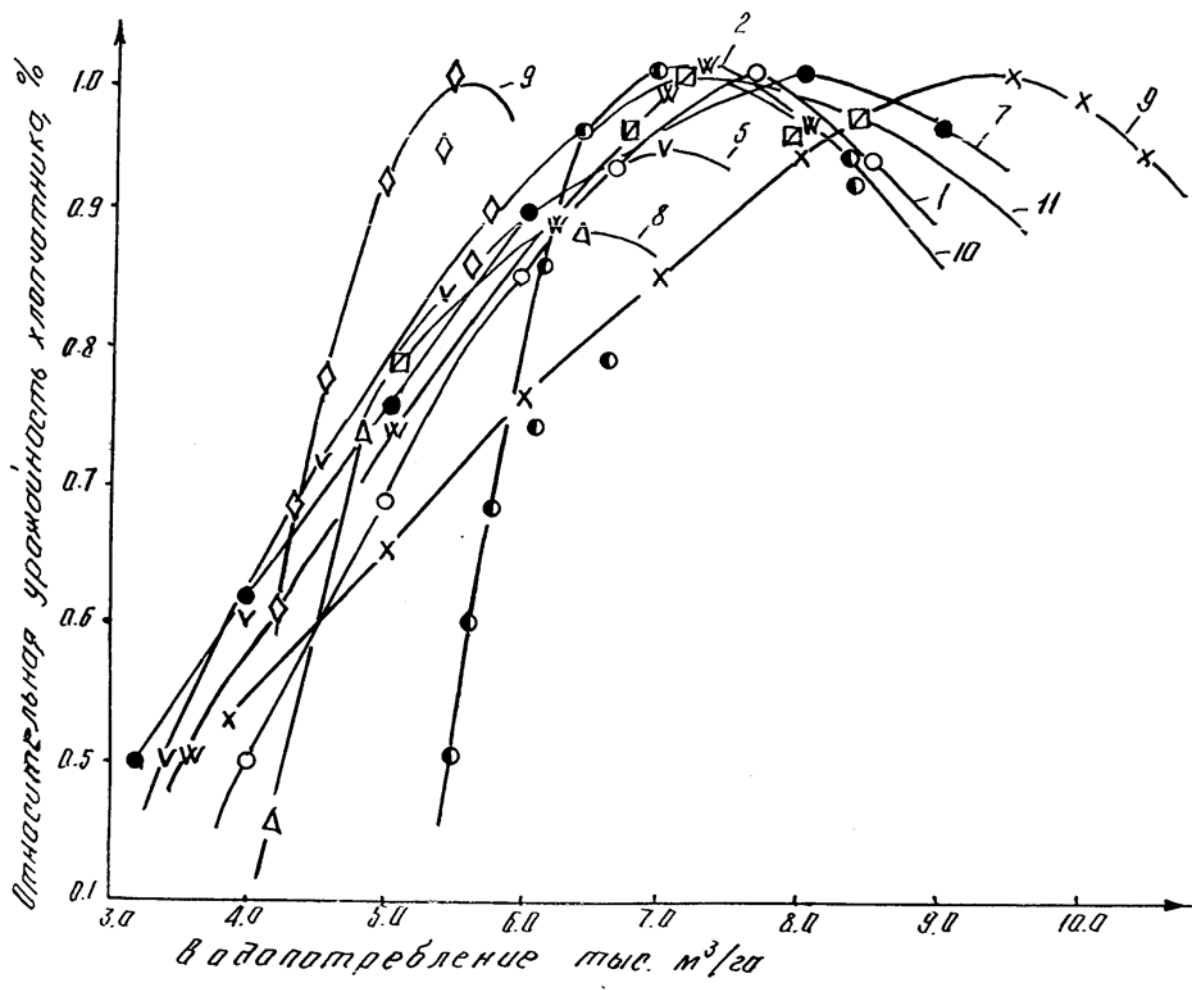


Рис. 2.9. Зависимость относительной урожайности хлопчатника от величины водопотребления

Максимальная урожайность в опытах $Y_{max} = 35 - 58 \text{ ц/га}$

Условные обозначения

- ○ - 1 - Респ. Каракалпакстан (Чимбой киймиз) $Q_p = 7.6 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = (32 - 35 \text{ ц/га})$
- w - 2 - Хорезм. обл. (ОАХ Санипри) $Q_p = 7.2 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = (35 - 36 \text{ ц/га})$
- x - 4 - Корши (9 и 24 сов) $Q_p = 9.5 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = (32 - 34 \text{ ц/га})$
- v - 5 - Ташк. обл. (Уз НИИХ) $Q_p = 7.0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = (39 - 48 \text{ ц/га})$
- ● - 7 - Рырд. обл. (г. Гулям) $Q_p = 8.0 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = 32 \text{ ц/га}$
- Δ - 8 - Ташк. обл. (Ниста) $Q_p = 6.4 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = 31 \text{ ц/га}$
- ◇ - 9 - Хорезм. обл. (опы. хол. набав) $Q_p = 5.5 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = 44 \text{ ц/га}$
- ● - 10 - Ленинабадск. обл. (Тадж.) $Q_p = 7.1 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = 35 \text{ ц/га}$
- ▣ - 11 - Гиссарск. р-н (Тадж.) $Q_p = 7.2 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$, $Y_{max} = 58 \text{ ц/га}$

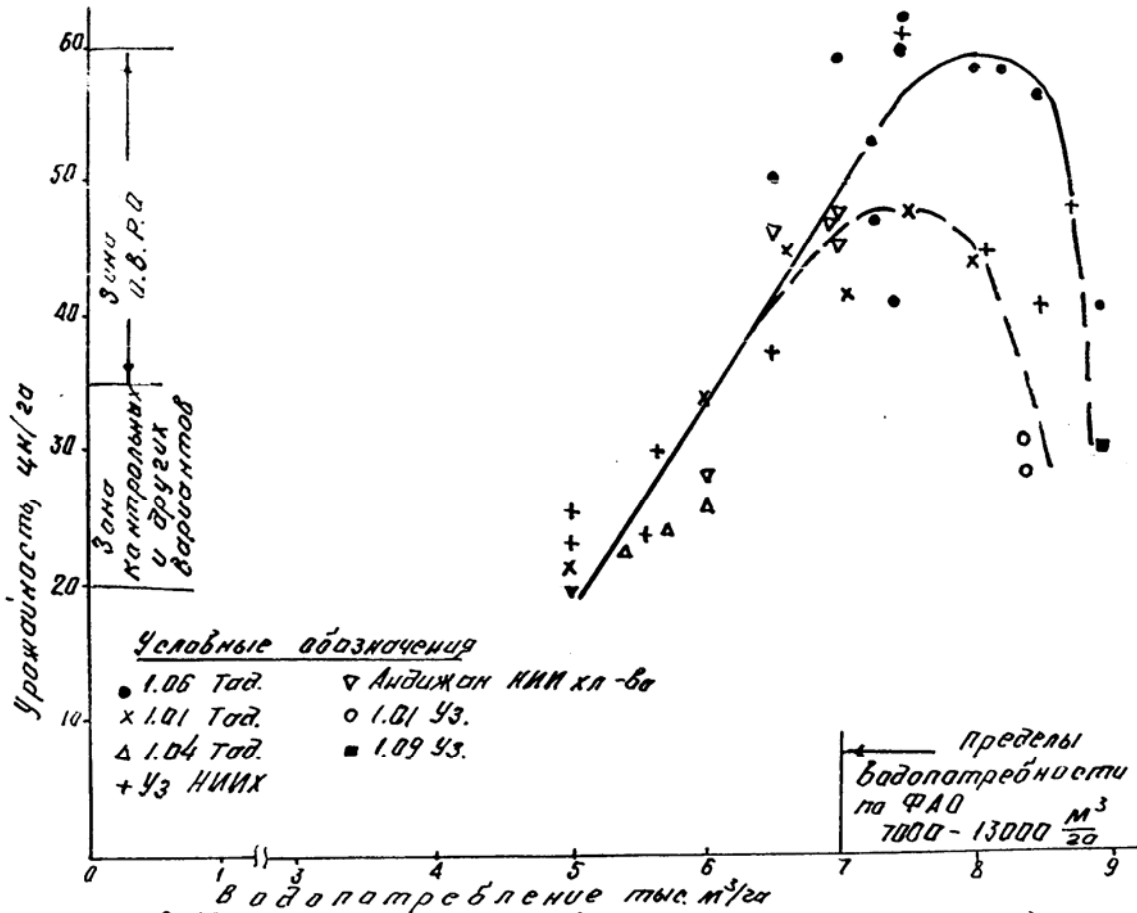


Рис. 2.10. Изменение урожайности хлопчатника в зависимости от водопотребления в автоморфных почвах

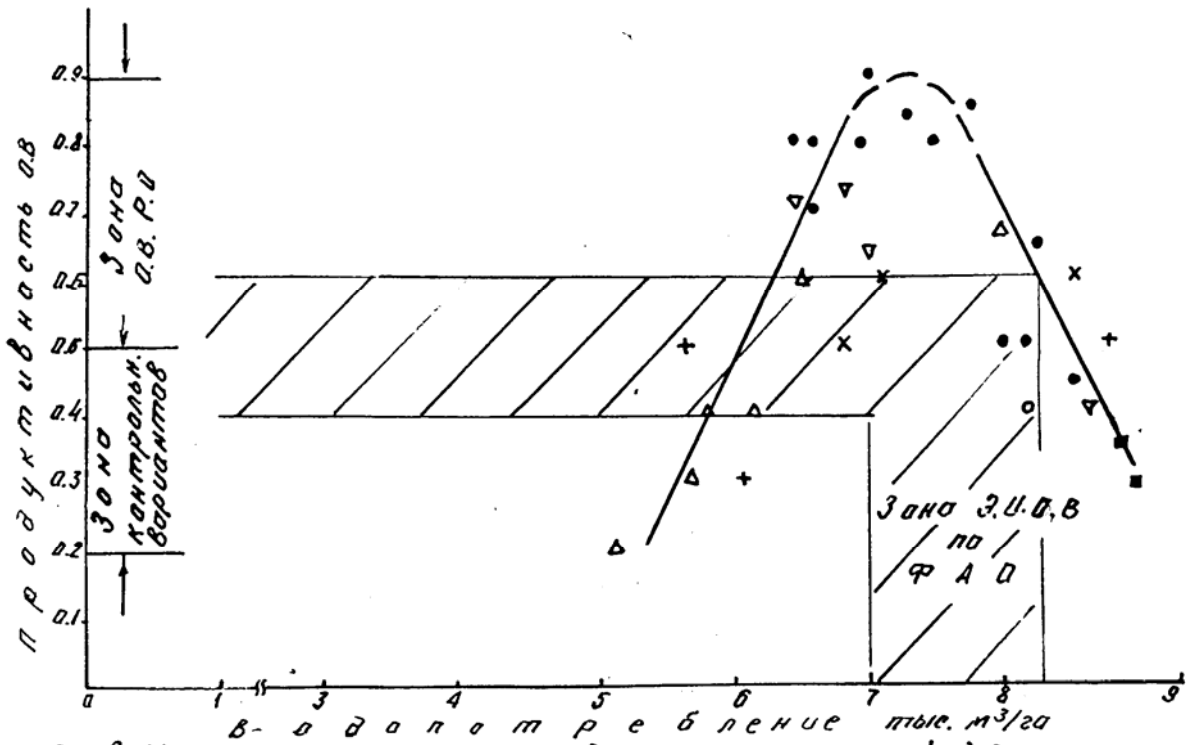


Рис. 2.11. Изменение продуктивности оросительной воды от нормы водопотребления хлопчатника.

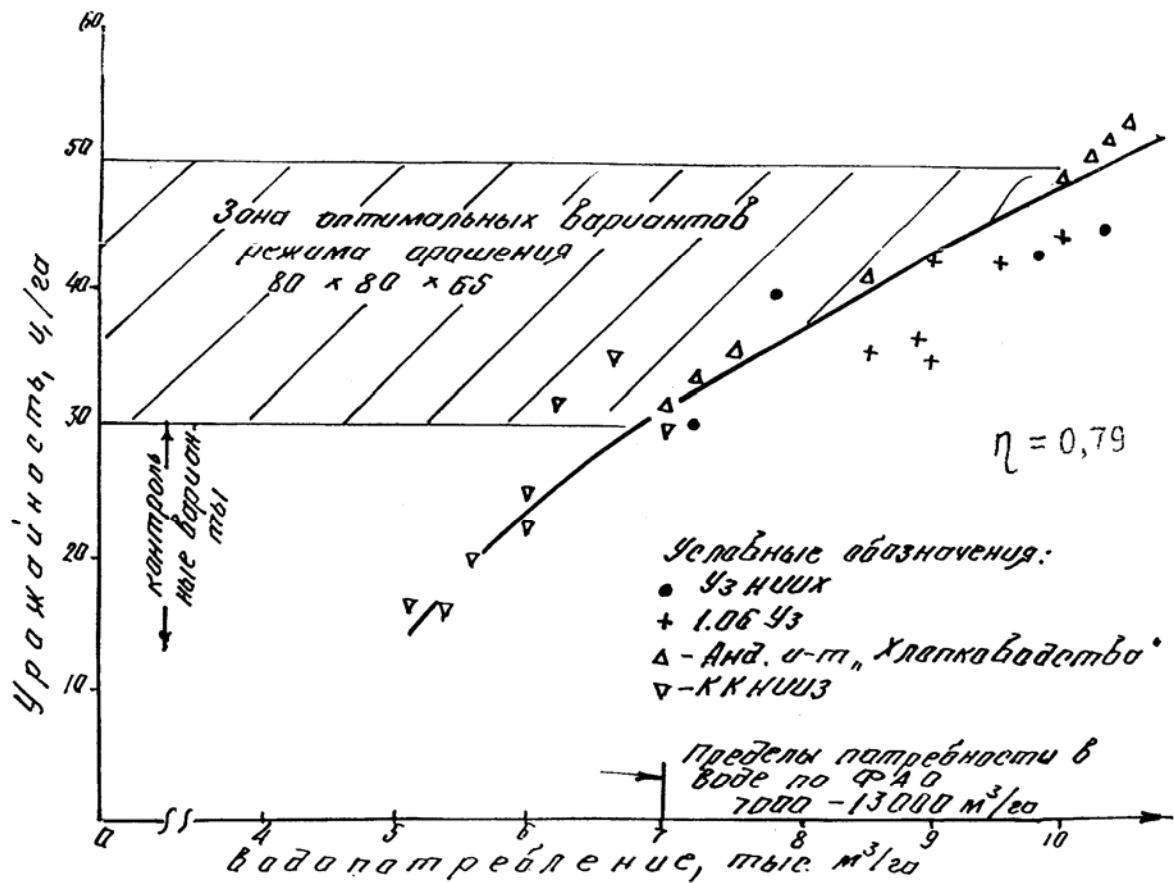


Рис. 2.12. Изменение урожайности хлопчатника от нормы водопотребления в гидроморфных почвах

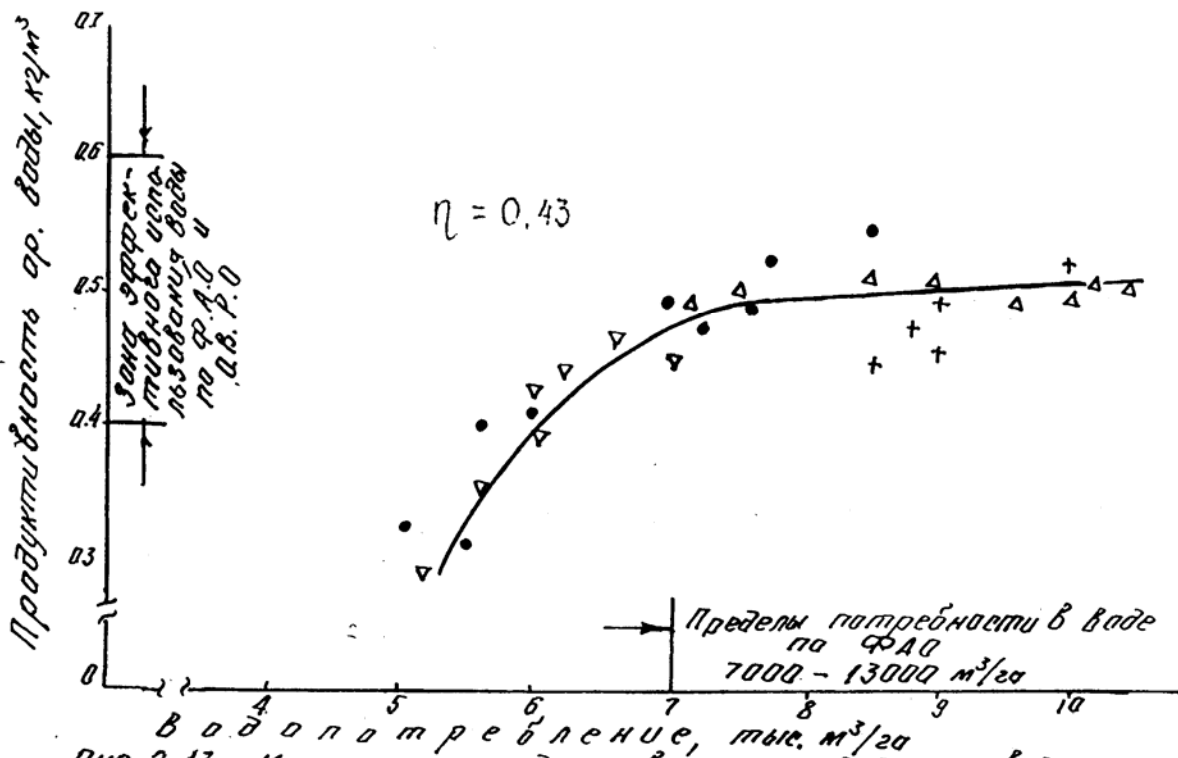


Рис. 2.13. Изменение продуктивности (ср. воды) от водопотребления хлопчатника в гидроморфных почвах (УГВ 05-2.0 м.)

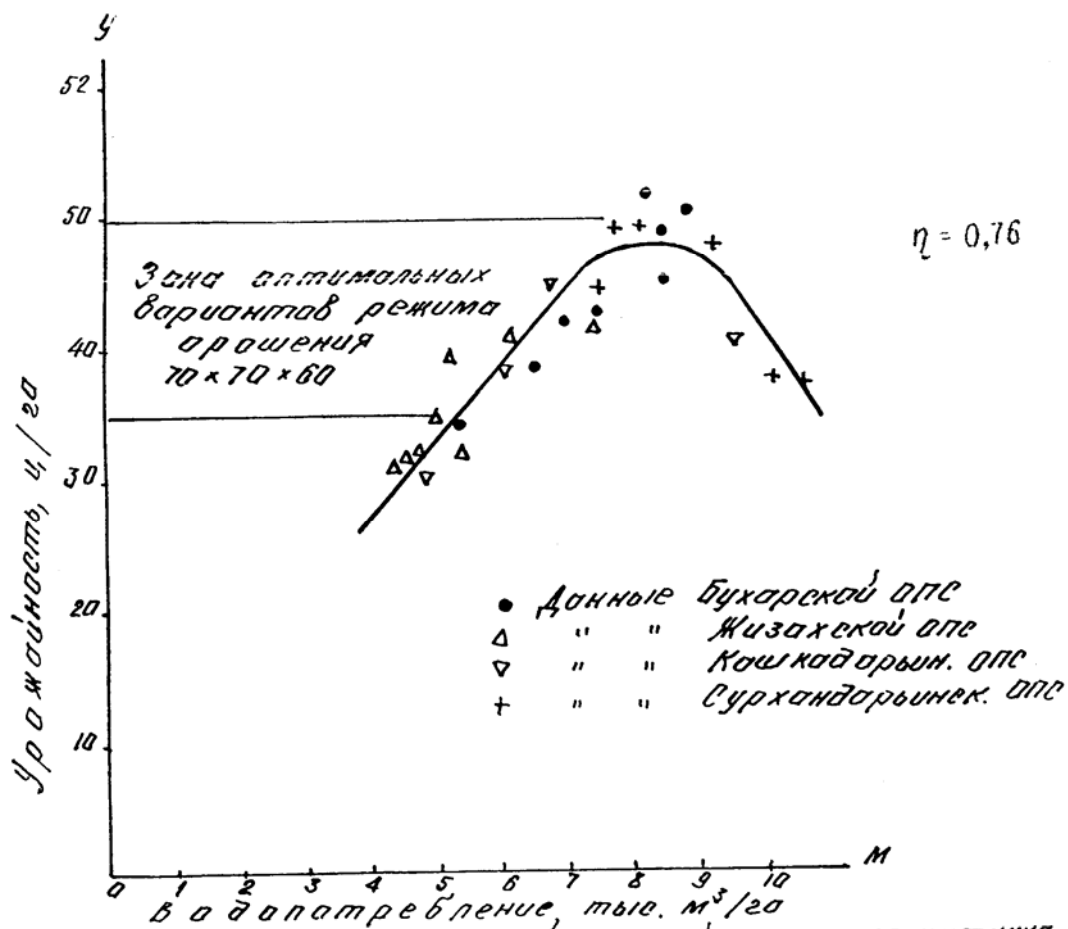


Рис. 2.14. Изменение урожайности хлопчатника от нормы водопотребления в условиях полуаридных почв (УГВ 2-3 м)

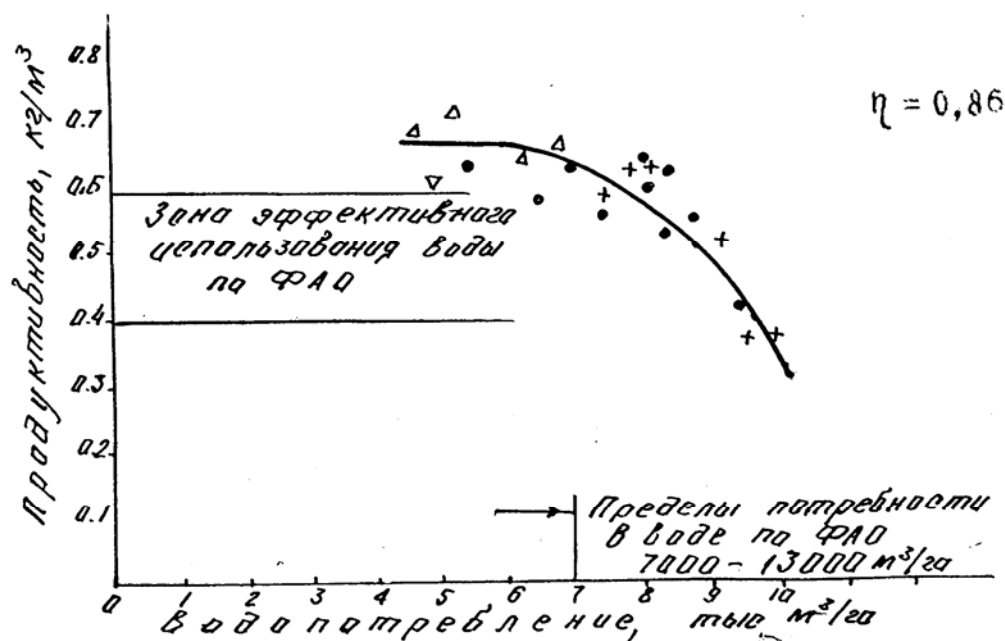


Рис. 2.15. Изменение продуктивности ор. воды от водопотребления хлопчатника в условиях полуаридных почв (УГВ 2-3 м)

урожайности, зависящей от водопотребления, после которого наблюдается ее снижение. С другой стороны, в условиях гидроморфных почв водный “стресс” не чувствителен для сельхозкультур, так как растения постоянно подпитываются из грунтовых вод. Доля подпитки грунтовых вод, использование запасов почвенной влаги и атмосферных осадков в условиях гидроморфных почв составляет 45-55 % в общем водопотреблении, тогда как в условиях автоморфных почв она составляет всего 10-12 %, т.е. потребность хлопчатника в воде покрывается за счет водоподдачи. Иначе говоря, в условиях гидроморфных и полуавтоморфных почв в формировании влагообеспеченности почв (водопотребления) большое значение имеет уровень и режим грунтовых вод.

Обработка обширного материала, накопленного в научно-исследовательских институтах Центральной Азии позволила установить для различных интервалов глубин грунтовых вод тесную связь между относительной урожайностью хлопчатника и оросительной нормой. Данная связь может быть представлена параболической зависимостью второй степени в виде:

$$\frac{Y}{Y_{\max}} = b \left(\frac{M}{M_{\text{опт}}} \right) + a \left(\frac{M}{M_{\text{опт}}} \right)^2 - c$$

где: Y, Y_{\max} - соответственно фактический и возможный оптимальный урожай;
 $M, M_{\text{опт}}$ - соответственно фактическая и оптимальная оросительные нормы;

$$M = \frac{M}{M_{\text{опт}}}$$

Параметры уравнения при различных глубинах залегания грунтовых вод даны ниже в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Диапазон глуб., м	M_i $Y/Y_{\max} = f\left(\frac{M}{M_{\text{опт}}}\right)$	Коэффициент регрессии			Коэф. корреля- ции
		А	В	с	
0.5-1.0	$Y = -0.808M^2 + 1.86M - 0.0267$	0.808	1.861	0.0267	0.92 ± 0.01
1.0-2.0	$Y = -1.0716M^2 + 2.245M - 0.165$	1.0716	2.245	0.165	0.93 ± 0.01
2.0-3.0	$Y = -1.438M^2 + 2.981M - 0.528$	1.438	2.981	0.528	0.91 ± 0.01
> 3.0	$Y = -2.13M^2 + 3.971M - 0.858$	2.13	3.971	0.858	0.90 ± 0.01
от 0.0 до 3.0	$Y = -0.582M^2 + 1.67M - 0.0913$	0.522	1.674	0.0613	0.88 ± 0.3

Указанная связь может быть использована при прогнозных расчетах норм водопотребления хлопчатника с учетом покрытия потребности хлопчатника в воде с учетом УГВ. Сам УГВ результат невегетационных, а также и вегетационных поливов, т.к. УГВ возрастает сразу после 1 полива.

С другой стороны, сопоставление значения водопотреблений, полученных при постановке опытов по режиму орошения в Центральной Азии, с таковыми по ФАО показывает, что фактические величины суммарного испарения хлопчатника для всех условий почвообразования лежат в пределах потребности в воде по ФАО или несколько ниже. Так, по рекомендации ФАО для получения 35-50 ц/га урожая хлопчатника в условиях гидроморфных и 45-50 ц/га и выше в условиях автоморфных почв предусматривается водопотребление порядка 7000-13000 м³/га. По опытам режима орошения хлопчатника для получения указанных значений урожая расход влаги на суммарное испарение не превышает 7-8 тыс.м³/га. При этом в рекомендуемых по ФАО пределах потребность хлопчатника в воде 7000-13000 м³/га оценивается как эффективно использованная оросительная вода, когда на выращивание 1 кг урожая хлопка затрачивается 0.4-0.6 м³ воды. С этой позиции во всех опытах режима орошения хлопчатника, проведенных в Центральной Азии, достигнуто эффективное использование оросительной воды (табл.2.4, рис.2.11, 2.13 и 2.15). Так, в оптимальных вариантах режимов орошения для автоморфного, полуавтоморфного и гидроморфного режима почвообразования продуктивность оросительной воды изменяется в пределах 0.4-0.7 кг/м³, т.е. лежит в пределах рекомендуемых ФАО.

Таким образом, анализ данных, представленных на рис.2.10...2.15 и таблиц 2.4 и 2.5 показывает, что каждому уровню урожайности соответствует определенное значение водопотребления. Другими словами имеется четкий “предел” роста урожайности хлопчатника от размера водопотребления, выше которого наблюдается резкое снижение урожая или незначительная “прибавка” на “единицу” суммарного испарения (табл.2.4 и 2.5).

1.7.3. Изменение урожайности озимых пшеницы и ячменя от норм водопотребления

По этим культурам в составе регистра ИПТРИД представлена информация по 5 пилотным проектам (опытным участкам), из которых на одном - в колхозе Карла Маркса Гиссарского района Тад. (1.05 Тад.) выращивался ячмень. Из 5 участков - 2 участка 1.04 Узб. и 1.08 Узб. относятся к Респ.Узбекистан, а 3 - к Респ.Таджикистан. По природным условиям 4 пилотных участка расположены в пределах автоморфных, 1 полуавтоморфных почв.

В отличие от режима орошения технических и других видов пропашных культур вегетационные поливы пшеницы и ячменя (вегетация пшеницы и ячменя) приходится на осенне-зимние и, особенно, на весенние периоды года, когда выпадают обильные осадки и наступает время минимума расхода влаги на суммарное испарение из-за низких температур и высокой влажности воздуха. Обработка информации по озимой пшенице и ячменю показывает на существование четкой связи между их урожаем и водопотреблением, которая описывается скорее параболой 2 степени, чем

Таблица 2.4

Оценка продуктивности использования оросительной воды

Индекс ОПУ	Почв. климат. зона	Гидро-модуль-ный район	Степень засоленности	УГВ, м	Сельхозкультуры	Вид ин-формации	Водопотребление за вегет., м ³ /га		Пределы водопотребления по ФАО м ³ /га	Превышение или недобор факт. водопотребл. по сравнению с ФАО (ср.), м ³ /га (%)	Урожайность, кг/га	Продуктивность (эффективность) оросительной воды, кг/м ³		
							общее	в т.ч. за счет водопотреб.				по ФАО	факт. 12:8	превыш. ФАО, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.01. Узб.	Ц-П-В	Ш	нез.	5	хлоп.	ОП	9080	7275	7000 - 13000	-1920 (19)	3100	0.4 - 0.6	0.35	-20
						К	9575	7500	7000 - 13000	-425 (4.2)	2600	0.4 - 0.6	0.3	-40
1.02. Узб.	Ц-П-Б	1У-У	ср.з.	1.5-3	хлоп.	ОП	8170	4000	7000 - 13000	-5100 (51)	3200	0.4 - 0.6	0.6	20
						К	7830	4700	7000 - 13000	-5300 (53)	2600	0.4 - 0.6	0.3	-4
1.06. Узб.	Ц-1-А	У1-УП	ср.з.	0.5-1.5	хлоп.	ОП	5370	4081	7000 - 13000	-4302 (43)	4430	0.4 - 0.6	0.6	4
						К	5618	4275.3	7000 - 13000	-4302 (43)	3550	0.4 - 0.6	0.6	2
1.08. Узб.	Ю-1-Б	1У	ср.з	2-3	хлоп.	ОП	9350	8050	7000 - 13000	-1950 (19.5)	2800	0.4 - 0.6	0.3	-4
1.01. Тад.	Ю-П-Б	Ш	незас.	10	хлоп.	ОП	10653	10415	7000 - 13000	415 (4.15)	4270	0.4 - 0.6	0.4	-2
						К	9791	9321	7000 - 13000	-679 (6.8)	3340	0.4 - 0.6	0.3	-4

1.04. Гад.	Ц-П- А	Ш	незас.	5	хлоп.	ОП	6821	6260	7000 - 13000	-3740 (37.4)	8520	0.4 - 0.6	0.5	0
						К	8556	8213. 7	7000 - 13000	-1786 (17.8)	3230	0.4-0.6	0.4	-2
1.06. Гад.	Ю-1- Г	Ш	незас.	10	хлоп.	ОП	6584		7000 - 13000	-3416 (34.1)	5800	0.4 - 0.6	0.9	80
						К	7349		7000 - 13000	-2651 (26.5)	4870	0.4 - 0.6	0.66	3
Экспл.баз а ККНИИЗ	Ц-1-А	1У	сл.з.	1.5- 2.0	хлоп.	ОП	6780	2361	7000 - 13000	-3220	3640	0.4 - 0.6	0.53	6
-”-	Ц-1-А	1У	сл, ср.з	1.5- 2.0	хлоп.	ОП	6270	2651	7000 - 13000	-3730	3200	0.4 - 0.6	0.51	1
-”-	Ц-1-А	1У	сл. и ср.з	1.5- 2.2	хлоп.	ОП	5820	1924	7000 - 13000	-4180	2940	0.4 - 0.6	0.5	0

“К” - в современных условиях уже не контроль.

Таблица 2.5

Изменение норм водопотребления хлопчатника и хлопкового поля
в зависимости от его урожайности и КПД техники полива

Уровни урожай- ности хлопчат- ника, ц/га	Осред- ненное водопот- реблени- е, м ³ /га	Водопотребление (м ³ /га) за счет:			Коэф-т К для про- мывки	М ^{нетто} вегета- ционное	КПД техн. полива	М ^{брутто} вегета- ционное	М _{невегет.}	М ^{год}	Перспектива		
		осадков	использ почвен. влаги до 1-го полива	использ грунтов вод							КПД т.п. xxxx)	М _{вегет.}	М _{годов.}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Автоморфный г-м режим. Маломощный верхний слой почвы, подстилаемый галечником и песком

25-30	5700	600 ^{xx)}	-	-	1	5100	0.55	9350	500 ^{xxx)} +	10350	0.85	6000	7000
20-25	5200	-"-	-	-	1	4800	-"-	8750	500+500	9750	0.85	5670	6670

Автоморфный г-м режим. Легкосуглинистые почвы слоем 1.5-2.0 м, подстилаемые песком

35-40	7500	500	1050	-	1	5450	0.65	8400	900	9300	0.75	7300	8200
30-35	6200	-"-	-"-	-	1	4150	-"-	6400	-"-	7300	-"-	5530	6430
25-30	5700	-"-	-"-	-	1	3650	-"-	5600	-"-	6500	-"-	4800	5780
20-25	5200	-"-	-"-	-	1	3150	-"-	4850	-"-	5750	-"-	4200	5100

Автоморфный г-м режим. Незасоленные мощные суглинистые отложения. 1-гидромодульный район

40-50	8500	350	1650	260	1	6240	0.70	8900	700	9600	0.75	8320	9020
35-40	6800	-"-	-"-	-"-	1	4500	-"-	6500 ^{x)}	-"-	7200	0.75	6040	6740
30-35	6200	-"-	-"-	-"-	1	3940	-"-	5640	-"-	6340	-"-	5250	6950
25-30	5700	-"-	-"-	-"-	1	3440	-"-	4920	-"-	5620	-"-	4600	5300
20-25	5200	-"-	-"-	-"-	1	2980	-"-	4280	800	5080	-"-	3950	4750

Полуавтоморфный г-м режим. Незасоленные суглинистые почвы. IV гидромодульный район

40-48	8200	300	1600	650	1	5650	0/75	7580	700	8280	0.80	7050	7750
35-40	6900	-"-	-"-	-"-	1	4350	-"-	5800	-"-	6850	-"-	5450	6150
30-35	6250	-"-	-"-	-"-	1	3700	-"-	5000	-"-	5700	-"-	4630	5330
25-30	5700	-"-	-"-	-"-	1	3150	-"-	4230	-"-	4930	-"-	3950	4650
20-25	5200	-"-	-"-	-"-	1	2800	-"-	3750	800	4550	-"-	3500	4300

Гидроморфный г-м режим. Луговые и луговоболотные почвы. V1 гидромодульный район. Слабозасоленные почвы

45-50	8700	250	1500	1000	1	5950	0.80	7400	2000	9400	0.85	7030	9030
4045	7750	-"-	-"-	-"-	1.05	5250	-"-	6600	-"-	8600	-"-	6170	8170
35-40	6750	-"-	-"-	-"-	1.10	4400	-"-	5500	-"-	7500	-"-	5180	7180
30-35	6200	-"-	-"-	-"-	1.15	3980	-"-	5000	-"-	7000	-"-	4680	6680
25-30	5700	-"-	-"-	-"-	1.20	3560	-"-	4480	2500	6980	-"-	4200	6700

Гидроморфный г-м режим. Луговые и луговоболотные почвогрунты. Засоленные в разной степени

45-50	8700	200	1200	1790	1.15	6300	0.84	7550	4000	11550	0.85	7400	11400
4045	7750	-"-	-"-	-"-	1.20	5500	-"-	6550	-"-	10550	-"-	6480	10480
35-40	6750	-"-	-"-	-"-	1.25	4050	-"-	5470	-"-	9470	-"-	5410	9410
30-35	6200	-"-	-"-	-"-	1.30	3960	-"-	4740	-"-	8740	-"-	4650	8650
25-30	5700	-"-	-"-	-"-	1.35	3430	-"-	4100	-"-	8100	-"-	4030	8030
20-25	5150	-"-	-"-	-"-	1.40	2780	-"-	3300	4500	7800	-"-	3260	7760

Примечание: ^{x)} - только для земель засоленных и склонных к засолению;

^{xx)} - осадки 75 % обеспеченности (апрель, май);

^{xxx)} - имеются в виду предпахотные, предпосевные, вызывные поливы;

^{xxxx)} - имеются в виду внедрение дождевания.

линейной зависимостью. При этом уровне урожайности (50 ц/га) существует прямопропорциональный рост урожая от водопотребления, выше которого наблюдается снижение прибавки урожая. В то же время относительно высокие урожаи пшеницы от 40 до 60 ц/га, выращенны при оптимальных вариантах режима орошения порядка 70x70x60 и 70x70x70 от ППВ, при котором водопотребление изменялось в пределах 4500-6500 м³/га (рис.2.16). Из общего водопотребления порядка 4500-6500 м³/га на долю водоподачи приходится 2500-4500 м³/га, а остальная часть покрывается за счет атмосферных осадков и почвенной влаги.

Продуктивность оросительной воды изменяется в широких пределах - от 0.4 кг/м³ до 1.0 кг/м³ воды. В то же время по ФАО пределом эффективности использования оросительной воды считается, если и продуктивность находится в пределах от 0.8 до 1.0 кг/м, а значение водопотребления составляет 4500-6500 м³/га. Сопоставление данных опытов с требованиями ФАО показывает, что в оптимальных вариантах режима орошения с выдержкой предполивной влажности 70x70x70 от ППВ продуктивность оросительной воды лежит в пределах - 0.8-1.1 кг/м³ (табл.2.6), т.е. выдерживается требование ФАО (рис.2.17).

1.7.4. Изменение урожайности кукурузы в зависимости от норм водопотребления

Наиболее полная информация по изменению урожайности кукурузы на зерно и сухой массы представлена по 5 пилотным проектам (по республике Таджикистан - 3 объекта, а по Узбекистану 2 - ОПУ). По Кыргызстану представлена неполная информация в виде графиков связи между фактическим урожаем и водопотреблением, а также между относительной величиной урожайности и водопотреблением (водообеспеченностью). В процессе обработки материалов кривая связи между фактическим урожаем и водопотреблением, полученная по данным Кыргызстана была дополнена материалами пилотных проектов по Таджикистану по объектам - 1.05 Тад. и 1.02 Тад. и Узбекистану - 1.04 Узб. (рис.2.18 и 2.19). В дальнейшем информация по 5 пилотным проектам регистра была обработана привлечением данных натурных исследований, полученных на опытных участках режима орошения кукурузы на зерно Каракалпакского научно-исследовательского Института Земледелия и Кашкадарьинского филиала Узбекского научно-исследовательского института хлопководства (УзНИИХ). По результатам исследований Горбачевой Р.И. (Кыргызстан) связь между урожаем и водопотреблением описывается нелинейной зависимостью (параболой 2-ой степени) в виде уравнения (3.4) (рис.2.18 и 2.19). Максимальная урожайность кукурузы на зерно порядка 80-100 ц/га получена при величине водопотребления от 7500 до 9000 м³/га (рис.2.18), что соответствует оптимальной предполивной влажности этой культуры 80x80x80 от ППВ. В то же время на сероземных почвах р.Узбекистан и р.Таджикистан при оптимальной предполивной влажности 80x80x70 урожайность изменялась в пределах 90-110 ц/га, а водопотребление составило 6500-7400 м³/га (рис.2.18). Из этого объема водопотребления на долю водоподачи приходится 75-80 % в условиях автоморфных почв и 40-50 % в условиях гидроморфных почв. Сравнивая фактические нормы водопотребления по кукурузе на зерно с таковыми по ФАО, следует констатировать, что в условиях Центральной Азии при оптимальных вариантах режима орошения

Таблица 2.6

Оценка продуктивности использования оросительной воды
озимых пшеницы и ячменя

Индекс ОПУ	Почвен. климат. зона	Гид- ромо- дульн р-он	Сте- пень засо- лен- ности	УГВ, м	Сельхоз. культур ы	Вид инфор- мации	Водопотребле н. за вегетацию, м ³ /га		Пределы водопотреб ления по ФАО, м ³ /га	Превышени е факт. водо- потр. по сравнению с ФАО (ср.), м ³ /га	Уро- жай- ность, кг/га	Продукт.(эффективнос ть) оросительной воды, кг/м ³		
							общее	в т.ч. за счет водо- подач и.				по ФАО	факт	прев. ФАО, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.05. Тад.	Ю-П-Г	Ш	незас.	10	озимый ячмень	ОП	3848	1110	4500-6500	-1752(32)	4450	0.8-1.0	1.1	122
						К	3901	1375	4500-6500	-2000(36)	3410	0.8-1.0	1.0	111
1.04. Узб.	Ц-П-В	Ш	незас.	5-10	озим. пшен.	ОП	6500	3650	4500-6500		5830	0.8-1.0	11.0	117
						К	7768	4090	4500-6500	2268(42)	4840	0.8-1.0	0.62	-132
1.03. Тад.	Ц-П-Б	Ш	незас.	5	-"-	ОП	4885	2090	4500-6500	-615(11)	4210	0.8-1.0	0.9	0
						К	6046	2952	4500-6500	596(8.4)	1900	0.8-1.0	0.3	-70
1.05. Тад.	Ю-1-Г	Ш	незас.	10	-"-	ОП	4492	1922	4500-6500	-1008(18.3)	4320	0.8-1.0	0.96	106
						К	5070	2065	4500-6500	-430(7.8)	3800	0.8-1.0	0.7	-123
1.08. Узб.	Ц-П-А	1У	ср.з.	2-3	-"-	ОП	3286	2753	4500-6500	-2215(40.2)	5900	0.8-1.0	1.8	200
						К	4500	3720	4500-6500	-1000(18)	4820	0.8-1.0	1.1	122

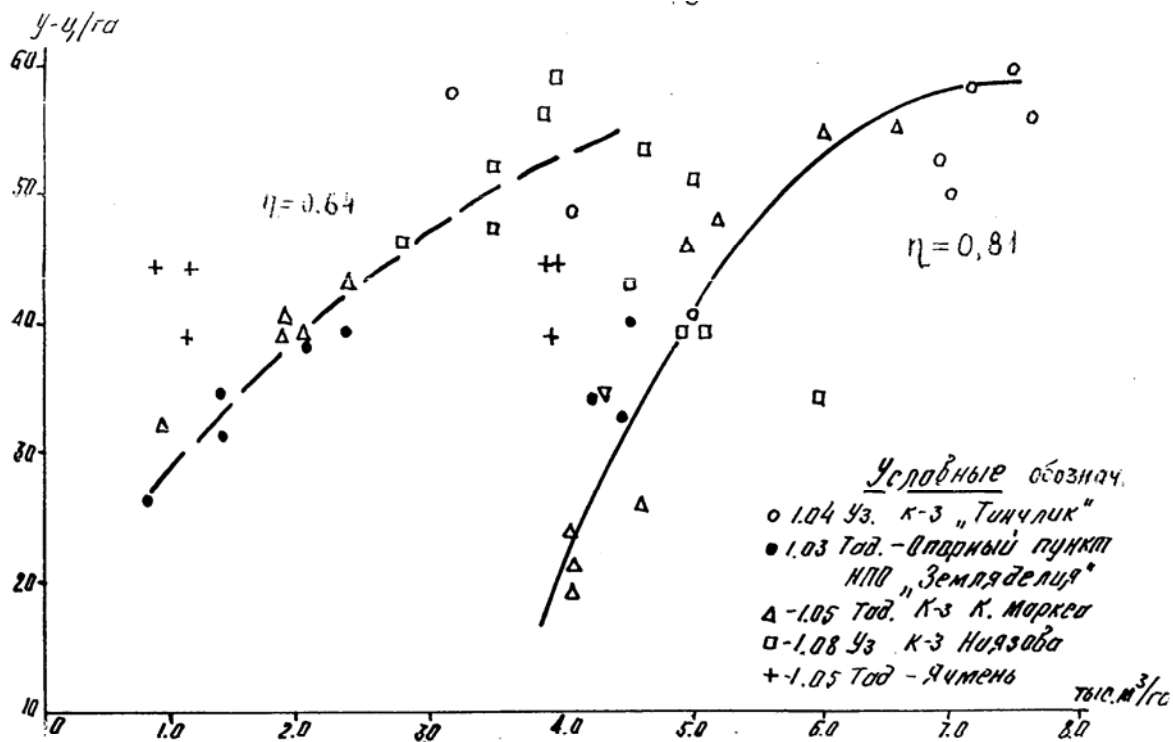


Рис. 2.16. Зависимость урожая зерна озимой пшеницы и ячменя от оросительных норм и водопотребления

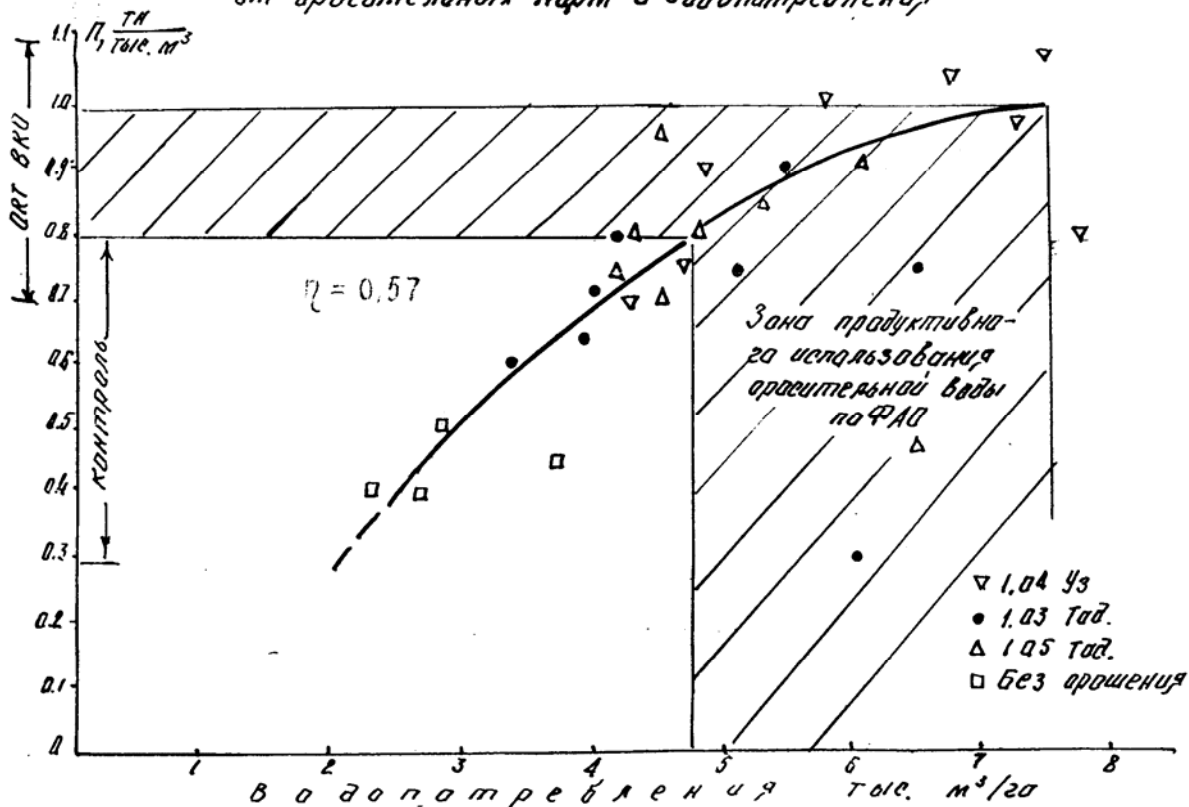


Рис. 2.17. Зависимость продуктивности озимой пшеницы от водопотребления в зоне автоморфных почв

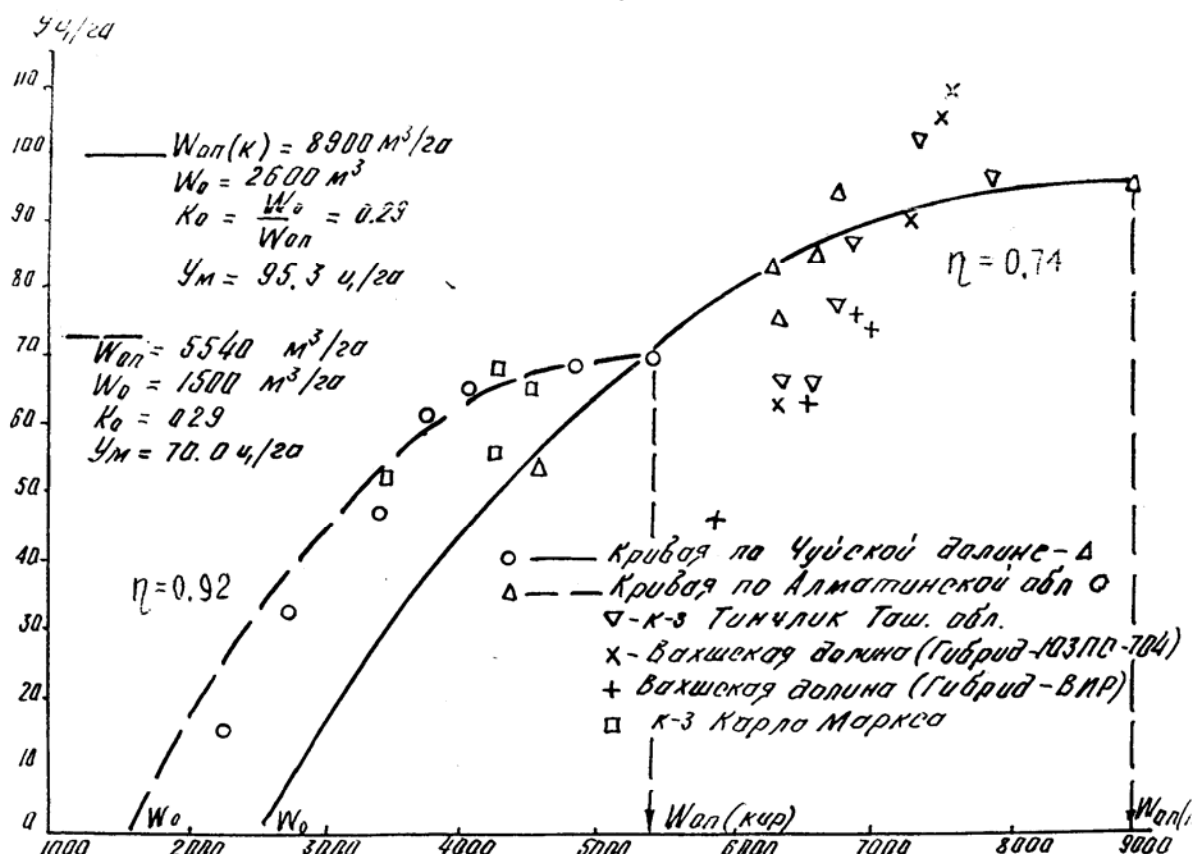


Рис. 2.18. Зависимости урожая кукурузы на зерно от водообеспеченности (водопотребления)

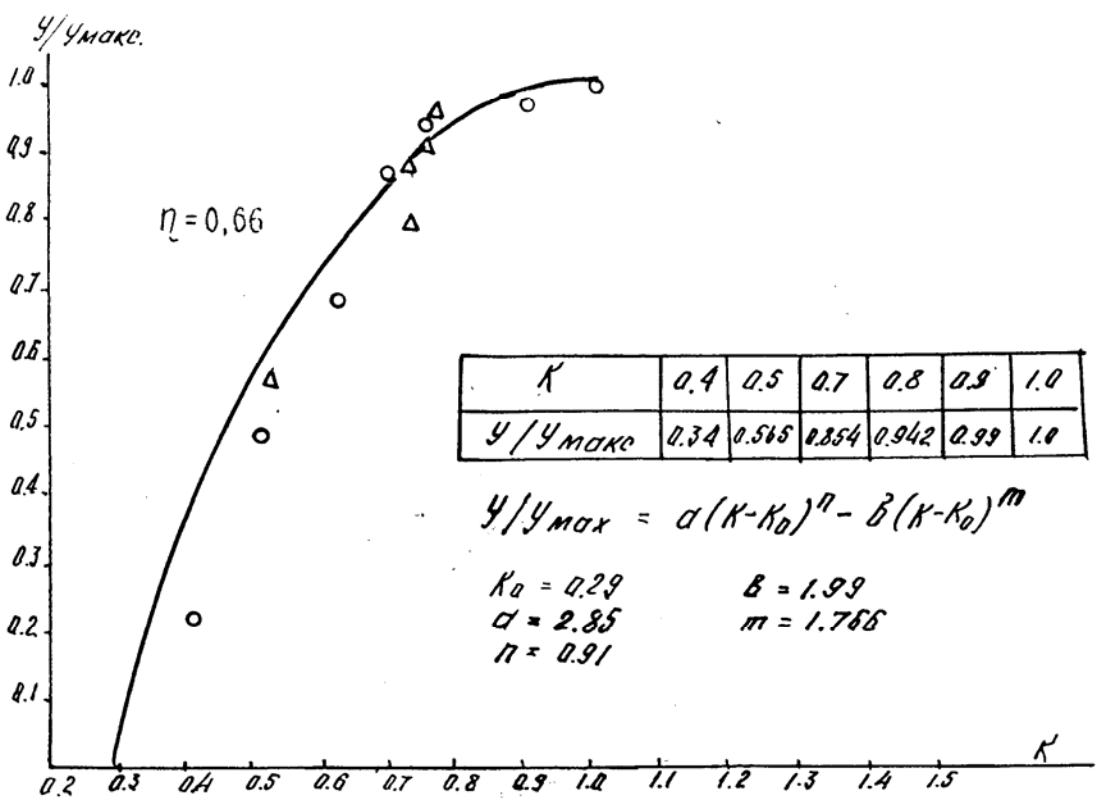


Рис. 2.19. Зависимость урожая кукурузы на зерно от влагообеспеченности в относительных величинах

высокие урожаи этой культуры возможно выращивать при несколько меньших значениях суммарного испарения, нежели пределы, рекомендуемые ФАО. Так, урожайность кукурузы на зерно порядка 90-110 ц/га в опытах Р.Узбекистан и Р.Таджикистан получена величина водопотребления 5000-7400 м³/га, тогда как по ФАО достаточно - 5000-8000 м³/га. В то же время на всех опытных участках Центральной Азии по режиму орошения кукурузы на зерно наиболее высокая продуктивность достигнута при оптимальных вариантах предполивной влажности от ППВ оросительной воды. Продуктивность оросительной воды по пилотным проектам и экспериментальным участкам ККНИИЗ и филиалов УНИИХЛ изменялась от 1.0 до 1.98 кг/м³. Тогда как по оценкам предела эффективности использования воды по ФАО она составляет 0.8-1.6 кг/м³ (табл.2.7, рис.2.20). В опытах, даже на землях, подверженных засолению, продуктивность оросительной воды оказалась высокой и составила - 1.2-1.9 кг/м³.

1.7.5. Изменение урожайности риса в зависимости от водопотребления

Физиология развития риса резко отличается от других сельскохозяйственных культур. Водно-воздушный, питательный обмен и вегетационный режим культуры риса протекает в постоянно затопленной водой среде. В связи с этим водопотребление риса в 2-2.5 раза выше, чем хлопчатника, кукурузы и других пропашных культур. По информации регистра ИПТРИД водопотребление риса составляет от 40 до 50 % от водоподачи на поле и изменяется в пределах от 7250 (1.02 Каз.) до 14600 м³/га (1.09 Узб.), а водоподача на поле на этих участках составила соответственно 26000 и 31000 м³/га.

По данным КазНИИВХ из общего объема водопотребления на долю транспирации приходится 30-45 % и изменяется в пределах от 3200 до 7500 м³/га (табл.2.8).

Обработка данных по рису не позволила установить определенную закономерность связи между водопотреблением и урожаем. Высокий урожай риса порядка 60-62 ц/га приходится и на уровень водопотребления 13626 м³/га и на 8950 м³/га, а урожай 45-50 ц/га соответственно на 7250 и 11052 м³/га. Самый низкий урожай (32.3 и 37.4 ц/га) получен при значении водопотребления 14600-14000 м³/га.

В то же время балансовыми исследованиями в увязке с изменением урожайности риса в Центральной Азии, Краснодарском крае и Японии установлена тесная связь между ростом его урожая и скоростью вертикальной фильтрации, которая описывается уравнением вида:

$$Y = a_1 + v_1V + c_1V^2 + d_1V^3 \quad (3.8)$$

где: a_1, v_1, c_1, d_1 - эмпирические коэффициенты;

$$Y = \frac{Y_i}{Y_{\max}} \quad - \text{относительная урожайность риса;}$$

Таблица 2.7

Оценка продуктивности использования оросительной воды кукурузы

Индекс ОПУ	Почвен климат. зона	Гид- ромо- дуль- н. р-он	Сте- пень засо- лен- ности	УГВ, м	Сельхоз. культу- ры	Вид инфор- мации	Водопотребле- н. за вегетацию, м ³ /га		Пределы водопотре- бления по ФАО, м ³ га	Превышен- ие факт. водо- потр. по сравнению с ФАО (ср.), м ³ /га	Уро- жай- ность, кг/га	Продукт.(эффект.) оросительной воды, кг/м ³	
							общее	в т.ч. за счет водо- подач и				по ФАО	факт
1.04. Узб.	Ц-П-В	Ш	незас.	10	кук.на зерно	ОП К	4800	3600	5000-8000	-700(9)	9516	0.8-1.6	1.98
							5200	4000	5000-8000	-300(4.0)	6713	0.8-1.6	1.3
1.05. Тад.	Ю-П-Г	Ш	незас.	5	-"-	ОП К	4254	4275	5000-8000	-1275(17.2)	6740	0.8-1.6	1.6
							4333	3262	5000-8000	-2238(29.8)	5800	0.8-1.6	1.34
1.02. Тад.	Ю-П-Б	Ш	незас.	5-10	-"-	ОП К	7414	6057	5000-8000	-86(1.1)	10500	0.8-1.6	1.4
							6345	6087	5000-8000	-1455(15.4)	6300	0.8-1.6	0.99
1.02. Тад.	Ю-П-Б	Ш	незас.	5	-"-	ОП К	7414	5654	5000-8000	-86(1.2)	7600	0.8-1.6	1.02
							6345	4416	5000-8000	-1155(15.4)	4670	0.8-1.6	0.74
Экс.база ККНИИЗ	Ц-1-А	1У	сл.з	1.5- 2.0	кукур.	ОП	7550	3418	5000-8000	-	8940	0.8-1.6	1.18

Экс.база ККНИИЗ	Ц-1-А	1У	сл.з	1.5- 2.0	-''-	ОП	6370	2504	5000-8000	-	9360	0.8-1.6	1.45
Кашкад.филиал	Ю-1-Б		сл.з		-''-	ОП	7000	5400	5000-8000	-	8450	0.8-1.6	1.2
УзНИИХЛ		П	сл.з	2-2.3	ВИР	ОП	7100	5110	5000-8000	-	9140	0.8-1.6	1.9
Каш.филиал					кук.на	ОП	6100	4350	5000-8000	-	7810	0.8-1.6	1.8
УзНИИХЛ	Ю-1-Б		сл.з	2-2-3	зерно	ОП	7370	5360	5000-8000	-	8660	0.8-1.6	1.6

Таблица 2.8

Оценка продуктивности использования оросительной воды по культуре риса

Индекс ОПУ	Почвен климат. зона	Гид- ромо- дуль н. р-он	Сте- пень засо- лен- ности	УГВ, м	Вид инфор- - мации	Водопотребле н. за вегетацию, м ³ /га		Пределы ФАО, м ³ /га	Превышение факт.водо- потр. по сравнению с ФАО (ср.), м ³ /га	Уро- жай- ность, кг/га	Продукт.(эффект.) оросительной воды, кг/м ³	
						водо- потр. (сумм. испар.)	водо- подач а				по ФАО	факт 12:8
1.02. Каз.	С-П-А	У1	незас.	1-2.5	ОП	7250	26000	3500-7000		4516	0.7-1.1	0.62
						8250	28160	3500-7000		4016	0.7-1.1	0.48
1.03. Каз.	С-П-А	У1	ср.зас.	1-3	ОП	9750	25000	3500-7000		2750	0.7-1.1	0.28

					К	10500	23000	3500-7000		1800	0.7-1.1	0.17
1.04. Каз.	Ц-1-А	1У	-?-	1-2.5	ОП	13626	24596	3500-7000		6200	0.7-1.1	0.45
					К	11052	20605	3500-7000		5000	0.7-1.1	0.45
1.05. Каз.	Ц-1-А	1У	ср.зас.	1-2.5	ОП	8950	21672	3500-7000		6000	0.7-1.1	0.67
					К	10700	20605	3500-7000		5000	0.7-1.1	0.46
1.08. Каз.	С-1-А	УП	ср.зас.	1-3	ОП	9750	20620	3500-7000		4800	0.7-1.1	0.49
					К	10344	29820	3500-7000		4390	0.7-1.1	0.41
1.09. Узб.	Ц-П-Б	У1	ср.зас.	0.5-2.0	ОП	12800	21700	3500-7000		4740	0.7-1.1	0.37
					К	13900	30900	3500-7000		4000	0.7-1.1	0.28
1.09. Узб.	Ц-П-Б	У1	ср.зас.	0.5-2	ОП	12350	18862	3500-7000		4880	0.7-1.1	0.40
					К	14000	29700	3500-7000		3740	0.7-1.1	0.26
1.09. Узб.	Ц-П-Б	У1	ср.зас.	0.5-2	ОП	12870	18261	3500-7000		4330	0.7-1.1	0.36
					К	14600	31650	3500-7000		3230	0.7-1.1	0.22

Кукуруза на зерно

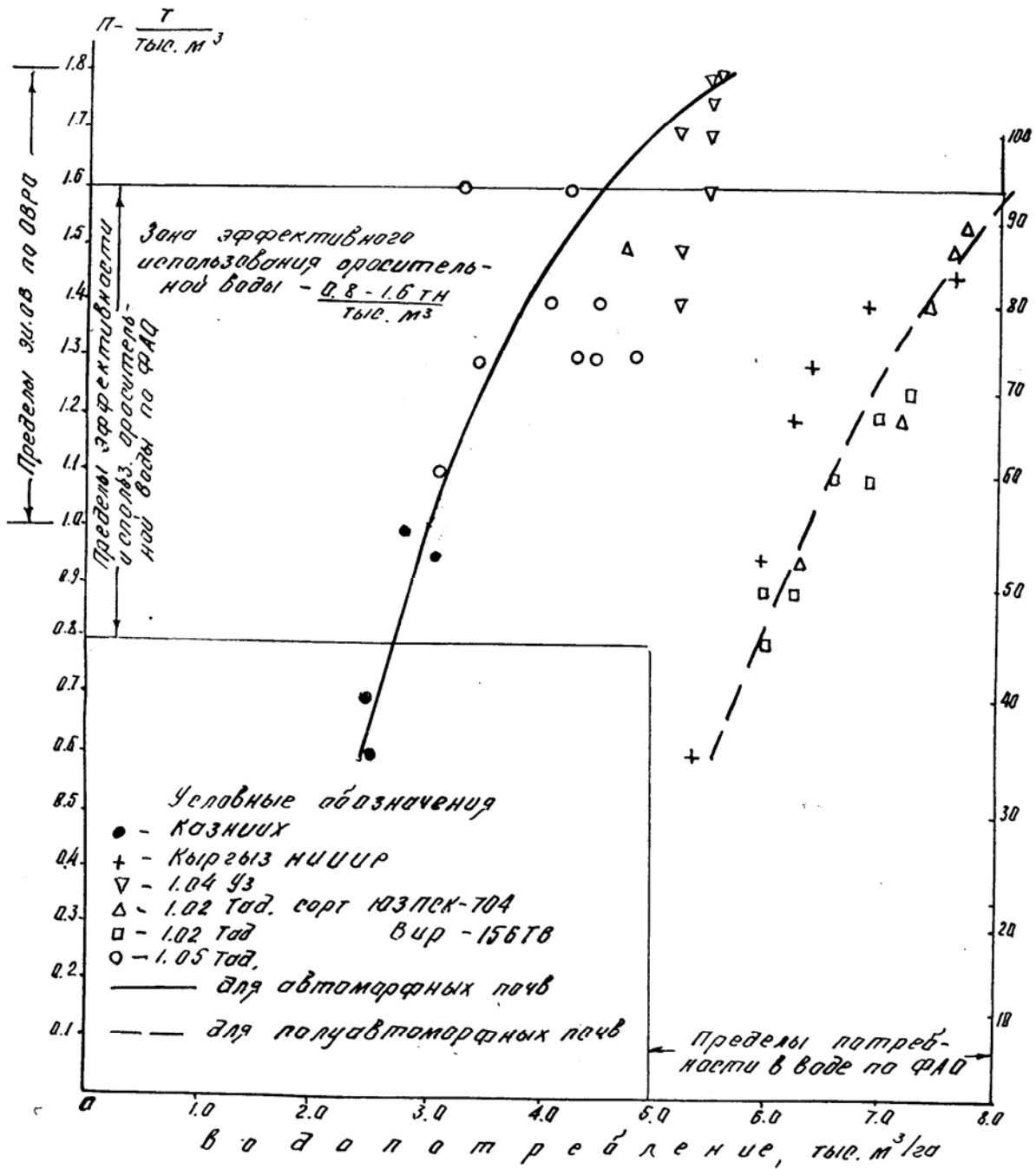


Рис. 2.20. Продуктивность оросительной воды от водопотребления кукурузы на зерно

$$V = \frac{V_i}{V_{\text{опт}}} - \text{относительная вертикальная фильтрация};$$

$Y_{\text{max}}, V_{\text{опт}}$ - максимальная урожайность и соответствующая ей фильтрация.

Значение эмпирических коэффициентов, определяющих зависимость урожайности риса от скорости фильтрации

№№ п/п	Наименование объекта	Коэффициенты			
		a_1	b_1	c_1	d_1
1	Средняя Азия и южн.Казахстан	0.337	1.17	-0.583	0.018
2	Краснодарский край	0.67	0.623	-0.371	0.0604
3	Япония	0.746	0.587	-0.404	0.0698

Для этих трех континентов, резко отличающихся своими природными условиями и технологиями выращивания риса, урожайность этой культуры, скорость вертикальной фильтрации характеризуются 3-мя кривыми (рис.2.21).

Однако для условий низовьев Сырдарьи рост урожая от вертикальной скорости фильтрации описывается нелинейной зависимостью в виде:

$$Y = 4.20 + 0.48 \Phi - 0.03 \Phi^2 \quad (3.9)$$

$$K = 0.72$$

где Φ - вертикальная скорость фильтрации, мм/сут.

При этом наиболее высокая урожайность риса в порядке 58-62 ц/га приходится на значение вертикальной фильтрации - 8-12 мм/сут (рис.2.22).

Другие зависимости роста урожайности риса от уровня грунтовых вод установлены для условий юга Украины (рис.2.23 - кривая 1), Краснодарского края (кривая 2, рис.2.23) и Центральной Азии (кривая 3, рис.2.23).

Между тем, по всем пилотным участкам продуктивность оросительной воды на рисовых полях находится ниже нижнего предела критерия ФАО и изменяется от 0.22 кг/м³ до 0.67-0.7 кг/м³, тогда как по ФАО эффективным считается, если она (продуктивность воды) изменяется от 0.7 до 1.1 кг/м³ (табл.2.8). При этом для достижения этих пределов продуктивности по ФАО достаточным является водопотребление в размере 3500-7000 м³/га. Указанные размеры водопотребления ФАО, на наш взгляд слишком занижены. Если считать их как долю от транспирации, то все становится реальным (понятным). Тогда практически на всех пилотных проектах по рису в Центральной Азии при оптимальных режимах орошения достигнута высокая продуктивность оросительной воды - 0.7-1.7 кг/м³, что даже несколько выше, чем по критериям ФАО (рис.2.24 и 2.25).

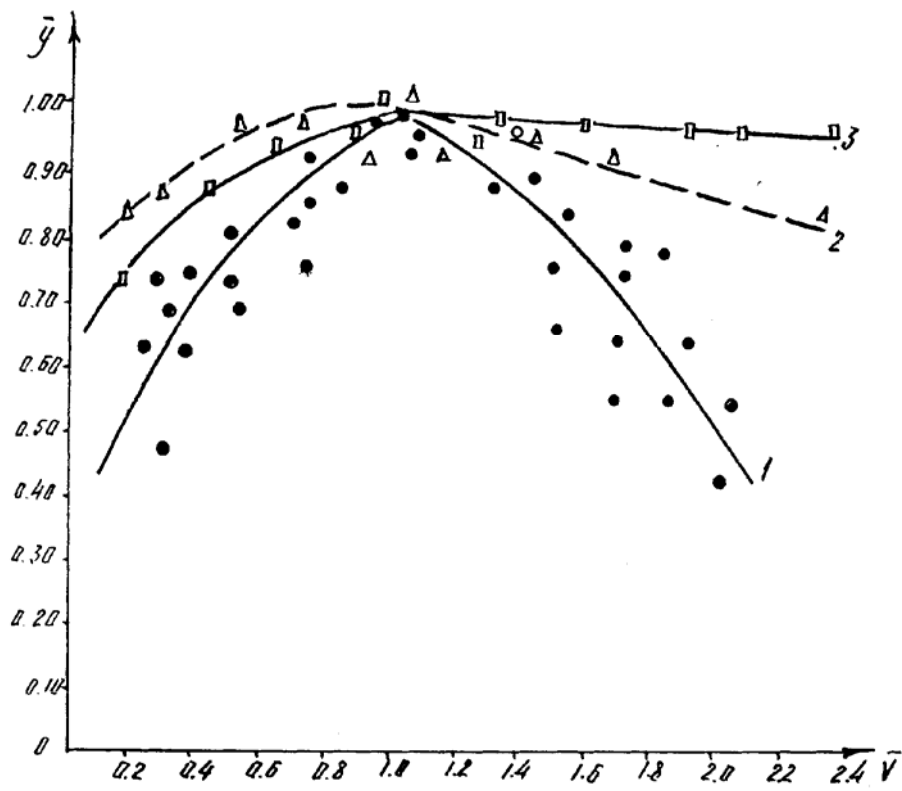


Рис. 2.21. График зависимости урожайности риса от скорости вертикальной фильтрации
 1 - Средняя Азия и Казахстан
 2 - Япония
 3 - Краснодарский край

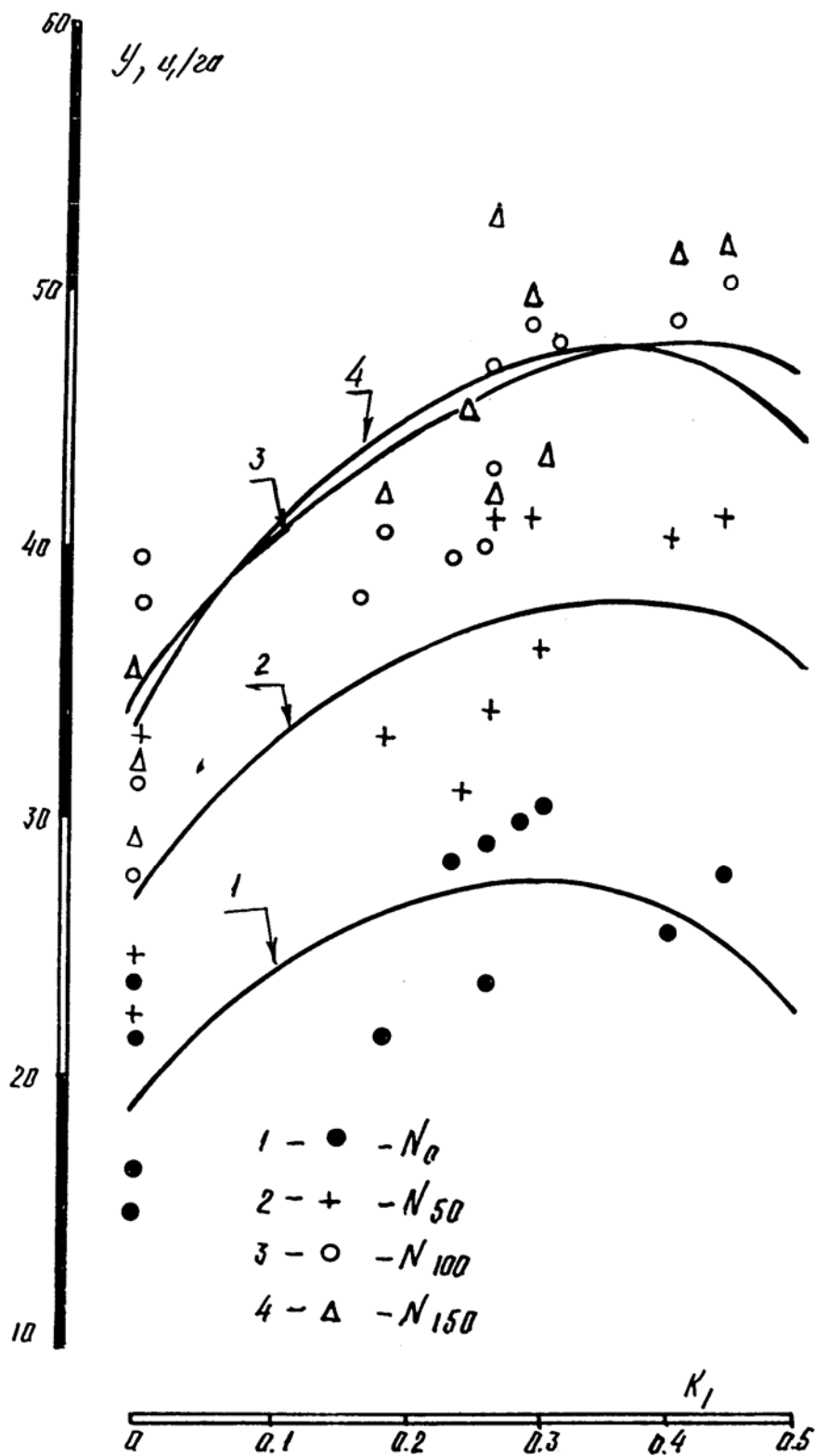


Рис. 1.3.1. Зависимость урожая зерна пшеницы ($y, c/20$) от значения K_1 при различных нормах азотного удобрения на типичных сероземах Северо-Туркестанской АКЗ (Ш-Гидромодульный район) K_1 - Биоклиматический коэффициент.

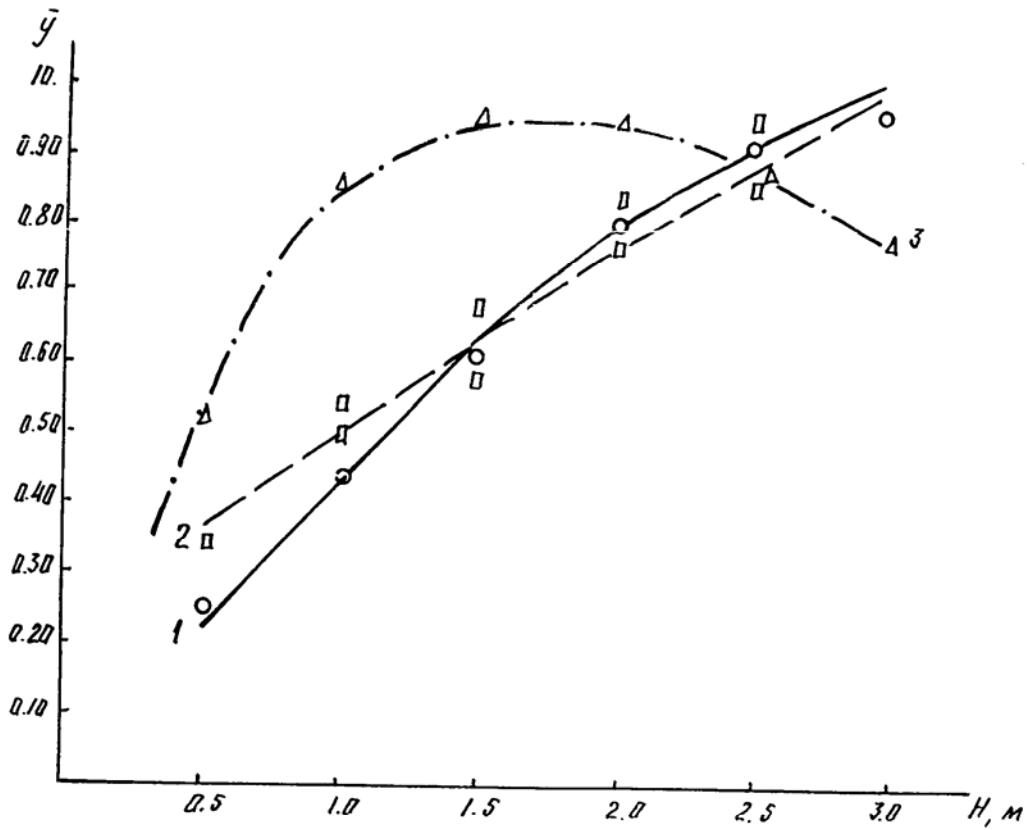


Рис. 2.23. Зависимость урожайности риса от уровня грунтовых вод во вневегетационный период

1. Юг Украины /3/

2. Краснодарский край /18, 49, 50/

3. Средняя Азия и Казахстан /49, 45/

$$\text{где: } y'' = a'' + b''H + c''H^2 + d''H^3$$

a'' , b'' , c'' , d'' — эмпирические коэффициенты.

H — Глубина грунтовых вод, м.

Значение эмпирических коэффициентов

№ п/п	Объект исследования	Коэффициент корреляции	Значение эмпирических коэффициентов			
			a''	b''	c''	d''
1	Юг Украины	0,99	-0,065	0,61	-0,106	0,0073
2	Краснодар	0,97	0,216	0,31	-0,0137	-0,00057
3	Ср. Азии	0,96	-0,11	1,58	-0,722	-0,099

1.7.6. Изменение урожайности люцерны от водопотребления

В составе регистра ИПТРИД информация по водопотреблению люцерны представлена по трем пилотным проектам: по Казахстану, расположенному в низовьях р.Сырдарьи (1.01 Каз., 1.02 Каз. и 1.03 Каз.). Все пилотные участки представлены с близким залеганием уровня грунтовых вод, почвогрунты которых подвержены засолению. В процессе обработки материалов были дополнительно привлечены данные Хорезмского филиала УзНИИХЛ, ККНИИЗ, природные условия которых близки таковым для пилотных участков Казахстана. Кроме того, были использованы данные режима орошения люцерны по совхозу Пахтаарал. Обработанные материалы по вышеуказанным объектам представлены в таблице 2.9 и на рис.2.26, которые характеризуют существование определенной закономерности изменения урожайности в зависимости от водопотребления.

На всех опытных участках режима орошения при оптимальных предполивных влажностях от ППВ - 80x80x80 и 90x90x90 получен наиболее высокий урожай люцерны, порядка 180-250 ц/га. На формирование такой урожайности израсходовано влаги в объеме 9000-10000 м³/га. Хороший урожай люцерны порядка - 150-180 ц/га получен при водопотреблении - 8000-9000 м³/га. Самые низкие урожаи люцерны (60-70 ц/га) получены при водопотреблении 6500-7500 м³/га.

Следует отметить, что при выращивании люцерны 2 и 3-го года в условиях гидроморфных почв в общем объеме водопотребления доля водоподачи составляет 30-55 %, а остальная часть формируется за счет притока грунтовых вод и использования почвенной влаги (80-100 %). В условиях же полуавтоморфных почв доля водоподачи составляет более 65-70 %.

На всех вариантах оптимального режима орошения люцерны с выдержкой предполивной влажности 80x80x80 и 90x90x90 достигнута высокая эффективность использования оросительной воды. На пилотных объектах совхоза “Пахтаарал”, 1.02 Каз., Хорезмского филиала УНИИХЛ и ККНИЗ продуктивность оросительной воды изменяется в пределах от 1.9 до 2.5 кг/м³, т.е. она находится выше верхнего предела по критерию оценки эффективности ФАО (табл.2.9 и рис.2.26), тогда как на контрольных вариантах продуктивность оросительной воды намного ниже нижнего предела и составляет 0.7-1.3 кг/м³.

Представленные данные на рис.2.26 характеризуют изменение урожайности от водопотребления, описываемого прямой зависимостью (рис.2.26). Однако угол наклона несколько отличается от такой линии зависимости, полученной Бегишевым (Южказводпроект) для Тогузкенского массива (рис.2.26).

Самые низкие урожаи (60-70 ц/га) люцерны выращены при водопотреблении 6500-7500 м³/га.

Таблица 2.9

Оценка продуктивности использования оросительной воды по люцерне

Индекс ОПУ	Почвенно-клим. зона	Гидро-мод. район	Степень засоления	УГВ, м	Сельхоз-культура	Вид информации	Водопотребление за вегетацию м ³ /га		Пределы водопотребления по ФАО, м ³ /га	Урожайность, кг/га	Продуктивность оросительной воды, кг/м ³		
							общее	в т.ч. (нетто)			по ФАО	факт	превыш против средн. ФАО, %
1.01. Каз.	Ц-1-А	1У	ср.зас.	0.5-2.5	люцерна 1-го года	ОВРО 80x80	7500	1950	8000-16000	7660	1.5-2.0	1.02	-41.7
						К	6500	3750	8000-16000	6060	1.5-2.0	0.93	-47
1.01. Каз.	Ц-1-А	1У	ср.зас.	0.5-2.5	люцерна 2-го года	ОВРО 90x90	8900	4620	8000-16000	14400	1.5-2.0	1.73	-3
						К	8800	6680	8000-16000	16880	1.5-2.0	1.92	+9.7
1.02. Каз.	С-П-А	У1	сл.зас.	1-2.5	люцерна 2-го года	ОВРО 80x80	7880	1600	8000-16000	15900	1.5-2.0	2.0	+14.3
						К	7300	1800	8000-16000	14900	1.5-2.0	2.04	+16.6
1.03. Каз.	С-П-А	У1	ср.зас.	0.5-2.5	люцерна 2-го года	ОВРО К	7900	2100	8000-16000	10200	1.5-2.0	1.3	-2.6
						К	8200	2400	8000-16000	8500	1.5-2.0	1.04	-40
КК НИИЗ	С-П-А	1У	ср.зас.	1-2.5	люцерна 2-го года	ПО	8780	6789	8000-16000	16830	1.5-2.0	1.9	+8.5
КК НИИЗ	С-П-А	1У	ср.зас.	1-2.5		ПО	8320	5623	8000-16000	15300	1.5-2.0	1.84	+5.1

Пахта-арал	Ц-П-Б	1У	сл.зас.	2-3.5	люцерна	ОВРО	9980	6500	8000-16000	25000	1.5-2.0	2.5	+43
						90x90 К	8500	7000	8000-16000	17600	1.5-2.0	2.1	+20
Хорезм. филиал УНИИХЛ	С-П-А	1У	сл.зас.	1.5-2.0	люцерна 80x80	ПО	8920	5189	8000-16000	17750	1.5-2.0	1.99	+20
						ПО	7250	2400	8000-16000	4900	1.5-2.0	0.1	-60
						ПО	9270	4560	8000-16000	19860	1.5-2.0	2.14	22.3

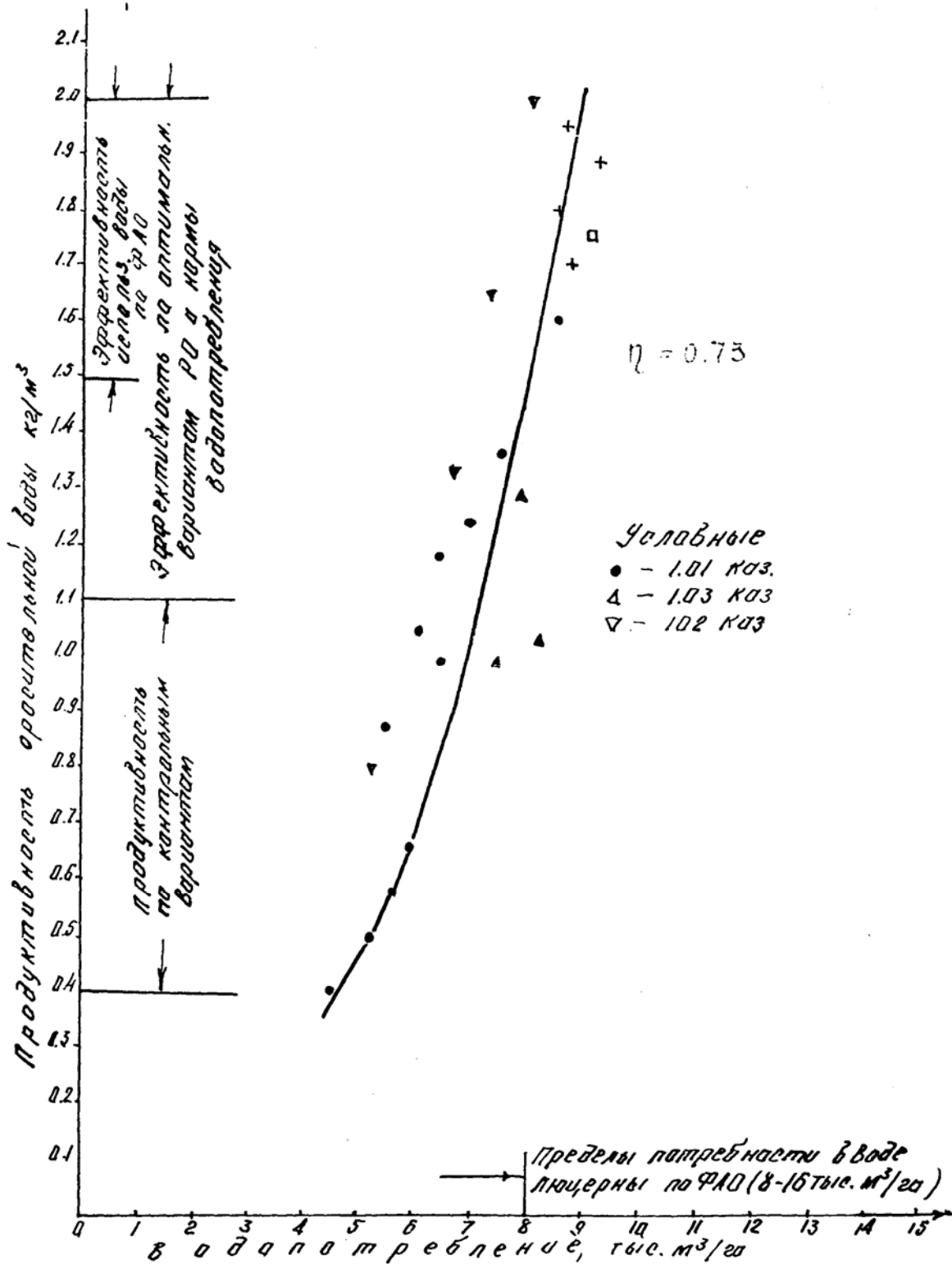


Рис. 2.26. Эффективность использования оросительной воды на люцерне