



13

выпуск

**Вопросы использования воды  
на уровне фермера**

**Справочник водника**

Ташкент - 2015

---

Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия  
Центральной Азии (МКВК)

Научно-информационный центр МКВК

Ш.Ш. Мухамеджанов, С.А. Нерозин

# **Вопросы использования воды на уровне фермера**

**Справочник водника**

**Ташкент - 2015 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОТРЕБНОСТЬ ОСНОВНЫХ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР В ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЕ ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ.....	- 4 -
1.1. Листовая поверхность .....	- 4 -
1.2. Корневая система.....	- 6 -
1.3. Орошение сельхозкультур.....	- 7 -
2. ЧТО ТАКОЕ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР? .....	- 11 -
2.1. Поливной режим хлопчатника .....	- 13 -
Поливы в период от всходов до начала цветения. ....	- 14 -
3. РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ТИПА ВОДОМЕРНОГО УСТРОЙСТВА, ТРЕБОВАНИЯ ПО ИХ СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	- 15 -
3.1. Стандартные водомерные устройства, рекомендуемые для учета воды в каналах АВП.....	- 15 -
3.2. Одноточечный способ САНИИРИ.....	- 21 -
4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАМЕРОВ РАСХОДА ВОДЫ ПО ВОДОСЛИВУ ДЛЯ РАСЧЕТА ВОДОЗАБОРА В ФЕРМЕРСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ....	- 24 -
5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАМЕРОВ РАСХОДА ВОДЫ ПО ВОДОСЛИВУ ДЛЯ РАСЧЕТА ВОДОПОДАЧИ НА ОПЫТНОЕ ПОЛЕ .....	- 26 -
6. РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЕТУ И ВЫБОРУ НОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА ДЛЯ ХЛОПЧАТНИКА И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА ИУВР Фергана.....	30
6.1 Сроки полива .....	32
6.2 Расчет нормы полива.....	35
6.3 Расход воды в борозду и расчет продолжительности полива.....	38
7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛИВА .....	43
8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ. НАЗНАЧЕНИЕ СРОКОВ И НОРМ ПОЛИВА ПО РЕЖИМУ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ.....	49
9. МЕХАНИЗМ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ, С МАЛЫМИ ПЛОЩАДЯМИ.....	55

---

# 1. ПОТРЕБНОСТЬ ОСНОВНЫХ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР В ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЕ ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ

С.А. Нерозин

Вода в жизни растений играет важнейшую роль. Она растворитель минеральных веществ и среда физико-химических процессов: все физиологические и биохимические процессы (обмен веществ), происходящие в растениях, совершаются только в присутствии воды. При недостатке воды физиологические процессы сильно замедляются, а при ее отсутствии в доступных формах полностью приостанавливаются.

## 1.1. Листовая поверхность

Растения, как и все живые организмы, состоят прежде всего из воды которая составляет 75-90% от их веса. В плодах содержание воды достигает: картофель-80%, арбузы-92%, томаты-94%, огурцы-96%. Протоплазма живой клетки содержит более 80 % воды, и только благодаря этому в ней может происходить непрерывный обмен веществ – основа жизни.

Главнейшие вещества, из которых состоит протоплазма – белки, нуклеиновые кислоты, ферменты, углеводы и другие, синтезируются и проявляют свою деятельность только при определенной степени насыщения клеток водой. При недостатке воды белки и другие биополимеры свертываются (коагулируют), а вместе с этим прекращается жизнь (за исключением состояния покоя и анабиоза). Без воды ослабевает активность ферментов, невозможен фотосинтез, передвижение и превращение веществ в растении.

Листья способны поглощать пары воздуха. При низкой относительной влажности воздуха (40 – 50%) листья картофеля и помидоров поглощают влаги из воздуха 1 – 2 г/дм<sup>2</sup> листьев в час, а при высокой (95 – 100%) – до 6 г. Орошение дождеванием – это дополнительный источник более быстрого насыщения растений водой через листья. Так, при поливе напуском, когда вода поступает только через корни, завядшие растения кукурузы и подсолнечника восстанавливают тургор лишь через 30 – 40 минут после начала полива, а при поливе дождеванием – через 10 – 20 минут.

Вода, поступающая в растение, непрерывно расходуется в процессе его жизнедеятельности, при этом большую роль играет транспирация, на которую используется до 97 – 98 % всей воды в растении. Благодаря этому физиологическому процессу растения регулируют водный режим своих тканей, предохраняют их от перегрева при высоких температурах, а с транспирационным током воды соли передвигаются из корней к листьям. Испарение воды растением (транспирация) происходит главным образом (на 80 – 90%) через открытые устьица. На испарение воды существенно влияют анатомические особенности растения – количество водопроводящих сосудов, размер и число устьиц на листо-

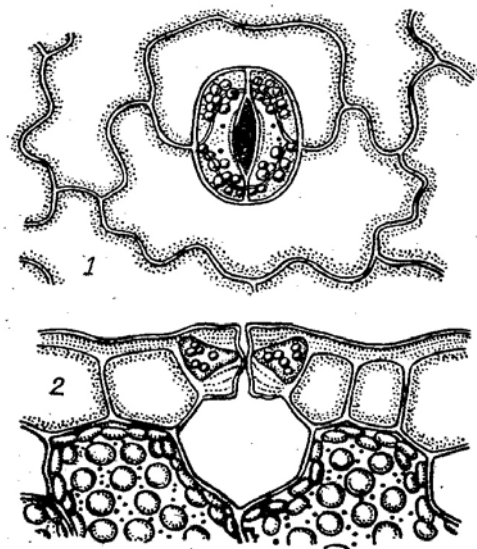


Рис. 1.1 Устьице

а – вид с поверхности листа, б – в разрезе

вой поверхности. Молодые листья испаряют воды больше, чем старые. Один и тот же лист с нижней поверхности испаряет воды в 2,5-4 раза больше, чем с верхней. Удаление с растений части листьев усиливает испарение с оставшихся.

Из одного литра воды растением используется всего 2.0-3.0 гр. на синтетические процессы (создание сухого вещества), остальная вода испаряется из растения путем транспирации.

Одно растение за вегетационный период (хлопчатник, кукуруза, подсолнечник) затрачивает на транспирацию около 170 – 190 литров воды. Вода поступает в растение благодаря сосущей силе живых клеток листа, а также вследствие сосущей силы корневых волосков (корневое давление). Сосущая сила корней обуславливается притоком к ним из листьев углеводов и кислот, поддерживающих непрерывно энергетические процессы (дыхание и пр.) и повышенную концентрацию клеточного сока. При высоком уровне фотосинтеза приток ассимилятов в корни выше, и поэтому их сосущая сила больше, при ослаблении фотосинтеза сосущая сила снижается. Поступление воды в растение происходит и при низкой температуре – около 0°C.

**Таблица 1.1 Число устьиц и их размеры у различных растений**

Название растения	Число устьиц на кв.мм		Длина в (μ)	Ширина в (μ)	Площадь устьичного отверстия в (μ <sup>2</sup> )	Общая площадь устьичных отверстий (в процентах от площади листа)
	Верхняя поверхность	Нижняя поверхность				
Овес	25	23	38	8	239	0,98
Пшеница	60	41	38	7	209	0,52
Кукуруза	52	68	19	5	75	0,88
Подсолнечник	58	156	22	8	136	3,13
Томат	12	130	13	6	61	0,85
Фасоль	40	281	7	3	17	0,54
Яблоня	0	400	14	12	132	5,28

Сосущая сила определяется наследственностью вида и сорта растений. Засухоустойчивые и тем более солеустойчивые растения имеют более высокую сосущую силу, что позволяет им лучше использовать воду, особенно при понижении влажности и повышении засоления почвы. Из культурных растений наиболее низкой сосущей силой отличаются рис, огурцы, капуста.

Испарение влаги зелеными листьями (транспирация) важный физиологический процесс, благодаря которому обеспечивается водообмен в растениях, создается непрерывный ток воды с растворенными питательными элементами от корней к наземным органам и листьям.

Каждая клетка или целый орган растения с определенной силой забирает и удерживает воду, что создает сосущую силу в растении, с помощью которой испарение воды через листья компенсируется ее поглощением через корни. Таким образом, в процессе жизни деятельности растений вода непрерывно расходуется и вновь возмещается, поступая из почвы.

**Таблица 1.2 Коэффициент транспирации (Кт) культурных растений расход воды в граммах на создание одного грамма сухой массы)**

Культура	Кт (грамм)
Кукуруза	368
Пшеница	513
Подсолнечник	790
Ячмень	431
Картофель	636
Гречиха	578
Хлопчатник	645

Культура	Кт (грамм)
Рис	410
Люцерна	831

Однако поскольку транспирационные коэффициенты отражают расход воды растением без учета испарения ее почвой, то в мелиоративной практике часто пользуются суммарным водопотреблением, или коэффициентом водопотребления, получаемым путем деления всей израсходованной воды на единицу урожая товарной продукции.

## 1.2. Корневая система.

Корни воспринимают на себя воздействие поверхностного орошения, обработки почвы, удобрений и пр., они поглощают воду и минеральные вещества из почвы и обеспечивают ими надземные органы, работая за счет энергетических веществ, поступающих из листьев. Поэтому очень важно всегда знать величину активной поглощающей поверхности корней, их глубину и распространение в почве отдельных культур в различные фазы роста, что позволит правильно планировать нормы полива, глубину промачивания и понимать эффект орошения. Особенно важно знать рабочую глубину корней – их активной зоны и размер активно поглощающей поверхности, являющейся основной физиологической деятельности корней.

По морфологической структуре корневые системы различных культур можно разделить на следующие типы: 1) мочковатая корневая система у всех злаков; 2) стержневая система с ветвлением главного корня — у подсолнечника, хлопчатника, свеклы, бобовых и др.; 3) придаточная — у всех рассадных культур после нарушения основных корней при пересадке (у табака, овощных и др.).

Основная масса корней (до 70—80%) расположена в верхнем полуметровом слое почвы. Однако, поскольку всасывающая зона находится преимущественно на концах корней, проникающих обычно в более глубокие горизонты (до 100—200 см и более), то эта небольшая масса корней (от 3—5 до 10%) по своему значению составляет около половины всей активной корневой системы. Поэтому всегда необходимо иметь данные не только о массе корней, но еще больше надо знать, на какую глубину они распространяются в различные фазы роста растений, в зависимости от типа почвы и ее влажности.

**Таблица 1.3. Рабочая глубина корневой системы различных культур и ориентировочный расчетный слой увлажнения почвы при орошении (в см)**

Культура	В середине вегетации			В конце вегетации		
	Зародышевые или стержневые корни	Вторичные или боковые корни	Расчетный слой увлажнения почвы	Зародышевые или стержневые корни	Вторичные или боковые корни	Расчетный слой увлажнения почвы
Яровая пшеница	100—120	60—70	70—80	150—180	100—120	100—120
Озимая пшеница	130—150	100—120	100—120	200—250	130—150	140—160
Кукуруза	100—120	50—70	90—100	130—150	170—250	150—170
Хлопчатник	80—100	80—100	70—80	130—150	150—180	120—150
Подсолнечник	100—120	90—100	80—90	150—200	170—200	150—170
Сахарная свекла	90—100	90—100	70—80	150—200	150 200	100 120
Табак	-	70-80	50-70	-	100-120	80-90
Горох, фасоль, соя	70—80	40—50	50—60	100—120	80—100	70—80
Люцерна и другие многолетние травы (2—3-го года)	150—200	150—200	100—150	200—300	200—300	100—150

При поливе через борозду корневая система развивается в сторону орошаемой зоны. При капельном способе полива корневая зона формируется ближе к увлажненной поверхности почвы. Если влаги в почве не достаточно, то основной стержень корневой системы активно прорастает вниз, достигает достаточно большой глубины: до 2 – 3 метров и более. Грунтовые воды высокого уровня стояния ограничивают глубину проникновения корневой системы для всех культур.



Рис. 1.2.



Рис. 1.3.

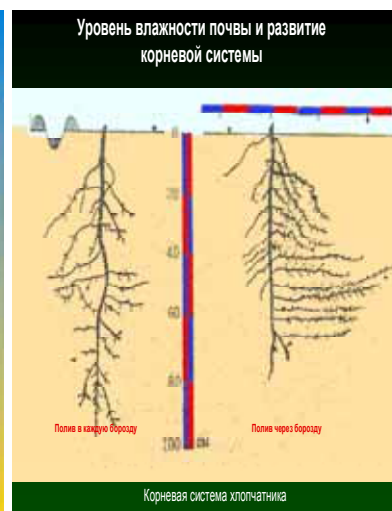


Рис.1.4.

### 1.3. Орошение сельхозкультур

Таблица 1.4. Величины полевой влагоемкости и влажности завядания основных почвенных разностей орошаемых почв (в % к весу)

Почвы	Полевая влагоемкость%	Влажность завядания%	Почвы	Полевая влагоемкость%	Влажность завядания%
Сероземы			Луговые и болотные		
Глинистые	25	13	Глинистые	27	14
Тяжелосуглинистые	22	10	Тяжелосуглинистые	24	12
Среднесуглинистые	10	8	Среднесуглинистые	21	9
Легкосуглинистые	16	6	Легкосуглинистые	18	7
Супесчаные	13	4	Супесчаные	15	5
Песчаные	10	2	Песчаные	12	3

Таблица 1.5. Запас влаги в метровом слое почвы (м<sup>3</sup>/га) в зависимости от механического состава

Почва	Запас влаги или полевая влагоемкость (100%)	Допустимое понижение влажности почвы (70%)	Дефицит влаги или поливная норма (30%)
Глинистые	3630	2541	1089
Тяжелосуглинистые	3190	2233	957
Среднесуглинистые	2870	1946	834
Легкосуглинистые	2320	1624	696



Почва	Запас влаги или полевая влагоемкость (100%)	Допустимое понижение влажности почвы (70%)	Дефицит влаги или поливная норма (30%)
Супесчаные	1890	1323	567
Песчаные	1450	1015	435

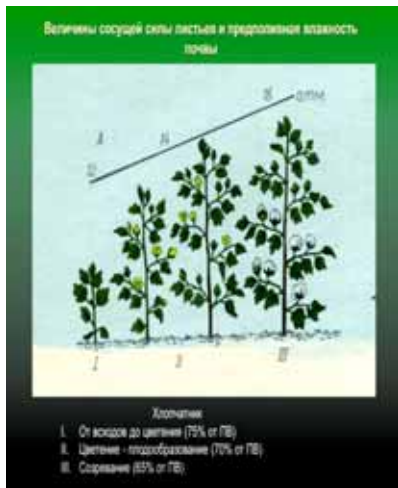


Рис. 1.5.

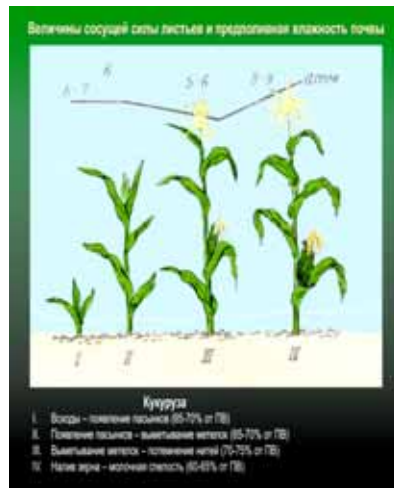


Рис. 1.6.



Рис. 1.7

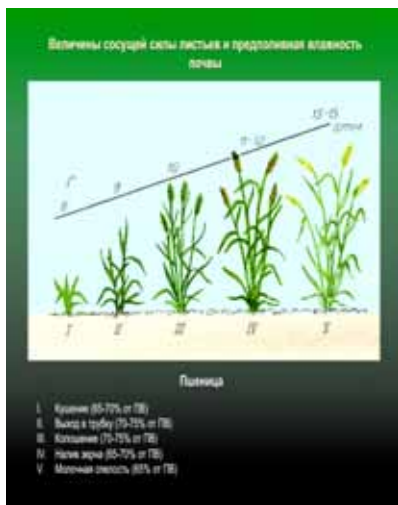


Рис. 1.8.

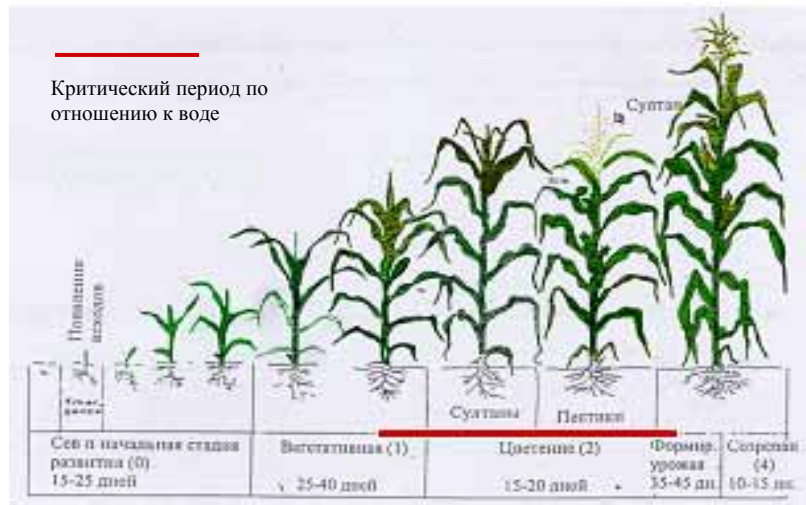


Рис. 1.9. Стадии развития кукурузы

Таблица 1.6. Рекомендуемые нормы полива для кукурузы

№ полива	Стадии развития	Поливная норма (м³/га)	Зона увлажнения (см)
0	Влагозарядка	900-1300	100-130
1	Образование 4-5 листьев	700	45
2	Перед выбрасыванием метелок	750	60-70
3	цветение	800	70-85

4	Начало плодообразования	900	85-100
5	Налив зерна	1000	100-120
6	Налив зерна	1000	100-120

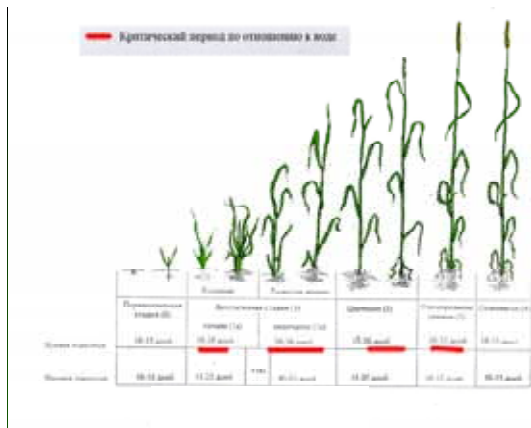


Рис. 1.10.  
Стадии развития озимой и яровой пшеницы

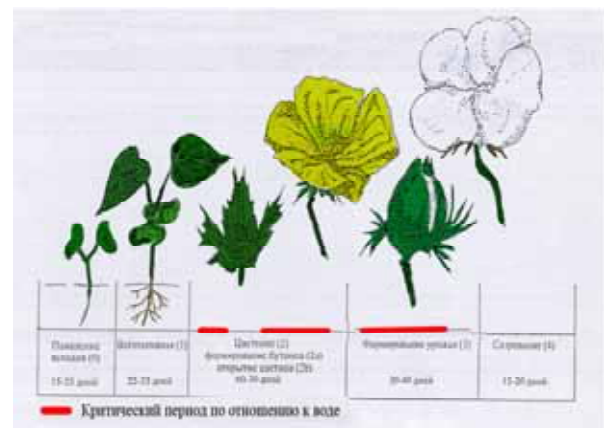


Рис. 1.11.  
Стадии развития хлопчатника

Таблица 1.7. Рекомендуемые нормы полива для озимой пшеницы

№ полива	Стадия развития	Поливная норма (м <sup>3</sup> /га)	Зона увлажнения (см)
0	Влагозарядка (до посева)	1000-12000	100-110
1	Кущение	600	40-45
2	Перед колосением	700	70-80
3	Цветение	750-800	80-100
4	Налив зерна	800-850	100-110

Таблица 1.8. Число, распределение поливов и оросительные нормы хлопчатника (для средневолокнистых сортов)

Типы почв и глубина залегания грунтовых вод	Число поливов	Распределение поливов			Оросительные нормы (м <sup>3</sup> /га)
		До цветения	В период цветения плодообразования	В период созревания	
Маломощные почвы с близким залеганием галечника	8-12	2-3	4-6	2-3	6000-8400
Сероземы с грунтовыми водами на глубине 3-4 м	5-9	1-2	3-5	1-2	5200-7800
Сероземно-луговые почвы с грунтовыми водами на глубине 2-3м	4-7	1-2	3-4	0-1	4200-6500
Луговые почвы с грунтовыми водами на глубине 1-2м	3-5	1	2-4	0	3000-5000
Лугово-болотные почвы с грунтовыми водами на глубине до 1м	2-3	0	2-3	0	2000-3200

---

### **Каким образом можно определить влажность почвы равную 70 % от ППВ?**

Почву при такой влажности можно собрать в кулаке в комок, затем этот комок при щелчке должен легко рассыпаться.

Если комок не собирается, значит, влажность ниже 70 % и наоборот, если он не рассыпается легко при щелчке - влажность почвы выше 70%.

### **Как экономить воду?**

1. Накопление и сохранение атмосферных осадков.
2. Культивация (разрыв капилляра в почвы снижает подъем воды к поверхности и ее испарение).
3. Сохранение влаги путем уничтожения сорняков.
4. Полив в оптимальные сроки и оптимальными нормами.

### **Высокие урожаи и структура куста хлопчатника**

- Высота главного стебля хлопчатника 80-100 см
- Длина междоузлий 4.5 - 5.5 см (менее 4.0 - 5.0 см указывают на подсушку, более 6-7 см указывают на переполив)
- Наличие 15-16 симподиальных ветвей

### **Внешние признаки хлопчатника для определения сроков поливов**

1. Окраска листьев (темно-зеленый цвет указывает на необходимость проведения полива)
2. Тургор листьев (отсутствие хруста при надломе средней жилки листа)
3. Высота узла цветения
4. Среднесуточный прирост главного стебля

- в бутонизацию 0.3-0.5 см
- в цветение 0.8-1.5 см
- в плодообразовании 0.5-0.8

---

## 2. ЧТО ТАКОЕ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР?

Ш.Ш. Мухамеджанов

---

Режим орошения - это проведение оптимального числа поливов, в оптимальные сроки с учетом потребности в воде возделываемой сельскохозяйственной культуры, ее фазы роста и развития, в конкретных почвенно-мелиоративных условиях.

Оросительная норма - сумма всех поливных норм. Она является основной составной частью суммарного водопотребления или суммарного испарения влаги орошаемым полем.

Кроме оросительной нормы в суммарное водопотребление входят:

- запас влаги в почве, созданный осадками или проведением промывных и запасных поливов;
- количество осадков, выпадающих в вегетационный период;
- подпитка грунтовых вод.



В условиях аридной зоны Средней Азии преобладающими являются оросительная норма и подпитка из грунтовых вод, которую необходимо учитывать, так как в основной части хлопкосеющей зоны развиты почвы гидроморфного и полугидроморфного ряда с неглубоким залеганием грунтовых вод (1-2 и 2-3 м).

Обобщение данных полевых опытов показало, что доля участия грунтовых вод в суммарном водопотреблении в зависимости от механического состава почвы и ее строения составляет:

- для хлопкового поля при уровне грунтовых вод 1-2 м - **от 25 до 65%**, при 2-3 м - **от 5 до 45%**;
- для люцерны при уровне грунтовых вод 1-2 м **от 35 до 80 %** и при 2-3 м **от 20 до 60%**
- для кукурузы при уровне грунтовых вод 1-2 м **от 10 до 40 %** и при 2-3 м **от 0 до 30%**.

Величина подпитки корневой системы растений из грунтовых вод зависит также от биологических особенностей культур:

- потенциальной транспирации
- характера размещения корневой системы.

Более равномерно и на большую глубину проникает в почву корневая система люцерны, затем хлопчатника и кукурузы, а потенциальная транспирация наибольшая у люцерны, затем кукурузы и хлопчатника. Указанные особенности обуславливают растениям различное питание из грунтовых вод при их одина-

---

ковом уровне – наименьшее питание получает кукуруза, наибольшее питание от грунтовых вод получает люцерна и среднее положение занимает хлопчатник.

**Поливная норма** – это количество воды, подаваемой на поле за один полив.

Поливная норма зависит от:

- механического состава почвы;
- уровня грунтовых вод;
- расчетного слоя увлажнения почвы;
- способа полива;
- биологических особенностей культуры.

Размер поливной нормы можно установить по формуле С.Н.Рыжова:

$$W = (V_1 * P - V_2 * P) * h + K,$$

где  $W$  – норма полива, м<sup>3</sup>/га;

$V_1$  - наименьшая или предельно-полевая влагоёмкость (ППВ) почвы в среднем в расчетном слое, % от массы почвы;

$V_2$  - предполивная влажность почвы в том же слое почвы, % от массы почвы;

$P$  - средняя плотность почвы (объемная масса) в расчетном слое;

$h$  - глубина расчетного слоя, см;

$K$  - потери воды на испарение в процессе полива, равные 10 % от величины дефицита влаги в почве перед поливом.

#### **Предполивная влажность почвы.**

В различных зонах хлопкосеяния наибольший урожай хлопка-сырца при экономном расходовании обеспечивается:

- в период от всходов до созревания при предполивной влажности почвы на уровне 70% ППВ
- в фазу раскрытия коробочек 60-65% ППВ.

На орошаемых землях, подверженных засолению, а также на легких и маломощных почвах эффективно поддержание влажности на уровне 75 и реже 80 % ППВ, а в фазу созревания – 65 % ППВ.

Люцерна и кукуруза требуют более повышенной предполивной влажности почвы, чем хлопчатник. Доказано, что наибольшие урожаи сена люцерны, силосной массы и зерна кукурузы обеспечиваются:

- на незасоленных почвах при предполивной влажности на уровне 75% ППВ
- на землях, подверженных засолению, 80-85% ППВ.

#### **Расчетный слой почвы.**

Поливная норма обуславливается глубиной иссушения почвы, увеличивающейся от всходов к фазе цветения-плодообразования. Для определения поливной нормы расчетный слой почвы для хлопчатника принимают в среднем:

- на землях с глубоким залеганием грунтовых вод:

- до цветения 0-70 см;
- в период цветения - плодообразования 0-100 см,

-на землях с неглубоким (1,5-2 м) залеганием грунтовых вод

- до цветения 0-50 см;
- в период цветения - плодообразования 0-70 см,

- на землях с глубиной залегания в пределах 1 м

- до цветения и в период цветения плодообразования 0-50 см

---

Вышеуказанные показатели применимы и для кукурузы.

Для люцерны, за исключением первого и второго поливов, в посевах первого года произрастания расчетный слой составляет 0-50 см, а далее следует рассчитывать по дефициту в слое 0-100 см.

Предполивная влажность почвы и величина расчетного слоя почвы зависит от динамики влажности почвы. Динамика влажности почв показывает, что:

- в однородных средне - суглинистых, микроагрегированных, лессовых почвах отмечаются наибольшая высота капиллярного подъема влаги из грунтовых вод и наиболее интенсивная водоподдача по сравнению с другими почвами;
- в почвах тяжелых, более плотных по сложению, а также слоистых по механическому составу высота и интенсивность подтока влаги из грунтовых вод значительно меньше.

Расходуемая хлопковым полем вода на этих почвах не компенсируется соответствующим подтоком ее из грунтовых вод, в результате чего иссушение распространяется на большую глубину, чем в однородных лессовых, пылеватых при одинаковом уровне залегания грунтовых вод. На таких землях расчетный слой при одинаковом уровне грунтовых вод должен быть больше, чем на почвах, развитых на однородных лессах и лессовидных суглинках.

Фактический дефицит влаги в расчетных слоях почвы в зависимости от механического состава, особенностей строения и сложения почвогрунтов и глубины грунтовых вод существенно различается, поэтому поливные нормы основных культур хлопкового севооборота по гидромодульным районам будут колебаться в пределах 500-1300 м<sup>3</sup>/га.

## **2.1. Поливной режим хлопчатника**

Вегетационный период у хлопчатника делится на три фазы: первая - от появления всходов до начала цветения, вторая - от начала цветения до начала созревания и - третья - период созревания (раскрытия) коробочек; у кукурузы выделяются также 3 фазы: первая - от появления всходов до начала выбрасывания метелки, вторая - от начала выбрасывания метелки до молочно-восковой спелости зерна и третья - от молочно-восковой до полной спелости зерна. Поливы фуражной люцерны распределяются по укосам.

### **Предпахотные поливы.**

Поливная норма на легких и средних почвах составляет 600-800, а на тяжелых - 1000-1200 м<sup>3</sup>/га.

### **Запасные поливы.**

На легких почвах поливная норма составляет от 600 до 800 м<sup>3</sup>/га, на тяжелых - 1000-1200 м<sup>3</sup>/га.

Лишь на тяжелых такырных почвах допускается проведение запасных поливов затоплением по чекам, так как на этих почвах большую норму по бороздам влить невозможно. На песчаных почвах и почвах имеющих небольшую мощность покровного мелкозема подстилающие галечниковыми отложениями, а также на землях с высоким стоянием уровня грунтовых вод (1 метр и выше) запасные (влагозарядковые) поливы не проводят. Сев хлопчатника проводят без разрушения гребней (сев по снятым гребням).

### **Подпитывающие и вызывные поливы.**

Подпитывающие поливы необходимо проводить, возможно, меньшими нормами, рассчитанными на увлажнение слоя почвы не более 50-60 см. Полив необходимо проводить через борозду по бороздам, нарезанным при севе, до тех пор, пока влага не достигнет ложа семян. Норма полива должна составлять не более 500-600 м<sup>3</sup>/га.



## Поливы в период от всходов до начала цветения.

В практике орошения рекомендуется воздерживаться от проведения поливов до появления первых цветов хлопчатника для средне суглинистых, суглинистых и глинистых почв. Для легких по механическому составу почв, песчаных почв, и почв с небольшой мощностью покровного мелкозема подстилаемых галечниковыми отложениями, в зависимости от климатических условий рекомендуется провести не более 1 полива с нормой 600-800 м<sup>3</sup>/га в 20-25 числах мая месяца. Такую норму воды при поливе в каждый ряд можно влить в течение 12 ч., при поливе через междурядье - в течение 18 ч. и только на участках с большим уклоном полив продолжается 24ч, в зависимости от от всех параметров полива: длины борозды, расхода воды в борозду и расхода воды в голове поля.



## Поливы хлопчатника в период цветения – плодообразования (15 июня – 15 августа).

В этот период на серозёмах с глубоким залеганием грунтовых вод в годы с обычными погодными условиями необходимо дать три полива, а в прохладные и влажные – достаточно проведения двух поливов. На землях с высоким стоянием уровня грунтовых вод (1 метр и выше) бывает достаточным проведение одного полива до 15 июля. Далее корневая система в большинстве случаев располагается на уровне грунтовых вод. На землях с глубоким залеганием грунтовых вод, с легким механическим составом почв, на песчаных почвах и почвах с небольшой мощностью покровного мелкозема подстилаемых галечниковыми отложениями, поливы проводят чаще, каждые 10-15 суток с небольшими нормами.

Поливные нормы:

- на мощных суглинистых и глинистых почвах, на луговых почвах с глубиной залегания грунтовых вод 2-3 м составляют 1000-1200 м<sup>3</sup>/га, межполивной период – 20-30 дней;
- на легкосуглинистых и супесчаных, а также маломощных суглинистых и на почвах с песчано-галечниковыми отложениями уменьшают до 700-800 м<sup>3</sup>/га. Проводят от шести до восьми поливов через 10-15 дней.



## Поливы в период созревания урожая.

На сероземах с глубоким залеганием грунтовых вод в фазу созревания хлопчатника последний полив нужно завершить к 5-10 сентября. Норма полива должна быть 800-900 м<sup>3</sup>/га. После дефолиации поливать хлопчатник не рекомендуется, так как это возобновляет отрастание листьев.

При близком залегании грунтовых вод (1-2 м) поливы надо заканчивать не позднее 20-25 августа, т.е. во время созревания их проводить не следует.

### 3. РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ТИПА ВОДОМЕРНОГО УСТРОЙСТВА, ТРЕБОВАНИЯ ПО ИХ СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Р. Р. Масумов

В зависимости от рельефа местности, расхода воды и прочих условий, рекомендуются следующие водомерные устройства, допущенные в эксплуатацию регламентирующими документами и правилами:

- водосливы Томсона и Чиполетти (ВТ, ВЧ);
- водомерный лоток САНИИРИ (ВЛС);
- градуированный параболический лоток (ГПЛ);
- фиксированные русла симметричного профиля (ФР).

Рекомендации по выбору типа расходомера для внутрихозяйственной оросительной сети приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Уклоны и режим потока	Характеристика состава воды	Максимальный расход Q, м <sup>3</sup> /с	
		До 0,5	0,5-1,0
Уклоны большие и средние, режим потока-установившийся (V ≥ 1,0 ÷ 2,0 м/с)	Содержание взвешенных наносов до 1 кг/м <sup>3</sup>	ВТ ВЧ ВЛС ФР	ВЛС ГПЛ ФР
	Содержание наносов более 1, 0 кг/м <sup>3</sup> , наличие плавника и мусора	ВЛС ГПЛ ФР	ВЛС ГПЛ ФР
Уклоны малые, режим потока-установившийся (V ≤ 1,0 м/с)	Содержание взвешенных наносов до 1 кг/м <sup>3</sup>	ВЛС ГПЛ ФР	ВЛС ГПЛ ФР
	Содержание наносов более 1, 0 кг/м <sup>3</sup> , наличие плавника и мусора	ВЛС ГПЛ ФР	ВЛС ГПЛ ФР

#### 3.1.Стандартные водомерные устройства, рекомендуемые для учета воды в каналах АВП

##### Водослив Томсона (ВТ)

Водослив ВТ – 50 предназначен для измерения расходов воды до 50 л/с. Водослив ВТ изготавливается как переносной, так и стационарной конструкции. Конструкция состоит из водослива, изготовленного из листовой стали толщиной 3 мм, уголка жесткости и уровнемерной рейки, укрепленной на стенке водо-



слива наклонно (45°) или вертикально (90°). Наибольшее распространение получили водосливы с откосами 1:1.

### Водослив Чиполетти (ВЧ)

Водослив Чиполетти ВЧ - 50 предназначен для оросителей с диапазоном измерения расхода от 5 до 80 л/с; ВЧ – 75 для оросителей с диапазоном измерения расхода от 15 до 230 л/с.

Водослив ВЧ – 50 относится к трапецеидальным водосливам с тонкой стенкой и боковыми откосами 1:4. Он изготавливается из листовой стали толщиной 3 – 4 мм, уголков для обеспечения жесткости конструкции, и имеет уровнемерную рейку (рис. 1,2).

Ширина гребня водослива ( $b = 50$  см) выполняется с допуском  $\pm 2 - 3$  мм, остальные размеры – с допуском  $\pm 5 - 10$  мм. Кромка водосливного отверстия должна быть ровной, чистой, без зазубрин и выступов. Уровнемерная рейка должна быть изготовлена из металла с покрытием водостойкой краской. Деления и числа не должны стираться, а нули реек должны совпадать с отметкой гребня водослива. Вся металлоконструкцию окрашивают в три слоя противокоррозийной краской.

Водослив ВЧ – 75 изготавливают из листовой стали толщиной 4 мм и боковыми откосами 1:4. Водосливное отверстие должно быть ровным, без зазубрин и выступов. Основной размер гребня  $b = 75$  см, выполняется с допуском  $\pm 5$  мм, остальные размеры с допуском  $\pm 10$  мм. Уровнемерная рейка должна изготавливаться из металла с антикоррозийным покрытием. Ноль рейки должен совпадать с гребнем водослива (рис.3.1, 3.2).

**Кромка порога водосливов ВТ, ВЧ должна быть острой с фаской 45°, обращенной навстречу потока.**



Рис. 3.1. Водослив Чиполетти (вид с верхнего бьефа):



Рис. 3.2. Водослив Чиполетти (вид с нижнего бьефа):  
1- подводящий участок; 2-отводящий участок;  
3-водослив;  
4-успокоительная ниша с уровнемерной рейкой.

### Требования для установки водосливов ВТ, ВЧ

- участок канала для установки водослива должен быть прямолинейным, с симметричным поперечным сечением длиной не менее  $(5-10)*B$ ;
- водослив следует устанавливать на середине выбранного участка в предварительно вырытой траншее или врезать в дно и в откосы канала (для переносных ВТ – 50, ВЧ – 50);
- порог (гребень) водослива должен быть строго горизонтальным, а вертикальная стенка и ось водослива должна совпадать с осью канала;
- высота порога водослива  $P$  должна быть больше максимальной глубины

$h_{\max}$  в канале за водосливом;

### Измерение расходов воды водосливами

Градуирование расходных реек и определение расхода воды производится по формулам:  
для треугольного водослива ВТ

$$Q = 1.4 * H^2 \sqrt{H}, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

для трапецидальных водосливов ВЧ

$$Q = 1.9 * b * H \sqrt{H}, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

где:  $b$  – ширина порога водослива, (м);

$H$  – напор воды над порогом водослива, (м);

Для удобства определения расходов воды по уровню рейки значения расходов воды для всех типов водосливов сведены в таблицу 3.2

Таблица 3.2

Уровень по рейке Н (см)	ВЧ-50 Расход Q (л/с)	ВЧ-75 Расход Q (л/с)	ВТ-50 Расход Q (л/с)	Уровень По рейке Н (см)	ВЧ-50 Расход Q (л/с)	ВЧ-75 Расход Q (л/с)	ВТ-50 Расход Q (л/с)
3,0	5,0	-	-	16,5	64,0	94,0	15,0
3,5	6,0	-	-	17,0	61,0	98,0	17,0
4,0	7,0	-	-	17,5	70,0	103,0	18,0
4,5	9,0	-	-	18,0	73,0	108,0	19,0
5,0	10,0	16,0	0,8	18,5	76,0	114,0	20,0
5,5	12,0	18,0	0,9	19,0	79,0	120,0	22,0
6,0	14,0	21,0	1,3	19,5	82,0	124,0	23,0
6,5	16,0	23,0	1,5	20,0		128,0	25,0
7,0	18,0	26,0	1,8	20,5		132,0	26,0
7,5	20,0	30,0	2,1	21,0		136,0	28,0
8,0	22,0	33,0	2,5	21,5		140,0	30,0
8,5	24,0	36,0	2,9	22,0		145,0	32,0
9,0	26,0	39,0	3,3	22,5		150,0	33,0
9,5	28,0	42,0	3,9	23,0		154,0	36,0
10,0	30,0	46,0	4,5	23,5		160,0	38,0
10,5	32,0	49,0	5,0	24,0		166,0	40,0
11,0	35,0	52,0	5,6	24,5		170,0	42,0
11,5	37,0	55,0	6,2	25,0		175,0	44,0
12,0	40,0	59,0	7,0	25,5		180,0	
12,5	42,0	63,0	7,7	26,0		186,0	
13,0	44,0	66,0	8,5	26,5		191,0	
13,5	47,0	70,0	9,3	27,0		197,0	
14,0	50,0	74,0	10,0	27,5		202,0	
14,5	52,0	78,0	11,0	28,0		208,0	
15,0	55,0	82,0	12,0	28,5		214,0	
15,5	58,0	86,0	13,0	29,0		220,0	
16,0	61,0	90,0	14,0	29,5		225,0	

### Эксплуатация водосливов (ВТ, ВЧ)

Для нормального допустимо точного ( $\sigma \pm 5\%$ ) учета воды необходимо соблюдать следующие правила:

- систематически проверять горизонтальность порога и вертикальность стенки, следить, чтобы нули реек совпадали с уровнем порога;

- очищать, в случае заиления, подводящий участок канала (порог **P** должен быть выше дна канала в верхнем бьефе); не допустимо затопление гребня водослива со стороны нижнего бьефа;
- производить не реже 1 раза в год ремонт водомерного устройства (очистка от наносов, исправление дефектов, окраска, установка реек и т.д.).

### Водомерный лоток САНИИРИ (ВЛС)

Водомерный лоток САНИИРИ – ВЛС, представляет собой короткий лоток, со сходящимися к нижнему бьефу вертикальными стенками и горизонтальным дном. Сопряжение лотка с каналом в верхнем и нижнем бьефах осуществляется открылками; при этом в водобойной части устраивается колодец. Превышение порога **P** над дном канала необязательно. Уровнемерная рейка прикрепляется к передней стенке лотка, ноль рейки должен совпадать с отметкой дна лотка (рис. 3.3, 3.4).



Рис. 3.3

Водомерный лоток САНИИРИ, подводящая часть  
1 – входные открылки, 2- гидротехническая рейка



Рис. 3.4

Водомерный лоток САНИИРИ, отводящая часть  
1 – дно лотка, 2 –выходные открылки, 3 – водобойный колодец, 4 – крепление откосов отводящей части канала

Размеры лотков и их пропускная способность в зависимости от принятой выходной ширины лотка приведены в таблице 3.3

Таблица 3.3 Расход воды (л/с), проходящей через лотки САНИИРИ при свободном истечении потока

Размеры лотка	Ширина выходной части лотка $b_n$ (м)							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
Ширина входной части лотка $B_n=1,76 b_n$ , м	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,76
Длина лотка $l=2b_n$ , м	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
Высота вертикальных стенок лотка $H=(1,5-2)b_n$ , м	0,4	0,65	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5
Высота порога $P \geq 0,5$ $H_{max}(H_{max} \leq 0,8H)$ , м	0,16	0,26	0,28	0,32	0,40	0,40	0,40	0,50
Расход воды $Q$ , м <sup>3</sup> /с	0,051	0,157	0,286	0,555	0,916	1,064	1,217	2,14
Глубина воды, $H_{max}$ , м	0,25	0,40	0,50	0,65	0,80	0,80	0,80	1,0

Уравнение расхода для ВЛС при свободном истечении ( $h/H < 0.2$ ) имеет вид:

$$Q = C * b * H * \sqrt{2gH} \text{ , м}^3/\text{с.}$$

где:  $C = 0.5 - \frac{0.109}{6.26 * H + 1}$  - коэффициент расхода;

$b$  – ширина выходной части горловины лотка (м);

$H$  – глубина воды над порогом лотка в верхнем бьефе (м);

Рабочая формула имеет вид:

$$Q = 2,14 * b * H^{1.55}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Для удобства расчетов значения расходов воды в зависимости от глубины воды приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Расход воды (л/с), проходящей через лотки САНИИРИ при свободном истечении потока

Глубина воды, в см	Выходная ширина лотка, в, (см)						
	20	30	40	50	60	70	80
1	0,34	0,51	0,68				
2	1,00	1,49	1,99				
3	1,87	2,80	3,73				
4	2,91	4,37	5,83				
5	4,12	6,18	8,24	10,30	12,36	14,42	16,48
6	5,46	8,20	10,93	13,66	16,39	19,13	21,86
7	6,94	10,41	13,88	17,35	20,82	24,29	27,76
8	8,54	12,80	17,07	21,34	25,61	29,87	34,14
9	10,25	15,37	20,49	25,61	30,74	35,86	40,98
10	12,06	18,09	24,13	30,16	36,19	42,22	48,25
11	13,98	20,97	27,97	34,96	41,95	48,94	55,93
12	16,00	24,00	32,00	40,01	48,01	56,01	64,01
13	18,12	27,17	36,23	45,29	54,35	63,41	72,46
14	20,32	30,48	40,64	50,80	60,96	71,12	81,28
15	22,61	33,92	45,23	56,54	67,84	79,15	90,46
16	24,99	37,49	49,99	62,48	74,98	87,48	99,97
17	27,46	41,18	54,91	68,64	82,37	96,10	109,82
18	30,00	45,00	60,00	75,00	90,00	105,00	120,00
19	32,62	48,93	65,24	81,56	97,87	114,18	130,49
20	35,32	52,98	70,64	88,30	105,96	123,63	141,29
21	38,10	57,14	76,19	95,24	114,29	133,34	152,39
22	40,94	61,42	81,89	102,36	122,83	143,31	163,78
23	43,87	65,80	87,73	109,66	131,60	153,53	175,46
24	46,86	70,28	93,71	117,14	140,57	164,00	187,43
25	49,92	74,88	99,83	124,79	149,75	174,71	199,67
26		79,57	106,09	132,61	159,14	185,66	212,18
27		84,36	112,48	140,60	168,72	196,85	224,97
28		89,25	119,01	148,76	178,51	208,26	238,01
29		94,24	125,66	157,07	188,49	219,90	251,32
30		99,33	132,44	165,55	198,66	231,77	264,88

## Требования по изготовлению и эксплуатации лотка САНИИРИ

- Конструкция лотка и способ его установки не должны препятствовать периодическому осмотру.
- Расходомерные лотки в каналах < 60 см рекомендуется устраивать, используя конструкции заводского изготовления, которые монтируются в канале после или в процессе его сооружения.
- Смещение плоскости лотка или его отверстия относительно осевой плоскости подводящего канала не должна превышать 5 мм при ширине подводящего канала  $B_k < 50$  см, 10 мм при  $B_k = 50 - 150$  см и, наконец, 15 мм при  $B_k > 150$  см.
- Отклонение боковых стенок горловины лотка от вертикали не должно превышать 2 мм на 1 м высоты стенки.
- Дно горловины или входного раструба лотка должно быть строго горизонтально. Отклонение допускается не более 1 мм на 1 м длины (или ширины) горловины.



(а)



(б)

**Рис. 3.5. Градуированный параболический лоток:**  
а) с успокоительным колодцем и уровнемерной рейкой; б) с расходомерной шкалой на откосе лотка

## Градуированный параболический лоток (ГПЛ)

Градуированный параболический лоток предназначен для учета воды на внутрихозяйственных каналах из стандартных параболических лотков ЛР-40, 60, 80, 100.

Градуированный параболический лоток ГПЛ - это гидропост с гидрометрическим мостиком, оборудованный на середине одной секции лотка и проградуированный для систематического учета воды (рис. 3.5).

Для получения кривой и расчета таблицы зависимости расхода от глубины воды  $Q = f(H)$ , проводят 4 – 5 измерений расхода при помощи гидрометрической вертушки в диапазоне от  $Q_{\min}$  до  $Q_{\max}$ .

Для градуировки лотка рекомендуется применять одноточечный способ, разработанный в САНИИРИ.

### Градуировка параболического лотка

По результатам градуировки строится графическая зависимость  $Q = f(H)$ , по которой в дальнейшем по значениям уровня  $H$  определяется расход воды  $Q$  (рис. 3.6).

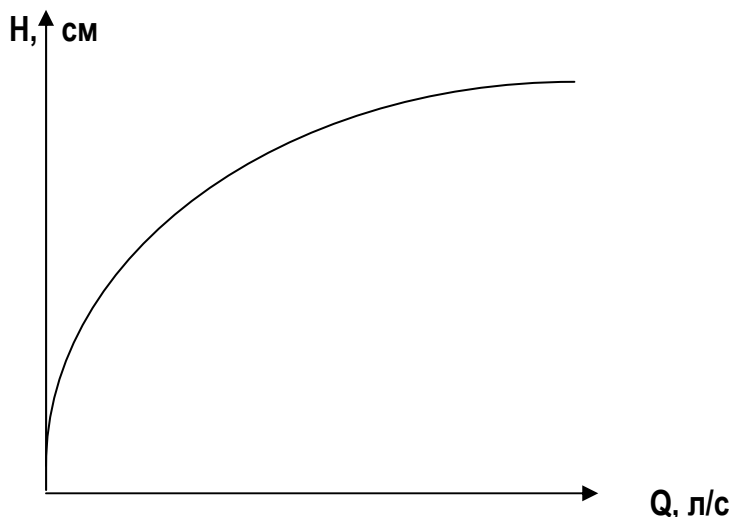


Рис. 3.6. График зависимости  $Q=f(H)$

### 3.2 Одноточечный способ САНИИРИ

#### Область и условия применения.

Предназначается для местных систематических измерений расхода на внутрихозяйственных каналах, собранных из стандартных параболических лотков ЛР – 40, 60, 80, 100, с расходами, соответственно, 80, 150, 250 и 500 л/с.

Зависимость для определения расхода воды в параболических лотках рекомендуемым способом имеет следующий вид:

$$Q = K * h * \sqrt{2Ph} * V, \quad (\text{л/с}) \quad (1)$$

где:  $K$  – коэффициент;  
 $P$  – параметр параболы,  
 $P = 0,2$  для лотков ЛР – 40, ЛР – 60 и ЛР – 80,  
 $P = 0,35$  для лотка ЛР – 100.

Скорость воды ( $V$ ) измеряется гидрометрической вертушкой на средней вертикали в точке, расположенной на глубине  $0,6 \cdot h$  от поверхности воды. Для данного гидрометрического поста принята точка измерения скорости воды остается постоянной. Глубина воды измеряется по оси лотка рейкой или штангой.

Экспериментальными исследованиями установлены значения коэффициента  $K$ :

$K = 0,565$  для лотковых каналов ЛР – 40, 60, 80;

$K = 0,59$  для ЛР – 100.

Для измерения расхода воды назначается гидрометрический створ на середине длины одной секции лотка. Гидрометрический створ должен быть перпендикулярным к продольной оси лотка и оборудован постоянным мостиком. Измерение скорости потока производят при помощи гидрометрической вертушки ГР – 21 или другой конструкцией измерителя скорости потока.

Порядок проведения измерений:

- Измеряется глубина воды на оси лотка при помощи рейки или штанги с погрешностью не более 1 см.
- Измерение проводится дважды и принимается средний результат
- Скорость воды измеряется при помощи вертушки на средней (осевой) вертикали на глубине  $0,6 \cdot h$  от поверхности.

Измерение скорости начинают после того, как лопасти вертушки получают равномерное вращение, поэтому отсчет времени начинают после третьего звонка. Если время между звонками менее 25 с, запись отсчетов делают через один, два или более сигналов (приемов). Общее время измерения скорости воды должно быть не менее 3 мин. В течение этого времени проводится отсчет времени (не останавливая секундомер) по каждому приему нарастающим итогом. Если промежутки времени за каждый прием отличаются более чем на 2 с, то время измерения удваивается. По истечении времени измерения с получением последнего сигнала секундомером фиксируется общее время.

Вычисление скорости и определение расхода воды производится в следующей последовательности:

- Определяется число оборотов лопастей вертушки в секунду по формуле:  
$$n = N/t$$
где:  $N$  – общее число оборотов за весь период  $t$ .
- Определяется скорость течения воды по тарировочному уравнению
- Определяется расход в лотке путем подстановки значений  $h$ ,  $V$  в зависимость (1)

для лотков ЛР – 40, 60, 80:

$$Q = 0.715 \cdot h \cdot \sqrt{h} \cdot V_{0.6}, \quad (\text{л/с}) \quad (2)$$

для лотков ЛР –100:

$$Q = 0.99 \cdot h \cdot \sqrt{h} \cdot V_{0.6}, \quad (\text{л/с}) \quad (3)$$

Результаты измерений и вычислений глубины, скорости и расхода воды рекомендуемого способа записываются в бланки журналов измерения расходов воды.

### **Эксплуатация градуированного параболического лотка**

В период эксплуатации необходимо:

- очищать лотки от наносов и растительности;
- сохранять фиксированное положение створа и мостика;
- систематически производить проверку расходной характеристики  $Q = f(H)$ .

### **Фиксированное русло (ФР)**

Фиксированное русло (ФР) предназначено для измерения расходов воды в каналах с земляным руслом с подпорно переменным режимом потока, где поперечное сечение постоянно меняется вследствие заиления или размыва откосов. Гидрометрический створ разбивается на середине прямолинейного участка канала. Подводящий участок до створа должен быть не менее  $5 \cdot B$ . На середине выбранного участка канала производится облицовка ложа и откосов монолитным бетоном или железобетонными плитами. Ширина фиксированного участка канала должна быть достаточной для обеспечения равномерного течения воды в створе гидрометрического поста. Форма поперечного сечения «ФР» может быть трапециевидальной, параболической, треугольной или прямоугольной (Рис. 7). Гидрометрический створ ФР должен оборудоваться уровнемерной рейкой и гидрометрическим мостиком. Градуировку ФР производят путем измерения расходов воды в диапазоне от  $Q_{\min}$  до  $Q_{\max}$ . Количество измерений расходов воды должно быть не менее 5 – 6 раз для построения расходной кривой  $Q = f(H)$ , аналогично как при градуировке параболических лотков (рис.6).



### Требования по оборудованию гидропостов типа «фиксированное русло»

- гидрометрический створ для ФР должен оборудоваться на прямолинейном участке канала с равномерным режимом потока воды;
- на прямолинейном участке ФР не должно быть каких либо препятствий (опоры моста, близость поворота), влияющих на режим потока воды;
- уровневая рейка должна быть установлена в специальном колодце или нише; ноль рейки должен совпадать с отметкой дна канала в створе гидрометрического поста;
- гидрометрический створ ФР должен быть всегда чистым, свободным от наносов и мусора;
- при подпорно-переменных режимах потока ФР необходимо производить контрольные замеры расходов воды для корректировки расходной характеристики  $Q = f(H)$ .
- градуировка гидропоста проводится с целью построения градуировочной зависимости и составления по ней расходной таблицы, определения диапазона измерения расхода и погрешности измерения расхода гидропоста на этом диапазоне.





---

## 4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАМЕРОВ РАСХОДА ВОДЫ ПО ВОДОСЛИВУ ДЛЯ РАСЧЕТА ВОДОЗАБОРА В ФЕРМЕРСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ш.Ш. Мухамеджанов

---

Расчет водозабора в фермерское хозяйство производится на основе замеров расхода воды по установленным водомерным устройствам. На оросительных каналах фермерского хозяйства может быть от одной или более одной точек водовыдела, на которых устанавливаются водомерные устройства-водосливы. По каждому водосливу проводятся замеры расхода воды, начиная с момента поступления потока воды к водосливу.

На оросителях фермерского хозяйства установлены трапецеидальные водосливы с тонкой стенкой (водосливы Чиполетти) с шириной порога ( $b$ ) – 50 см (рис.1). С момента начала полива по водосливу проводится замер высоты уровня воды над порогом водослива ( $H$ ). Замер проводится по линейке, закрепленной в левой стенке водослива со стороны верхнего бьефа или по рейке, установленной на расстоянии не менее  $3-5H$ . Нуль рейки должен соответствовать отметке порога водослива. Над порогом водослива замеряется слой воды, на который не влияет сливное понижение.

В начале каждого замера в форму №1 («Журнал измерения расхода воды по водосливу в фермерское хозяйство») необходимо записать дату и время начала водозабора, например, «Начало водозабора 1 июня 9ч.05мин.». Далее с этого момента в течение первых 30 мин через каждые 10 мин ведется замер высоты стояния уровня воды над порогом водослива ( $H$ ) и запись полученных данных в форму № 1. Затем значения ( $H$ ) снимаются через 30 мин, и так до тех пор, пока не установится стабильный уровень воды над порогом водослива. После установления постоянного уровня замер проводится через каждые 6 часов полива. Если полив проводится всего 6 часов, то необходимо провести три замера через каждые 2 часа полива.

После проведения всех замеров за сутки и записи  $H$  в форму №1 по «Таблицам расходов воды водомерных устройств» (приложена к форме № 1) на каждое значение  $H$  снимается значение расхода воды ( $Q$ ) и записывается в форму №1 в соответствующую графу.

После окончания водозабора необходимо после последней записи  $H$  записать дату и время окончания водозабора, например, «Окончание водозабора 5 июня 17ч.10мин».

С момента появления сброса из фермерского хозяйства проводится замер расхода воды по установленным на сбросах водосливам по такому же принципу, как и замер расхода воды при определении водозабора в фермерское хозяйство.

**Примечание.** В «Таблицах расходов воды водомерных устройств» приведены значения расходов воды ( $Q$ ), подсчитанные по зависимости:

- для трапецеидального водослива;  
 $Q = 1.86 B H^{3/2}$ , м<sup>3</sup>/с,
- где  $B$  – ширина порога водослива, м
- $H$  – высота напора, м

Форма 1

Журнал измерения расхода воды по водосливу в фермерское хозяйство

Республика Узбекистан

Область Ферганская

Район Ахунбабаевский

Хозяйство А. Ниёзов

Фермерское хозяйство "Хажалхон - хожи"

Площадь 7 га

Культура Хлопок

Номер водослива № 1А				Номер водослива № 2А				Номер водослива № 1А				Номер водослива № 2А			
Водослив марки ВЧ-50				Водослив марки ВЧ-25				Водослив марки ВЧ-50				Водослив марки ВЧ-25			
Ширина порога 0,50				Ширина порога 0,25				Ширина порога 0,50				Ширина порога 0,25			
Установлен для замера водоподачи в ф/х				Установлен для замера сброса с ф/х				Установлен для замера водоподачи в ф/х				Установлен для замера сброса с ф/х			
дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с	дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с	дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с	дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Нач влагозаряд полива 31.03. в 8.30</b>				<b>Начало сброса 31.03 в 13.05</b>											
31.03	8.30	нач.		31.03	13.05	нач.	0	2.04	7.24	7	17,22	3.04	8.10	5,8	6,50
	8.35	1,4	1,54		13.10	1,3	0,69		9.20	11,3	35,33		10.09	4,5	4,44
	8.45	6,5	15,41		13.20	1,5	0,85		11.10	10,4	31,19		12.57	3	2,42
	9.00	7,1	17,59		13.40	1,7	1,03		13.07	10,5	31,64		18.10	2,5	1,84
	9.30	11,6	36,74		14.10	1,9	1,22		15.04	10,9	33,47	4.04	8.30		0,00
	10.00	10,4	31,19		15.37	1,5	0,85		17.40	11,2	34,86		10.08	3	2,42
	12.00	11,6	36,74		17.10	1	0,47	3.04	7.56	9,5	27,23		12.33	4,3	4,15
	14.00	11,9	38,18		18.00	4	3,72		9.38	8,9	24,69		9.20	1,5	0,85
	16.00	11,4	35,80	1.04	8.33	1,1	0,54		11.23	9,8	28,53		10.00	сух	0,00
	18.15	11	33,93		11.10	сух	0,00		13.07	9,3	26,38	<b>Конец сброса 4.04 в 10.00</b>			
1.04	7.48	10,7	32,55		12.15		0,00		18.05	8,9	24,69				
	10.50	9,7	28,10		14.20		0,00	4.04	6.30	8,5	23,05				
	12.30	12,6	41,59		18.00		0,00		7.20	8,6	23,45				
	14.15	12,4	40,61	2.04	8.08	0,3	0,08		8.00	2,5	3,68				
	16.20	10,5	31,64		10.10	2	1,32		8.30	сух	0,00				
	18.50	11,1	34,39		12.10	3,4	2,92	<b>Конец полива 4.04 в 8.30</b>							
	12.10	12,9	43,09		14.20	1,1	0,54								
	14.20	12,7	42,09		16.20	1,9	1,22								
	17.15	7,7	19,87		10.17	3,9	3,58								
	18.20	8,6	23,45		12.08	3,8	3,44								

---

## 5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАМЕРОВ РАСХОДА ВОДЫ ПО ВОДОСЛИВУ ДЛЯ РАСЧЕТА ВОДОПОДАЧИ НА ОПЫТНОЕ ПОЛЕ

Ш.Ш. Мухамеджанов

Расчет водоподачи в опытном поле производится на основе замеров расхода воды по установленным водомерным устройствам на данном поле. На опытном поле может быть от одной до трех и более точек водовыдела, на которых устанавливаются водомерные устройства-водосливы. По каждому водосливу проводятся замеры расхода воды, начиная с момента поступления потока воды к водосливу.

На опытных полях установлены водосливы двух типов: трапецеидальные водосливы с тонкой стенкой (водосливы Чиполетти) с шириной порога ( $b$ ) – 25 см и 50 см или треугольные (водосливы Томсона) с углом наклона сливного отверстия -  $90^\circ$  (Рис.5.1, 5.2).

С момента начала полива по водосливу, установленному на входе во временный ороситель поля, проводится замер высоты уровня воды над порогом водослива ( $H$ ). Замер проводится по линейке, закрепленной в левой стенке водослива со стороны верхнего бьефа или по рейке, установленной на расстоянии не менее  $3-5H$ . Нуль рейки должен соответствовать отметке порога водослива. Над порогом водослива замеряется слой воды, на который не влияет сливное понижение.

В начале каждого замера в форму №2 («Журнал измерения расхода воды по водосливу на опытном поле») необходимо записать номер производимого полива, дату и время, например, «Полив 1. Начало полива 18 июля 9ч.25мин». Далее с этого момента в течение первых 30 мин через каждые 10 мин ведется замер высоты стояния уровня воды над порогом водослива ( $H$ ) и запись полученных данных в форму №8. Затем значения ( $H$ ) снимаются через 30 мин, и так до тех пор, пока не установится стабильный уровень воды над порогом водослива. После установления постоянного уровня замер производится через каждые 6 часов полива, а в ночное время через каждые 3 часа. Если полив проводится всего 6 часов, то необходимо провести три замера через каждые 2 часа полива.

После проведения всех замеров за сутки и записи  $H$  в форму №2 по «Таблицам расходов воды водомерных устройств» на каждое значение  $H$  снимается значение расхода воды ( $Q$ ) и записывается в ту же форму №2 в соответствующую графу. После завершения полива необходимо после последней записи  $H$  записать дату и время окончания полива, например, «Окончание полива 22 июля 14ч.00мин».

**Примечание.** В «Таблицах расходов воды водомерных устройств» приведены значения расхода воды ( $Q$ ), подсчитанные по зависимостям:

– для трапецеидального водослива;

$$Q = 1.86 B H^{3/2}, \text{ м}^3/\text{с}$$

– для треугольного водослива при измерении  $H$  в м.;

$$Q = 1.4 H^{2.5}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $B$  – ширина порога водослива, м

$H$  – высота напора, м.

**Журнал измерения расхода воды по водосливу на опытном поле**

Республика Узбекистан

Область Ферганская

Район Ахунбабаевский

Хозяйство А. Ниёзов

Фермерское хозяйство "Хажалхон - хожи"

Площадь

Культура Хлопок

Номер водослива №				Номер водослива №				Номер водослива №				Номер водослива №			
Водослив марки ВЧ-50				Водослив марки ВТ-90				Водослив марки ВЧ-50				Водослив марки ВТ-90			
Ширина порога 0,50				Ширина порога 90				Ширина порога 0,50				Ширина порога 90			
Установлен для замера водоподачи с поля				Установлен для замера сброса с поля				Установлен для замера водоподачи с поля				Установлен для замера сброса с поля			
дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с	дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с	дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с	дата	время, час, мин.	Н, см	Q, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Номер полива №</b>				<b>Номер полива №</b>											
<b>Начало полива 7.04. в 8.00</b>				<b>Начало сброса 7.04. в 20.30</b>											
7.04.	8.00	нач.	0	7.04.	20.30	нач.			10.00	11,9	38,2				
	8.10	1,3	1,4	8.04.	9.15	8,2	2,7		12.04	5,5	12,0				
	8.20	2,5	3,7		10.21	9,1	3,5		14.08	11,8	37,7				
	8.41	6,8	16,5		12.30	8,5	2,9		15.02	сух	0,0				
	9.55	9,8	28,5		14.56	9,8	4,2	<b>Конец полива 11.04 в 15.02</b>							
	11.00	9,1	25,5		16.56	9,7	4,1								
	13.40	5,1	10,7	9.04.	8.56	3,6	0,3								
	15.17	9,7	28,1		10.18	12,9	8,4								
	17.03	8,3	22,2		12.34	5,7	1,1								
8.04.	8.01	8,2	21,8		14.38	9,5	3,9								
	10.12	10,8	33,0		16.15	10,1	4,5								
	12.20	10,3	30,7	10.04.	8.43	5,8	1,1								
	14.18	11,5	36,3		10.45	6,4	1,5								
	16.08	10,9	33,5		12.08	7,9	2,5								
9.04.	8.41	10,9	33,5		14.21	5,4	0,9								
	10.05	11,5	36,3		16.25	5,3	0,9								
	12.10	11,7	37,2		8.24	1,6	0,0								
	14.15	10,9	33,5		10.13	5,9	1,2								
	16.04	10,7	32,6		12.15	9,8	4,2								
10.04.	8.31	12,8	42,6		14.02	11,4	6,1								
	10.56	11,6	36,7		15.18	4,3	0,5								
	12.01	10,9	33,5		15.30	1,1	0,0								
	14.07	11,8	37,7		16.00	сух	0,0								
	16.53	8,9	24,7	<b>Конец сброса 10.04 в 16.00</b>											
11.04.	8.41	10,9	33,5												

Водослив Чиполетти

$$Q = 1.86 B H^{3/2}, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q, \text{ м}^3/\text{сек}; B, \text{ м}; H, \text{ м.}$$

При  $\alpha = 14^\circ$  имеет устойчивое сечение  $m = 0.42$

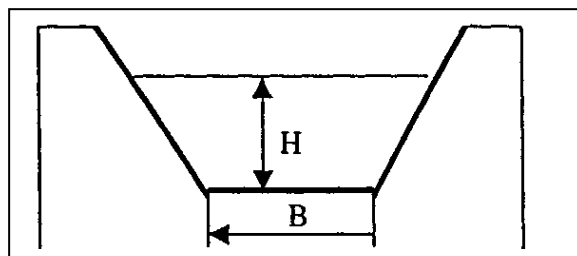


Рис. 5.1 Измерение расходов воды по водосливам с тонкой стенкой трапецидальные водосливы

Водослив Томсона

$$Q = 1.4 H^{2.5}, \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q, \text{ м}^3/\text{сек}; H, \text{ м.}$$

При  $\alpha = 90^\circ$ ,  $m = 40$ ,

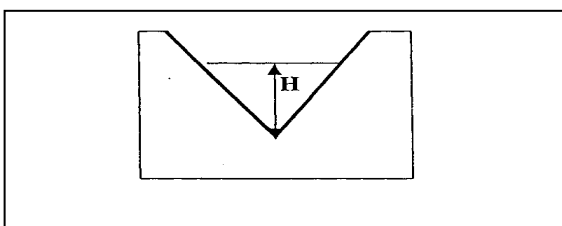


Рис. 5.2 Треугольный водослив Томсона

Таблица 5.1. Расход воды через трапецидальный водослив ВЧ-25

H, см	сантиметры									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,3
3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3	3,1	3,2	3,4	3,5
4	3,6	3,8	4	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,8	5
5	5,1	5,3	5,5	5,6	5,8	6	6,1	6,3	6,4	6,6
6	6,8	7	7,2	7,3	7,5	7,7	7,9	8	8,2	8,4
7	8,6	8,8	9	9,2	9,4	9,5	9,8	10	10,1	10,3
8	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,5	11,8	12	12,2	12,4
9	12,6	12,8	13	13,3	13,5	13,7	13,8	14,1	14,4	14,5
10	14,7	14,9	15,1	15,3	15,6	15,8	16	16,3	16,5	16,7
11	17	17,2	17,4	17,6	17,9	18,1	18,4	18,6	18,9	19,1
12	19,4	19,6	19,8	20	20,2	20,5	20,7	20,9	21,3	21,5

Таблица 5.2. Расход воды через трапецидальный водослив ВЧ-50

H, см	сантиметры									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	0,9	1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4
2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	3,8	4	4,2	4,5
3	4,7	4,9	5,2	5,4	5,7	5,9	6,2	6,5	6,7	7
4	7,3	7,6	7,9	8,2	8,4	8,7	9	9,3	9,6	10
5	10,3	10,6	10,9	11,2	11,6	11,9	12,2	12,6	12,9	13,2
6	13,6	13,9	14,3	14,6	15	15,3	15,7	16,1	16,4	16,8
7	17,2	17,6	17,9	18,3	18,7	19,1	19,5	19,9	20,3	20,7
8	21	21,5	21,9	22,3	22,7	23,1	23,6	24	24,4	24,8
9	25,3	25,7	26,1	26,6	27	27,4	27,9	28,3	28,8	29,2
10	29,4	29,8	30,2	30,7	31,2	31,6	32,1	32,6	33	33,5
11	33,9	34,4	34,8	35,3	35,8	36,3	36,7	37,2	37,8	38,2
12	38,7	39,1	39,6	40	40,4	40,9	41,5	41,9	42,6	43,1
13	43,6	44,1	44,6	45,1	45,6	46,1	46,6	47,2	47,7	48,2
14	48,7	49,2	49,8	50,3	50,8	51,3	51,9	52,4	53	53,5
15	54	54,6	55,1	55,6	56,2	56,8	57,3	57,8	58,4	59
16	59,5	60	60,6	61,2	61,8	62,3	62,9	63,5	64	64,6
17	65,2	65,8	66,3	66,9	67,5	68,1	68,6	69,2	69,8	70,4
18	71	71,6	72,2	72,8	73,4	74	74,6	75	75,8	76,4
19	77	77,6	78,3	78,9	79,5	80,1	80,7	81,3	81,9	82,6
20	83,2									

Таблица 5.3. Расходы воды через треугольный водослив Томсона (ВТ-90°)

H, см	сантиметры									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	0,01									
2	0,08									
3	0,22									
4	0,45									
5	0,78	0,82	0,86	0,9	0,94	0,99	1,04	1,08	1,13	1,18
6	1,23	1,29	1,34	1,39	1,45	1,5	1,56	1,63	1,69	1,75
7	1,8	1,88	1,96	2,02	2,09	2,16	2,23	2,3	2,38	2,45
8	2,53	2,61	2,7	2,78	2,86	2,95	3,04	3,13	3,22	3,31
9	3,4	3,49	3,59	3,69	3,79	3,9	4	4,1	4,21	4,32
10	4,4	4,54	4,65	4,77	4,88	5	5,12	5,24	5,36	5,48
11	5,6	5,75	5,87	6	6,14	6,3	6,45	6,58	6,7	6,84
12	6,98	7,13	7,28	7,43	7,58	7,73	7,89	8,05	8,21	8,37
13	8,6	8,7	8,86	9,03	9,2	9,37	9,55	9,73	9,9	10,08
14	10,2	10,45	10,64	10,82	11,02	11,2	11,4	11,6	11,8	12
15	12,2	12,4	12,6	12,8	13	13,2	13,46	13,67	13,9	14,11
16	14,2	14,56	14,79	15,02	15,25	15,48	15,72	15,96	16,2	16,44
17	16,5	16,93	17,18	17,43	17,68	17,94	18,19	18,45	18,71	18,98
18	19,1	19,51	19,78	20,06	20,33	20,6	20,89	21,39	21,45	21,74
19	22	22,32	22,61	22,91	23,21	23,5	23,81	24,11	24,42	24,73
20	25	25,36	25,67	26	26,31	26,64	26,96	27,29	27,62	27,96

## 6. РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЕТУ И ВЫБОРУ НОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА ДЛЯ ХЛОПЧАТНИКА И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА ИУВР Фергана

Ш.Ш. Мухамеджанов

(данное руководство разработано на основе практических исследований автора)

Производство сельскохозяйственных культур сопровождается комплексом мероприятий, каждый из которых для различных почвенно-климатических условий имеет свои особенности и нормативы.

Для аридной зоны наиболее важным из мероприятий в сельхозпроизводстве является проведение поливов. При планировании и использовании воды для растений имеет особое значение **вид культуры, почвенные, мелиоративные и климатические условия.**

В практике планирования и нормирования оросительной воды наиболее важными показателями являются сочетание уклонов местности и водопроницаемости подстилаемых грунтов. В зависимости от сочетания этих двух показателей подбираются элементы техники полива и объем водоподачи.

Н. Т. Лактаевым в производственных условиях изучены элементы техники полива для различных сочетаний уклонов и водопроницаемости и предложены их значения для использования.

Для изучения и определения эффективных норм орошения и отдельных показателей полива в рамках проекта ИУВР-Фергана определены сочетания водопроницаемости и уклонов местности (таблица 6.1).

Таблица 6.1 Сочетание водопроницаемости почвогрунтов и уклонов местности демонстрационных полей по Республикам

Подвешенные земли канала	Тип почвы	Мощность Покровного мелкозема	Подстилаемые грунты	Индекс-уклон	Водопроницаемость скорость инфильтрации (м/ч)
<b>Таджикистан Согдийская область (Джабар Расуловский, Б.Гафуровский районы),</b>					
Гулякандоз	Легкий суглинок	0,5-1,5 м.	галечник	I-зона больших и очень больших уклонов 0,014- 0,03	А В –сильная, средняя водопроницаемость 0,0138-0,0042
<b>Узбекистан Ферганская область (Кувинский, Ташлакский, Ахунбабаевский районы),</b>					
ЮФК	Легкие средние суглинки супесчаный серозем	0,5-0,7 м. местами Мощный	галечник	II – зона больших и сред. Уклонов 0,003-0,012	А Б –сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102-0,0198
<b>Андижанская область (Булакбошинский район), Узбекистан</b>					
ЮФК	Легкие средние суглинки супесчаный серозе	0,5-0,7 м. местами Мощный	галечник	II – зона больших и сред. Уклонов 0,003-0,012	А Б –сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102-0,0198
<b>Ошская область (Карасуйский, Араванский районы), Киргизия</b>					
Араван-Акбуринский	Легкие и средние суглинки	0,5-0,7 м. местами	галечник	I – зона очень больших уклонов	А Б –сильная и повышенная водопроницаемость 0,006-

		Мощный	0,042-0,06	0,0402
--	--	--------	------------	--------

На основе разработок Н.Т. Лактаева, с учетом сочетаний водопроницаемости и уклонов по таблице 1 и материалов проекта нами проведена выборка элементов техники полива и предлагаются для использования на орошаемых землях Ферганской долины. (таблица 6.2).

Различие в потребности к воде по разным культурам незначительно и минимальное количество воды, требующееся за вегетационный период, для получения максимального урожая для большинства культур находится в пределах **660 – 750 мм и лишь для люцерны достигает 990 мм.**

Ощутимыми факторами, вызывающими дефицит влаги у растений являются климатические показатели. В зависимости от температуры воздуха и скорости ветра изменяется интенсивность испарения с листовой поверхности растений и поверхности почвы. Поэтому в практике планирования и нормирования оросительной воды, основное внимание уделяется изменению влажности в почве и суммарному испарению (суммарное испарение – это испарение с поверхности почвы + испарение воды растением).

*Почва имеет естественную влагу, сформированную в результате выпадения осадков. Расходование влаги из почвы происходит в результате испарения. Чем выше температура воздуха, тем выше значение испарения и тем быстрее протекает процесс расходования влаги из почвы.*

**Таблица 6.2 Рекомендации по выбору элементов техники полива хлопчатника и пшеницы для земель, подвешенных к пилотным каналам проекта ИУВР-Фергана**

Наименование области, района	Почвенные условия	Водопроницаемость	Уклон	Длина борозд L <sub>b</sub>	Расход в борозду q		Поливная норма (нетто) М <sub>п</sub> , м <sup>3</sup> /га	Кол-во поливов	Оросительная норма, тыс.м <sup>3</sup> /га	Междурядье В <sub>б</sub>
					поливная норма (брутто)	М <sub>п.брутто</sub> , м <sup>3</sup> /га				
Ошская область, Араванский и Карасуйский районы	Легкие и средние суглинки с переменной мощностью покровного мелкозема подстилаемые галечником	А Б - сильная и повышенная водопроницаемость 0,006-0,0402	I - зона очень больших уклонов (0,042-0,06)	40-80	0,1	1,1	600-700	Хлоп-5-6 Пшен-4	Хлопок 6,6-7,7 Пшеница 4,4	0,6
Согдийская область, Дж. Расуловский район	Легкие суглинки с покровным мелкоземом 0,5-0,7м., подстилаемые галечником.	А В - сильная, средняя водопроницаемость 0,0138-0,0042	I-зона больших и очень больших уклонов (0,014- 0,03)	80-100	0,75	0,9	600-700	Хлоп-8-9 Пшен-4	Хлопок 7,2-8,1 Пшеница 3,6-4,0	0,6
Ферганская область, Кувинский район	Легкие средние суглинки, местами песчаные	А Б – сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102- 0,0198	II - зона больших и сред. уклонов (0,003-0,012)	80-100	0,25-0,75	0,9	600-700	Хлоп-7-8 Пшен-4	Хлопок 6,3-7,2 Пшеница 3,6-4,0	0,6
Анджиданская область, Булакбашинский район	Средние суглинки песчаные каменистые с мощным покровным мелкоземом.	А Б – сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102- 0,0198	II - зона больших и сред. уклонов (0,003-0,012)	80-100	0,25-0,75	0,9	600-700	Хлоп-6-7 Пшен-4	Хлопок 5,4-6,3 Пшеница 3,6-4,0	0,6

Для выращивания растений и поддержания ее жизнедеятельности необходимо определенное количество влаги в почве. Установлен минимальный предел содержания влаги в почве, ниже которого растение начинает ощущать дефицит влаги. При достижении этого порога необходимо подпитывать почву водой до полного насыщения, то есть проводить полив. Установлено что наибольший урожай при экономном расходовании обеспечивается при предполивной влажности на уровне:

- 75% - 80% для люцерны, овощных и зерновых культур;



- для хлопчатника – в период от всходов до созревания -70%;
- в фазу раскрытия коробочек - 60-65%.

Для эффективного проведения полива необходимо знать его основные показатели:

- сроки полива;
- нормы полива;
- продолжительность полива;
- количество полива.

## 6.1 Сроки полива

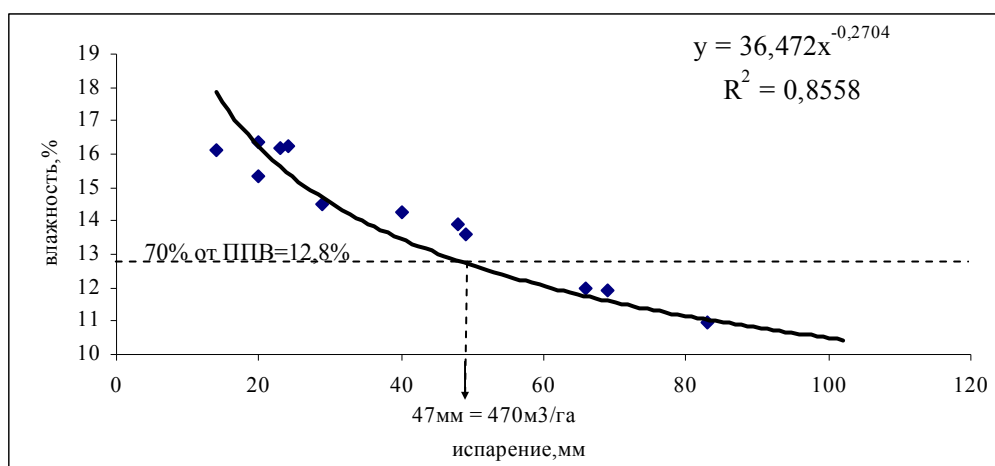
Срок полива для любой культуры подходит при достижении влаги в почве уровня влажности ниже, которого растение ощущает дефицит влаги и затем начинается процесс завядания. Каким образом можно определить этот уровень влажности. Определение его значения путем отбора проб грунта и ее взвешивания очень сложно и в производственных условиях невыполнимо. Есть традиционные способы определения срока полива по внешним признакам – по состоянию листьев или по пластичности грунта. Эти способы широко известны производителям сельхозкультур имеющим многолетний опыт:

- по состоянию листьев – при достаточной влаге для растений хлопчатника его листья ломкие и имеют хрустящий звук, при недостаточной влаге листья не ломаются и видна их вялость;
- по пластичности почвы – с глубины 10-20 см отбирается грунт и сжимается в кулак, при достаточной влаге в почве отобранная почва не рассыпается или из отобранного образца скатывают шарик, при достаточной влаге скатывание получается, при недостаточной влаге грунт рассыпается.

Для земель с глубоким залеганием уровня грунтовых вод возможен и более точный способ определения срока очередного полива по сумме суточного испарения со дня последнего полива с учетом его нормы.

***Этот метод основан на суточном расходовании влаги в почве от суточного испарения. В рамках проекта ИУВР-Фергана в 2003-2004 годах была проведена работа по определению зависимости между этими показателями.***

Набор данных за вегетационный период по влажности почвы и испарению позволил найти зависимость между этими показателями. Оба параметра являются основными показателями полива и определяют его режим. Нет возможности в производственных условиях постоянного отбора влажности почвы, однако информация об испарении по данным метеостанции всегда существует, к тому же есть определенная зависимость между испарением и температурой воздуха. На рисунке 6.1 в качестве примера приведен график зависимости влажности от испарения по фермерскому хозяйству Сайед. При достижении суммы суточного испарения до определенного значения влажность в почве понижается до уровня, при котором растение испытывает *дефицит влаги*.



**Рис. 6.1. Зависимость влажности почвы от испарения по демонстрационному участку ф/х Сайед**

Анализ изменения испарения и влажности показал, что на демонстрационных участках проекта уровень дефицита влажности в почве для растений в среднем достигает при сумме суточного испарения в пределах от 50 мм до 120 мм. в зависимости от почвенно-мелиоративных условий. Объем водоподачи (нетто) в поле при этом составляет от 500 м<sup>3</sup>/га до 1200 м<sup>3</sup>/га.

Данный подход может быть использован для оперативного прогноза влажности почвы и назначения сроков полива, при условии, что для каждого почвенно-мелиоративного и климатического условия будут созданы свои зависимости.

*Как проводится расчет сроков и объема водоподачи на основе суточного испарения?*

К примеру, 25 апреля проведен посев хлопчатника, 26 апреля проведен вызывной полив с водоподачей 800 м<sup>3</sup>/га. Начиная с 26 апреля, ведется учет суточного испарения. В сутки в этот месяц испарение составляет 2-3 мм или 20-30 м<sup>3</sup>/га. За 10 суток с поверхности почвы испарится 200-300 м<sup>3</sup>/га поданной воды, за 20 суток 400-600 м<sup>3</sup>/га и за 25 суток 500-750 м<sup>3</sup>/га. Если принять что испарение в среднем составляло 3 мм, то первый полив мы можем подавать через 25 суток, когда из почвы испарилось 750 м<sup>3</sup>/га воды. Срок второго полива рассчитывается с учетом объема воды первого полива и суммы суточного испарения за каждый последующий день после первого полива или на основе среднего суточного испарения ориентировочно подходящего для этого месяца.

На практике каждый фермер должен заранее знать ориентировочное время полива ( $T_i$ ) для того чтобы подготовить свое поле к поливу. В таком случае фермер зная суточное испарение  $E_{cp}$  на время полива может взять это значение за основу (при ожидаемых высоких температурах увеличивая его значение на 1 мм или максимум на 2 мм) и рассчитать за какое время сумма суточного испарения сработает поданный объем воды на орошаемое поле т. е. межполивной период ( $N$ ). Межполивной период может быть определен по формуле (1), зная объем воды поданный на орошение и суточное испарение за этот период:

$$N = W_i / (E_{cp} * 10) * K_i \quad (1)$$

Где:  $N$  – межполивной период или время, за которое расходуется поданная в поле оросительная вода при определенной сумме суточного испарения, сутки;

$W_i$  – объем воды поданный в поле м<sup>3</sup>/га;

$E_{cp}$  - среднее суточное испарение наблюдаемое на искомый период (месяц), эта величина может быть получена по данным многолетних наблюдений, далее приводится таблица со средними значениями суточного испарения на каждый месяц вегетации для Ферганской долины, мм;

10 - переводное число из мм в м<sup>3</sup>/га;

K – коэффициент полезного использования оросительной воды в поле иначе КПД поля равное – 0,70.

Далее зная межполивной период (N) или количество дней через, сколько необходимо проводить очередную полив, рассчитываем дату следующего полива ( $T_{i+1}$ ) прибавляя количество дней к дате проведенного полива ( $T_i$ ).

$$T_{i+1} = T_i + N \quad (2)$$

Если в межполивной период наблюдались осадки необходимо ввести поправку на определенную рас-  
четом дату полива (Таблица 6.3).

В таблице 6.3 - водоподача последнего полива равная 800 м<sup>3</sup>/га;– число 3 это ожидаемая средняя величина суточного испарения в мм, умножая его на 10 получаем испарение в м<sup>3</sup>/га (то есть 3 мм = 30м<sup>3</sup>/га);

0,75 – величина полезно использованной воды за вычетом потерь на сброс и глубинную фильтрацию.

Таблица 6.3 Пример расчета даты следующего полива

Номер полива	Дата полива ( $T_i$ )	Межполивной период (N) $N = W/(E_i*10)*K$	Дата следующего полива ( $T_{i+1}$ )	Осад-ки	Поправка меж-поливного периода по величине выпавших осадков	Дата следующего полива с поправкой на выпавшие осадки
1	2	3	4	5	6	7
Выз. полив	26 апреля					
1 - полив		$800/(3*10)*0,75=$ $=20$ сут.	26 апр +20сут=16 мая	23 мм	$230/(3*10)=8$ сут	16 мая+8 сут=24 мая
	24 мая					
2 - полив		$800/(4*10)*0,75=$ $=15$ сут	24 мая+15сут=8июня	12мм	$120/(4*10)=3$ сут	8 июня+3сут=11 июня
	11 ию- ня					
3– полив		$800/(5*10)*0,75=$ $=12$ сут	11июня+12сут=23июня	5мм	$50/(5*10)=1$ сут	23 Июня+1сут= 24июня
	24 ию- ня					

Где можно получить информацию о суточном испарении и выпавших осадках? Такая информация имеется в каждой метеостанции. Так как в настоящее время нет службы предоставляющая такую информацию в первом приближении можно пользоваться приведенными в таблице 6.4 средними значениями суточного испарения полученные по результатам замеров на демонстрационных полях проекта ИУВР-Фергана с 2002 по 2005 годы.

Таблица 6.4

	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь		
Сут испарение, мм	2	2	3	3	4	5	6	8	8	9	12	10	9	8	6	5	5	5	3	3	2

Для зоны охваченной проектом данные о суточном испарении и осадках фермеры могут получить в АВП Жапалак в Карасуйском районе Ошской области, в АВП Зеравшан в Согдийской области, в АВП Ак-барабад в Кувинском районе Ферганской области.

Следует отметить, что для зоны Ферганской долины наиболее характерно засушливые март, апрель и май месяцы, для пропашных культур в частности для хлопчатника проводятся влагозарядковые и вызывные поливы. Наиболее эффективно проведение влагозарядковых поливов и посев хлопчатника на естественную влагу почвы. Однако если год оказался засушливым часто приходится после влагозарядковых поливов проводить и вызывной полив. Влагозарядковые поливы в Ферганской долине рекомендуется проводить в марте месяце на суглинистых и среднесуглинистых почвах. На легких, супесчаных и песчаных почвах влагозарядковые поливы проводить не рекомендуется из-за слабой влагоудерживающей способности этих почв.

## 6.2 Расчет нормы полива.

Нормы полива зависят от содержания влаги в почве, от типа почвы (механического состава), увлажняемого слоя, уровня грунтовых вод и от вида культуры.

Размер поливной нормы можно установить по зависимости С.Н.Рыжова:

$$W = (V_1 * P - V_2 * P) * h + K \quad (3)$$

Где **W** – норма полива, м<sup>3</sup>/га;

**V<sub>1</sub>** - наименьшая или предельно полевая влагоемкость почвы в среднем в расчетном слое, % от массы почвы;

**V<sub>2</sub>** - предполивная влажность почвы в том же слое почвы, % от массы почвы;

**P** - объемный вес почвы (средняя плотность почвы) в расчетном слое;

**h** – мощность расчетного слоя, см;

**K** – потери воды на испарение и глубинную фильтрацию в процессе полива, равные 25% от величины дефицита влаги в почве перед поливом.

Так как левая часть зависимости 3 (без потерь **K**) описывает объем воды необходимый для покрытия дефицита и полного насыщения расчетного слоя, потери воды в процессе полива мы можем рассчитывать относительно этого объема.

При расчетах величину **K** можно принять как:

$$K = (V_1 * P - V_2 * P) * h * 0,25 \quad (4)$$

В производственных условиях сложно подобрать все показатели данной зависимости и рассчитать поливную норму. Учитывая, что дефицит влаги в почве, который необходимо покрыть подачей ороситель-

ной воды складывается в результате суммарного испарения (испарение с почвы + испарение с растений), то все расчеты можно свести только к одному показателю, а именно к величине суммарного испарения:

$$W_{2-n} = (\sum E_i * 10) + K \quad (5)$$

где:  $W_{2-n}$  – норма полива рассчитываемая для первого после вызывного полива далее для второго и далее поливов, м<sup>3</sup>/га;

$E_i$  - суточное испарение, мм;

$\sum E_i$  – сумма суточного испарения при котором ее значение становится равным объему поданной воды предыдущего полива, мм;

$K$  - потери воды на испарение и глубинную фильтрацию в процессе полива, равные 25% дефицита в данном случае от испарившегося объема за весь межполивной период:

$$K = (\sum E_i * 10) * 0,25 \quad (6)$$

Как и при определении срока полива, так и при определении нормы полива и его расчета, для земель с глубоким залеганием уровня грунтовых вод, достаточно знать ежесуточное испарение или его средние значения (таблица 4) за каждую декаду для данного региона, в случае если нет ежесуточной информации. Принцип расчета очень прост и его могут использовать не только специалисты, но и фермеры. При использовании данного метода необходимо иметь водоучет в поле или в фермерское хозяйство. По водомерным устройствам (Чиолетти, Томсона, Ярцева) можно определять водоподачу на каждое поле с достаточной точностью. Последовательность расчета следующая:

1. После посева хлопчатника (или другой культуры) проводится вызывной полив. Вызывной полив проводится сразу же после посева, к примеру посев проведен с 20 по 25 апреля, значит вызывной полив проводится 26 апреля.

2. Норма вызывного полива проводится для увлажнения 50 см слоя почвы не более. Норма вызывного полива при этом составляет 700 -800 м<sup>3</sup>/га брутто. Начиная со дня окончания вызывного полива ведется учет дней с ежесуточным испарением. При испарении 3-4мм в сутки в конце апреля и в начале мая из поданной на поле оросительной воды ежесуточно путем испарения из почвы и растений расходуется 35-40 м<sup>3</sup>/га влаги, за 10 суток расходуется – 350-400 м<sup>3</sup>/га, за 20 суток соответственно – 700-800 м<sup>3</sup>/га. Значит, норма следующего полива должна быть равна норме израсходованной влаги полученной почвой и растениями в предыдущий полив. Если проводить полив через 20 суток, то норма составит 750-800 м<sup>3</sup>/га нетто или 950-1066 м<sup>3</sup>/га брутто. Так как в практике нет возможности провести полив в сроки с точностью до суток, мы рекомендуем подготовиться к поливу заранее за 3 -5 суток до наступления полного расходования поданной влаги. Порядок расчета нормы последующего полива приведен в таблице 6.5.

Таблица 6.5 Пример расчета поливной нормы

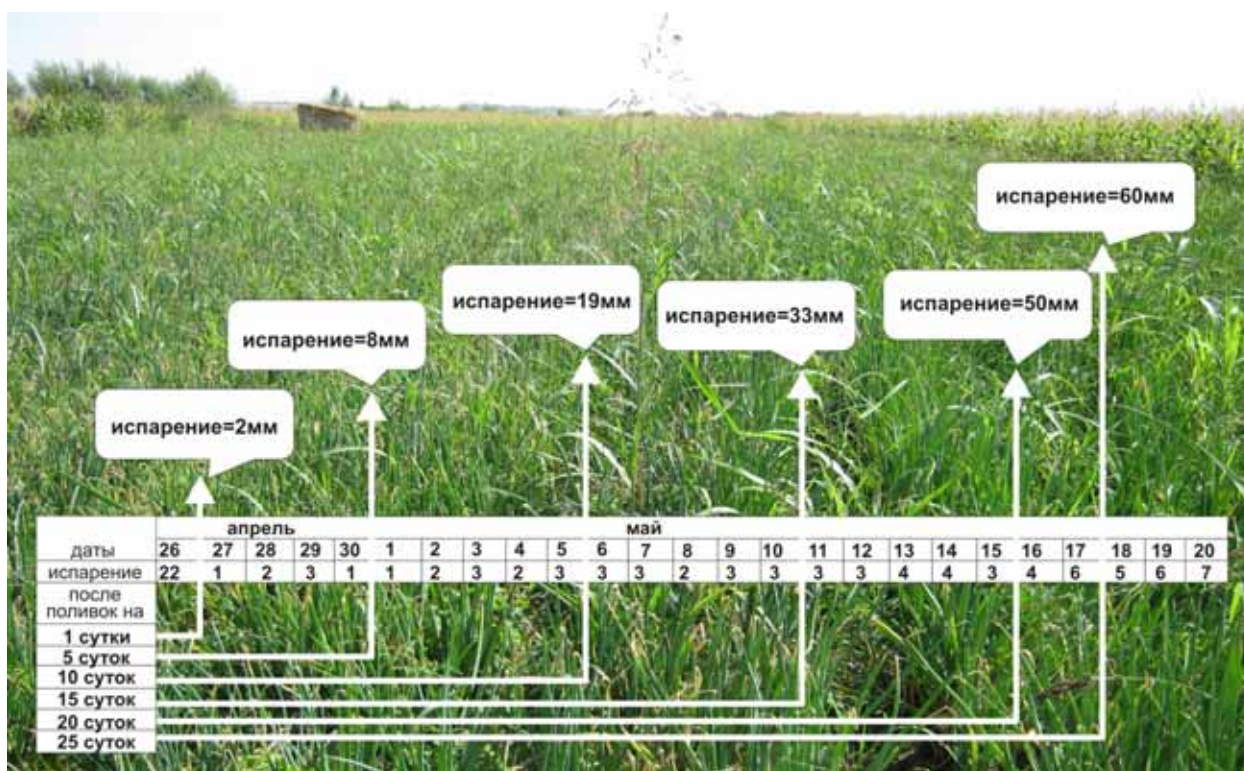
Номер полива	Дата полива	Межполивной период (Т)	Срок полива по прогнозу	Осадки мм	Поправка межполивного периода по величине выпавших осадков	Срок полива по факту с поправкой на выпавшие осадки	Поливная норма последующего полива	Поливная норма брутто с учетом всех потерь
	26 апр.							
Вы								800 м <sup>3</sup> /га

3.								
1		$800/(3*10)*0,75$ =20 сут.	26 апр +20сут =16 мая	23	$230/(3*10)$ =8 сут	16 мая+8 сут=24 мая	$20 * (3*10)=$ 600 м <sup>3</sup> /га	$600/0,75=$ 800 м <sup>3</sup> /га
	24 мая							
2		$800/(4*10)*0,75=15$ сут	24 мая+15су т= 8 июня	12	$120/(4*10)=$ 3 сут	8июня+3сут=11 июня	$15* (4*10)=600$ м <sup>3</sup> /га	$600/0,75=$ 800 м <sup>3</sup> /га
	11 июня							
3		$800/(5*10)*0,75=12$ сут	11июня+1 2сут= 23 июня	5	$50/(5*10)=$ 1 сут	23июня+1сут= 24июня	$12* (5*10)=$ 600 м <sup>3</sup> /га	$600/0,75=$ 800 м <sup>3</sup> /га
	24 июня							

**Таблица 6.6 Рекомендуемые нормы полива для различных почвенных разностей  
полученные на основе работ проекта ИУВР-Фергана**

Характеристика почв и подстилаемых грунтов	УГВ	полив								Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
		Вы- зывной	1	2	3	4	5	6	7	
		Поливные нормы, м <sup>3</sup> /га								
		Пшеница								
Легкие и средние суглинки каменистые, подстилаемые галечником, с большими уклонами.	≥5м	1000	1050	1000	950					4000
		Хлопчатник								
Средние и легкие суглинки с переменной мощностью покровного мелкозема подстилаемые галечником, с большими уклонами.	≥5м	980	950	950	950	800	800			5430
Средние суглинки песчаные каменистые с мощным покровным мелкоземом.	≥5м	600	733	890	965	960	560	602		5300
Легкие суглинки с покровным мелкоземом – 1,0-1,2 м подстилаемые галечником.	0,5-1,0м	605	609	526						1740
Средние и тяжелые суглинки с мощным покров-	1,0-1,5м	800	600	600	600	600	600	600		4400

ным мелкоземом.											
Легкие и средние суглинки с покровным мелкоземом 0,5-0,7м., подстилаемые галечником.	≥5м	1100	1192	1063	1053	1220	1160	1232	902	8922	
Легкие суглинки с мощным покровным мелкоземом.	≥5м	1100	1080	950	1200	1165	1176	955		7626	
Легкие суглинки с покровным мелкоземом 0,5-0,7м., подстилаемые галечником.	≥5м	489	711	840	850	863	709	637,5	559	5657,5	



### 6.3 Расход воды в борозду и расчет продолжительности полива

Важными элементами поливных мероприятий помимо срока и нормы являются расход воды в борозду и продолжительность проводимого полива. Эти элементы полива зависят от нескольких важных показателей:

1. водопроницаемости почвы;

2. уклона поливного участка;
3. длины борозды;
4. вида культуры.

Продолжительность полива и расход в борозду определяется для каждого условия путем экспериментальных исследований с учетом всех показателей полива. В производственных условиях провести подобные расчеты невозможно. Для условий пилотных объектов проекта мы рекомендуем использовать расход воды в борозду приведенный в таблице 6.2.

При известных показателях полива (установленных по таблице 6.2 или по гидромодульному районированию), рекомендуемых для ваших земель, продолжительность полива для одной борозды или группы одновременно поливаемых борозд можно определить расчетным путем предложенный нами в рамках проекта ИУВР-Фергана (Ш.Ш. Мухамеджанов 2005 г.). При известных значениях поливной нормы ( $M_{br}$ ), длины ( $L_b$ ) и ширины ( $B_b$ ) борозды и расхода воды в борозду ( $q$ ), продолжительность полива определяется следующим образом:

При заданной поливной норме в м<sup>3</sup>/га определяется сколько необходимо подать воды в одну борозду. Для этого мы определяем площадь борозды – F:

$$F = (L_b * B_b) / 10000, \text{ га} \quad (7)$$

Далее определяется объем воды необходимый для одной борозды (W), м<sup>3</sup>:

$$W = M_{br} * F, \text{ м}^3 \quad (8)$$

Затем при известной или заданном расходе воды в борозду можно рассчитать продолжительность полива одной борозды:

$$D_{irr} = W * 1000 / q / 60, \text{ минут} \quad (9)$$

Где:

$D_{irr}$  - продолжительность полива

$M_{br}$  – поливная норма брутто, м<sup>3</sup>/га;

$L_b$  - длина борозды, м;

$B_b$  - ширина междурядий, м;

$q$  - расход воды в борозду, л/с;

*Пример расчета:*

*Ширина борозды  $B_b = 0,6$  метров*

*Длина борозды  $L_b = 80$  метров*

*Площадь борозды по всей ее длине будет равна:*

$$F = 0,6 * 80 = 48 \text{ м}^2 \text{ или } 48 / 10000 = 0,0048 \text{ га}$$



Определяем сколько воды необходимо подать на одну борозду при известной норме полива равной 900 м<sup>3</sup>/га:

$$W_6 = 900 \text{ м}^3/\text{га} * 0,0048 \text{ га} = 4,32 \text{ м}^3;$$

Зная необходимую норму для одной борозды ( $W_6 = 4,32 \text{ м}^3$ ) и известном расходе в борозду ( $q = 0,5 \text{ л/сек}$ ) определяем продолжительность полива одной борозды:

Сначала переводим м<sup>3</sup> в литры то есть  $4,32 \text{ м}^3 * 1000 = 4320 \text{ литров};$

Далее:

$4320 \text{ литров} / 0,5 \text{ л/сек} = 8640 \text{ сек}, \text{ или } 8640\text{сек}/60 = 144 \text{ минут или } 2 \text{ часа } 24 \text{ минуты}.$

Продолжительность полива для группы одновременно поливаемых борозд будет такая же как для одной борозды. Продолжительность полива всего поля будет зависеть от технологической схемы полива где выбирается количество и очередность групп одновременно поливаемых борозд в зависимости от годового расхода воды в поле или от количества тактов полива одного поля.

В таблицах 6,7-6,9 приведены значения продолжительности полива для различных сочетаний показателей полива.

Таблица 6,7 Рекомендуемая продолжительность полива

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м <sup>3</sup> /га						
			600	700	800	900	1000	1100	1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, час						
0,6	0,1	80	8	9	11	12	13	15	16
0,6	0,1	90	9	11	12	14	15	17	18
0,6	0,1	100	10	12	13	15	17	18	20
0,6	0,1	150	15	18	20	23	25	28	30
0,6	0,1	200	20	23	27	30	33	37	40

Таблица 6,8

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м <sup>3</sup> /га						
			600	700	800	900	1000	1100	1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, час						
0,6	0,25	80	3	4	4	5	5	6	6
0,6	0,25	90	4	4	5	5	6	7	7
0,6	0,25	100	4	5	5	6	7	7	8
0,6	0,25	150	6	7	8	9	10	11	12
0,6	0,25	200	8	9	11	12	13	15	16

Таблица 6,9

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма грунто, м <sup>3</sup> /га						
			600	700	800	900	1000	1100	1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, час						
0,6	0,5	80	2	2	2	2	3	3	3
0,6	0,5	90	2	2	2	3	3	3	4
0,6	0,5	100	2	2	3	3	3	4	4
0,6	0,5	150	3	4	4	5	5	6	6
0,6	0,5	200	4	5	5	6	7	7	8

### Расчет фильтрационных потерь в поле при орошении

При оценке эффективности использования оросительной воды и правильного назначения нормы полива с важное значение имеет определение величины непродуктивных потерь с поля на поверхностный сброс и на потери на глубинную фильтрацию. Если значения сброса можно определить путем установки водослива и его замера во время полива, то величину фильтрации замерить в производственных условиях практически не возможно. В данной работе мы предлагаем методику определения фильтрации в почву расчетным путем при известных отдельных параметрах воднофизических свойств почв.

Фильтрационные потери в рассчитываются исходя из следующего соображения – полное насыщение почвы влагой равно по величине предельно полевой влагоемкости (ППВ). Перед каждым поливом мы имеем влажность равную ППВ-ЕТ (где ЕТ – суммарное испарение за определенное количество суток). Чтобы восполнить недостаток израсходованной влаги в почве в результате суммарного испарения, мы определяем величину и объем недостатка влаги необходимой для достижения влаги до уровня ППВ по известной зависимости С.Н. Рыжова предложенная им для расчета нормы полива. Преобразуя зависимость С.Н. Рыжова, в данном случае мы зависимость для расчета дефицита влажности почвы до полного насыщения:

$$W_D = h \cdot 100 \cdot P \cdot (V_1 - V_2) \quad (10)$$

Где  $W_D$  – дефицит влаги в почве до полного насыщения, м<sup>3</sup>/га;

$V_1$  - наименьшая или предельно полевая влагоемкость почвы в среднем в расчетном слое, % от массы почвы;

$V_2$  - предполивная влажность почвы в том же слое почвы, % от массы почвы;

$P$  - объемный вес почвы (средняя плотность почвы) в расчетном слое;

$h$  – мощность расчетного слоя, см;

Зная, сколько подано фактически воды на поле хозяйством, разница между нею и недостающей до полного насыщения влаги являются потерями на глубинную фильтрацию:

$$F = V_n - (h \cdot 100 \cdot P \cdot (V_1 - V_2)) - C_{сб} \quad (11)$$

Где:  $F$  – потери на глубинную фильтрацию, м<sup>3</sup>/га;

**Вп** – фактически поданная вода в поле брутто, м<sup>3</sup>/га;

**h** – расчетный слой, м;

**V** – объемный вес почвы, г/см<sup>3</sup>

**V<sub>1</sub>** - наименьшая или предельно полевая влагоемкость почвы в среднем в расчетном слое, % от массы почвы;

**V<sub>2</sub>** - предполивная влажность почвы в том же слое почвы, % от массы почвы;

**С<sub>сб</sub>** - поверхностный сброс с орошаемого поля, м<sup>3</sup>/га.

Каким образом определяются все входные параметры данной зависимости:

Фактическая водоподача (**Вп**) определяется при помощи замера по водосливу на границе поливного поля;

Расчетный слой почвы (**h**) принимается равным 1,0 м для средних и тяжелых почв и 0,50-0,70 м для легких почв подстилаемых галечниками в зависимости от мощности покровного мелкозема;

Объемный вес почвы (**V**) может быть принят по механическому составу почв;

Предельно-полевая влагоемкость почвы (**V<sub>1</sub>**) также определена для всех видов почв в зависимости от механического состава и в первом приближении может быть принят по данным литературных источников (желательно провести полевое определение ППВ по известной методике Доспехов);

Предполивная влажность должна быть измерена, при отсутствии такой информации, в первом приближении она может быть принята как 65-70% от ППВ.

---

## 7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛИВА

Ш.Ш. Мухамеджанов

(данные рекомендации разработаны на основе практических исследований автора)

---

К большим потерям оросительной воды и ущербу выращиваемой сельскохозяйственной культуры приводит неверно выбранная технологическая схема распределения оросительной воды при поливе. Технологическая схема распределения оросительной воды при поливе данного поля – это размещение поливных участков на поле с учетом почвенных условий, уклонов и рельефа поверхности поля и поочередное или одновременное распределение оросительной воды по ним. Количество поливных участков на одном поле будет зависеть от площади поля, почвенных разностей и ровности рельефа. Практически, одно поле в пять гектар может иметь в пределах орошаемого контура различные почвенные разности (Рис. 7.1).

Прежде чем определить технологическую схему полива необходимо, изучив намеченное к орошению поле, определить почвенно-мелиоративные условия, водно-физические характеристики почвогрунтов, уклон и рельеф поверхности поля.

В зависимости от этих показателей при назначении схемы полива поле разбивается на поливные участки продольными ок - арыками и поперечными шох - арыками.

### ***Выбор местоположения и количества продольных ок - арыков***

Выбор местоположения и количества продольных ок - арыков зависит от ширины поля, почвенных разностей и рельефа местности по ширине поля. Поливное поле по ширине делится продольными ок - арыками на отдельные поливные участки с более или менее одинаковыми почвенными условиями и уклоном. Например, при ширине поля 200-250 м и наличии двух почвенных разностей можно провести два продольных ок - арыка. При этом первый ок - арык проводится с края поля со стороны водозабора, а второй ок - арык - на границе разных почвенных условий или уклонов (Рис.7.2). Если поле имеет одинаковые почвенные условия по ширине, то второй ок - арык разбивается в середине поля, разделяя все поле на два продольных поливных участка по ширине поля.

### ***Выбор местоположения и количества поперечных шох – арыков***

Выбор местоположения и количества поперечных шох-арыков зависит от длины поля, уклона и почвенных условий поля по его длине. Поперечные шох-арыки проводятся для каждого продольного участка отдельно. В первую очередь, необходимо изучить почвенные условия, выделить все существующие почвенные разности и определить их границы. Например, если поле в верхней части на половину ширины поля и на четверть его длины представлено средними суглинками мощностью более 1 м, в середине - легкими маломощными суглинками, подстилающимися галечником, а в нижней части – вскрытым галечником, заполненным легким суглинком, то на этом поле выделяются три различных по почвенным условиям поливных участка. Затем необходимо на этом поле определить границы участков с различными уклонами поверхности поля и сопоставить их с границами почвенных разностей. Далее, если эти границы совпадают или близки, то надо иметь в виду, что здесь возможно проведение поперечного шох - арыка.

## Длина борозд

При проведении полива равномерность увлажнения по длине борозды зависит от сочетания выбранного расхода и длины поливной борозды. Для однородных по почвенным условиям земель длина борозд определяется в зависимости от водопроницаемости почвогрунтов и уклонов местности.

Для земель с высокой водопроницаемостью и большими уклонами борозды назначаются короткими в пределах 40-50 м. Для земель с невысокой водопроницаемостью и малыми уклонами длину борозды желательно устанавливать до 100 м.

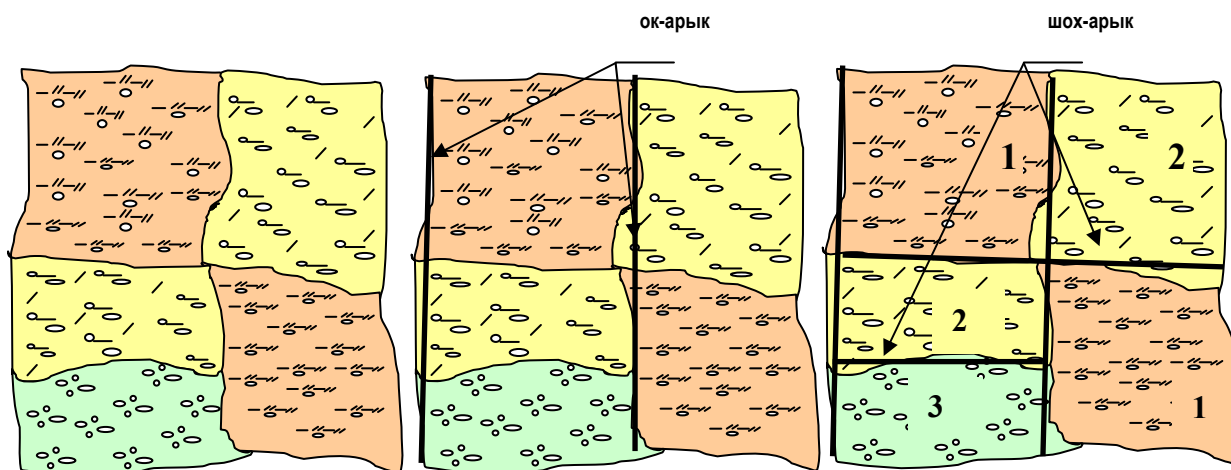


Рис. 7.1 Почвенные условия орошаемого поля

Рис. 7.2 Почвенные условия орошаемого поля

Рис. 7.3 Выделение границ почвенных разностей на поливном поле

- 1 – средние суглинки с покровным мелкоземом мощностью более 1 метра;
- 2 – легкие маломощные суглинки, подстилающиеся галечником;
- 3 – вскрытый галечник, заполненный легким суглинком;

Для орошаемых земель с разнородными почвенными условиями длина борозд будет зависеть от выделенных границ почвенных разностей и границ с различными уклонами местности, по которым, как было отмечено выше, проводятся шох - арыки. В таблице 7.1 приведены длина борозд для различных сочетаний водопроницаемости и уклонов орошаемого поля, полученные на демонстрационных полях по результатам II фазы проекта «ИУВР-Фергана».

## Технологическая схема при проведении полива пропашных культур по бороздам.

Технологическая схема полива орошаемого поля при проведении полива пропашных сельхозкультур по бороздам зависит от многих факторов - вида сельхозкультуры, уклона поверхности поля, воднофизических характеристик и водопроницаемости почвогрунтов, расхода поливной струи. Следует помнить, что прежде чем начинать полив и давать заявку на водоподачу, необходимо подготовить поле к поливу, выполнив нарезку ок и шох – арыков перед первым поливом и предполивную обработку и подготовку борозд перед каждым поливом. Каждая борозда должна быть готова принять пропускаемую по ней воду.

В зависимости от расхода воды в точке водовыдела на поле и установленной продолжительности водоподачи, полив проводят либо на всю ширину поля, захватывая все продольные участки, либо пооче-

редно по отдельному продольному участку. Если расход в точке водовыдела на поле при известном расходе в борозду не позволяет обеспечить все борозды одного продольного участка оросительной водой, то полив проводится на то количество борозд, которое может обеспечить головной расход.

Головной расход определяется по водосливу, установленному на входе в каждое фермерское хозяйство. Расход в борозду устанавливается по нормативам, исходя из почвенно-мелиоративных условий поля. По известному расходу головного водозабора (к примеру,  $Q=30\text{л/сек}$ ) и расходу в борозду ( $q=0,5\text{л/сек}$ ) можно определить количество одновременно поливаемых борозд.

$$n = Q/q = 30_{\text{л/сек}} / 0,5_{\text{л/сек}} = 60 \text{ борозд}$$

Затем полученное количество одновременно поливаемых борозд распределяется по выбранным поливным участкам. Здесь возможны различные варианты и схемы полива в зависимости от почвенно-мелиоративных условий:

**Таблица 7.1 Рекомендации по выбору длины борозд для различных сочетаний водопроницаемости и уклонов**

Почвенные условия	Водопроницаемость	Уклон	Длина борозд
Легкие и средние суглинки с переменной мощностью покровного мелкозема, подстилаемые галечником	<b>А Б - сильная и повышенная водопроницаемость</b>	I - зона очень больших уклонов (0,042) и пологих склонов (0,06)	<b>40-50</b>
		II - зона средних уклонов (0,003)	<b>50-70</b>
		III - зона малых уклонов	<b>50-70</b>
Легкие суглинки с покровным мелкоземом 0,5-0,7м., подстилаемые галечником.	<b>А В – сильная и средняя водопроницаемость</b>	I-зона очень больших (0,03) и больших уклонов (0,014)	<b>50-70</b>
		II - зона средних уклонов (0,003)	<b>50-70</b>
		III- зона малых уклонов	<b>70-100</b>
Легкие средние суглинки, местами песчаные	<b>А Б – сильная и повышенная водопроницаемость</b>	II - зона больших уклонов (0,012)	<b>50-70</b>
		II - зона средних уклонов (0,003)	<b>50-70</b>
		III- зона малых уклонов	<b>70-100</b>
Средние суглинки песчаные каменистые с мощным покровным мелкоземом.	<b>А Б – сильная и повышенная водопроницаемость</b>	II - зона больших уклонов (0,012)	<b>50-70</b>
		II - зона средних уклонов (0,003)	<b>50-70</b>
		III- зона малых уклонов	<b>70-100</b>
Средние суглинки с мощным покровным мелкоземом.	<b>Б В – средняя водопроницаемость</b>	II - зона больших уклонов (0,012)	<b>50-70</b>
		II - зона средних уклонов (0,003)	<b>50-70</b>
		III- зона малых уклонов	<b>70-100</b>

#### **Первый вариант –**

Если почвенные условия по всей длине продольных участков одинаковые, то полив проводится поочередно по всей длине каждого продольного участка.

На каждом поливном участке одного продольного участка планируется одинаковое количество направляемых водой борозд. Например, если по длине продольного поливного участка мы имеем два поливных участка, разделенных шох - арыками, то в каждом из них (исходя из нашего примера) будет отобрано по 30 одновременно поливаемых борозд. Если по длине продольного поливного участка мы имеем три поливных участка, то количество борозд будет 20, если четыре, то по 15.

Необходимо помнить, что вода с головного водозабора должна забираться порциями в зависимости от подключаемых к поливу борозд. Полив начинается с заправки 15 борозд верхнего участка. Затем заправляется второй участок. С учетом сброса оросительной воды (20% от водозабора на поливной участок) с верхнего участка на второй поливной участок, количество заправляемых борозд второго участка будет больше.

Так, если 15 борозд имеют водозабор  $15 \cdot 0,5 = 7,5$  л/сек, то сброс с верхнего участка составит 1,5 л/сек (20%), и на втором участке  $1,5 \text{ л/сек} / 0,5 = 3$  борозды дополнительно будут обеспечены за счет сброса. На третий и четвертые участки борозды заправляются поливной водой также с учетом сбросов с верхних участков (рис. 7.4а). На практике сбросы с поливных участков достигают до 30 % и заправляемое количество борозд на нижние участки за счет сбросов верхних участков увеличиваются. После окончания полива всех четырех поливных участков на первом продольном участке переходят к поливу второго продольного участка по той же схеме (рис. 7.4б).

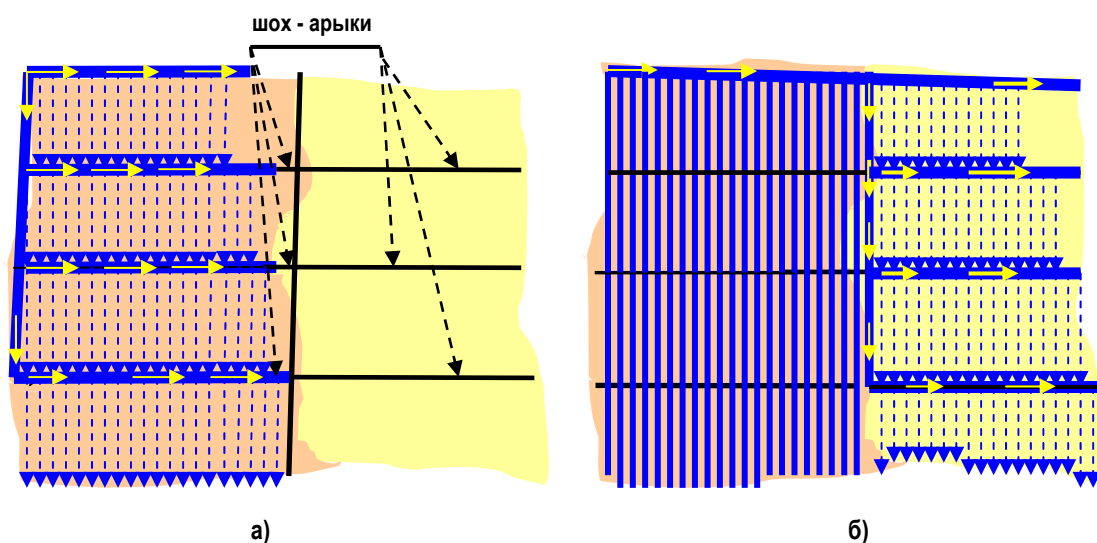


Рис. 7.4 Схема проведения полива:  
а) полив первого продольного участка на всю длину; б) полив второго продольного участка на всю длину.

### Второй вариант –

Если поле имеет участки с различными почвенными разностями, то полив желательно проводить по отдельным поливным участкам, так как режим орошения их будет отличаться по нормам, продолжительности полива и по расходам в борозду.

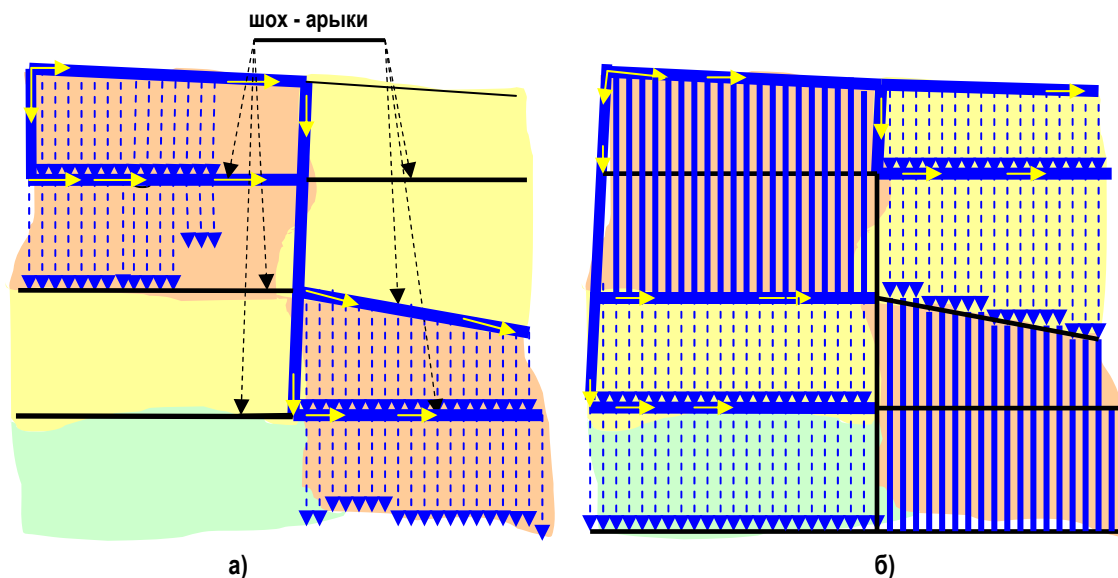


Рис. 7.5. Схема проведения полива на поле с различными почвенными разностями:  
а) полив однотипных участков, запланированных для полива в первую очередь; б) полив следующих однотипных участков.

В этом случае головной водозабор распределяется на те однотипные поливные участки, которые планируется полить на данном поле в первую очередь (рис. 7.5 а). Только после полного завершения полива этих участков переходят к поливу следующих (рис. 7.5 б).

Необходимо иметь в виду, что различная водопроницаемость почвогрунтов на поливных участках предусматривает выбор для каждого из них расхода воды в борозду и норму полива. Следовательно, при одном головном расходе количество одновременно поливаемых борозд на поливных участках будет зависеть от расхода воды в борозду.

### Пример

Детальное описание схемы полива хлопчатника при малом головном водозаборе.

Площадь орошаемого поля – 3,0 га. Ширина поля – 144 м, длина поля 200 м. Ширина междурядья составляет 0,9 м. Полив производится через борозду.

Поле разбивается «ок арыками» на четыре участка, на два верхних и два нижних. Длина борозд, разделенных «ок арыками», составляет 80-100 м. Полив начинается с первого верхнего и с первого нижнего поливных участков. Распределение поливной воды по бороздам начинается с нижнего участка. Если количество поливальщиков составляет 4 человека, то распределение поливной воды по бороздам производится одновременно – два поливальщика на нижнем участке и два поливальщика на верхнем.

На первом этапе на нижний участок подается 10 л/с оросительной воды с учетом полива 20 борозд, однако поливная вода распределяется на 25 борозд, последние 5 борозд добавляются на нижний уча-



---

сток с учетом поступления поливной воды с верхнего участка на ок - арык нижнего участка. На верхний поливной участок подается 6-7 л/с оросительной воды, и поливная вода распределяется на 15 борозд. Добегание поливной воды до ок - арыка составляет – 6 часов, до полного насыщения полив продолжается еще 6 часов и в целом продолжительность полива каждой борозды составляет 12 часов. Притекающие с верхнего участка остаточные воды полностью используются нижним участком. После 12 часового полива заканчивается полив первой группы борозд верхнего и нижнего участка.

Следующим этапом на полив отводится 10 борозд на нижний участок и 20 борозд на верхний. На ок - арык нижнего участка отводится 5 л/с, а на верхний - 10 л/с поливной воды. После 6 часов полива обоих участков расход поливной воды на нижнем ок - арыке уменьшается с 5 до 3 л/с с учетом поступления сбросных вод с верхнего участка.

На третий этап оставляется одинаковое число борозд - 7 на верхнем и 7 борозд на нижнем участках. На оба участка подается по 3,5 л/с поливной воды. После 6 часов полива, поливная вода в ок - арыке нижнего участка сокращается до 2,5 л/с за счет поступления сбросных вод с верхнего участка.

Расчетная схема выглядит следующим образом:

**I – этап; нижний участок – 10 л/с \* 12 часов на 0,45 га;  
верхний участок – 7,5 л/с \* 12 часов на 0,27 га**

**II – этап; нижний участок - 5 л/с \* 6 часов на 0,18 га и 3 л/с \* 6 часов  
(последующие) на те же 0,18 га; верхний участок - 10 л/с \* 12 часов на 0,36 га**

**III – этап; нижний участок - 3,5 л/с \* 6 часов на 0,135 га и 2,5 л/с \* 6 часов  
(последующие) на те же 0,135 га верхний участок - 3,5 л/с \* 12 часов на 0,135 га**

Полив второй половины поля производится по той же схеме.

## 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ. НАЗНАЧЕНИЕ СРОКОВ И НОРМ ПОЛИВА ПО РЕЖИМУ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ

Ш.Ш. Мухамеджанов

Известно, что нормальное произрастание сельхозкультуры зависит от своевременного и достаточного снабжения ее водой. Необходимая растениям вода отбирается ими из почвы, часть влаги испаряется с поверхности почвы, а другая часть, которая не может удерживаться в корнеобитаемой зоне, под действием сил тяжести перемещается в нижние горизонты почвы - это расходные статьи баланса. Пополнение запасов почвенной влаги осуществляется за счет атмосферных осадков, поливов и капиллярной подпитки из грунтовых вод – это приходные статьи баланса.

При нормальных условиях произрастания сельхозкультуры содержание почвенной влаги в корнеобитаемой зоне должно поддерживаться на оптимальном для растения уровне. Для того, чтобы обеспечить этот оптимальный уровень необходимо постоянно балансировать приход и расход воды. Необходимо знать, сколько влаги аккумулировано в почве, т.е. текущее содержание почвенной влаги.

В зависимости от степени насыщения почвогрунта водой и ее доступности для жизнедеятельности растений выделяют следующие виды влагоемкости:

- Максимально-гигроскопическая (МГ)
- Предельно-полевая влагоемкость (ППВ)
- Полная влагоемкость (ПВ)

**Максимальной гигроскопической влагой** называется то количество воды, которое поглощает почва из воздуха, насыщенного парами воды. Величина МГ зависит от механического состава почвы, количества коллоидов и гумуса в ней. Этой величиной пользуются для вычисления влажности завядания (ВЗ) растений. Она соответствует в большинстве случаев полуторной – двойной МГ. Вода в почве при влажности ее, равной максимальной гигроскопичности, совершенно недоступна для растения и не используется клетками микроорганизмов.

**Предельная полевая влагоемкость** отражает свойство почвы удерживать влагу в практически неподвижном состоянии после обильного увлажнения и просачивания всей избыточной воды под влиянием силы тяжести. Определение делается в природных условиях. Величина предельной полевой влагоемкости зависит от механического состава (изменяясь от 20% для супесчаной до 55 % для тяжелосуглинистой почвы) и уменьшается с глубиной. Предельная влагоемкость суглинистой почвы зависит и от сложения; приема обработки.

**Полной влагоемкостью (водоёмкостью)** называется максимальное количество воды, которое удерживается в почве в состоянии полного насыщения при заполнении всех пор водой. Величина ее в объемных процентах совпадает с общей скважностью почвы. Несовпадение этих величин свидетельствует о наличии заземленного воздуха в почве.

Количество воды в порах почвогрунтов выражают либо в единицах объема ( $m^3/ga$ ), либо влажностью, выраженной в процентном отношении массы воды к массе абсолютно сухой почвы или к ее объему.

В производственных условиях влажность определяют так: почва, взятая с глубины 30-40 см при сжимании в руке не должна образовывать прочного комка, а рассыпаться от легкого броска на землю. При таком состоянии ее нужно поливать.

Таблица 8.1 Влагоемкость почвогрунтов

почвогрунт	Максимальная гигроскопическая (МГ), % к массе	Максимальная молекулярная (ММВ), % к массе	Предельно-полевая влагоемкость (ППВ)			Полная (ПВ), % к объему
			% к объему	% от пористости	% к массе	
Глинистый	8-12	21-24	45-55	75-85	21-26	45-65
Суглинок тяжелый	6-8	18-21	45-55	65-75		40-55
Суглинок средний	5-6	14-18	35-45	55-65	19-21	40-52
Суглинок легкий	3-5	7-14	30-55	50-60	13-19	38-50
Супесчаный	1,5-3,0	3-7	20-30	40-50		35-45
Песок	0,5-1,5	2-3	10-20	25-40		30-38

Для определения влажности почвы существует несколько методов: весовой, пикнометрический, по электропроводности и т.д. Наиболее распространенный - весовой метод.

На демонстрационных полях отбор образцов почвы на влажность производится перед каждым поливом и после него. Измерения влажности почвы перед поливом необходимы для того, чтобы определить, сколько воды нужно для пополнения запасов влаги в почве. Необходимо помнить, что время отбора образцов почвы в поле должно быть как можно ближе к началу полива. Отбор образцов после полива производится не ранее, чем через 24 часа после окончания полива и сразу же после появления возможности проведения работ в поле.

Пробы почвы отбираются при помощи почвенных буров. Отбор образцов проводят на гребне борозды. В зависимости от желаемой степени точности определения на делянке или на поле проводят различное число параллельных определений влажности почвы: два, три и более. Влажность учитывают по слоям 0-5, 5-10 и далее через 10 см.

Глубины взятия образцов необходимо приурочить к генетическим горизонтам почвы, это особенно важно для почв с ясно выраженной дифференциацией. В слоях, где свойства почвы и влажность меняются мало, допустимо более редкое взятие проб (например, пахотный горизонт 0-30, подпахотный 30-70, 70-100, 100-150 см).

Перед отбором почвы необходимо подготовить к работе почвенный бур, бюксы и журнал для записи (форма «Определение влажности почв»).

В журнале в форму «Определение влажности почв» записывается номер точки, с которой отбирается проба, дата и время отбора. В полевых условиях пробы почвы для определения ее влажности удобно брать в алюминиевые стаканчики (бюкса) по 20-30 г почвы. Для этого почва пробурируется до требуемой глубины, начиная от поверхности, отбирается средняя проба почвы со стаканчика бура и укладывается в бюксу. В поле необходимо тщательно и быстро закрывать стаканчики, чтобы избежать потери влаги при переносе образцов.

После отбора образца почвы в бюксу в журнал записывается горизонт отбора образца почвы (в данном случае пишется горизонт 20 см), а напротив него записывается номер бюксы (номер бюксы и номер

крышки от бюксы должен совпадать). Далее бур устанавливается в тоже отверстие грунта и пробуривается до следующей требуемой глубины (например, 40 см). После этого из стаканчика бура отбирается почва и укладывается в бюксу, которая закрывается крышкой. В журнал записывается горизонт отбора и номер бюксы. Далее та же операция проводится с почвой, взятой с последующих горизонтов.

### Пример

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ

Ф.И. О. фермера Толипов Кодиржон  
Республика Узбекистан  
Область Андижанская  
Район Булакбашинский

Фермерское хозяйство Толибжон  
Год 2004  
Площадь (га) 5  
Культура хлопчатник

Дата и время отбора	Но-мер (код) точки	Гори-зонт см	Номер бюкса	Масса бюкса, г			Масса сухой почвы, г	Масса влаги, г	Влажность, % от массы
				с влаж-ной почвой	с сухой почвой	пустого			
1	2	3	4	5	6	7	6-7	5-6	$(5-6) / (6-7) * 100\%$
4/05/2004	5	0	108	90,1	83,8	20,0	63,8	6,30	9,87
11:00			129	86,5	79,8	19,0	60,8	6,70	11,02
		20	048	102,9	93,0	18,9	74,1	9,90	13,36
			141	102,0	92,3	19,8	72,5	9,70	13,38
		40	098	107,2	97,0	20,3	76,7	10,20	13,30
			177	105,3	95,2	19,7	75,5	10,10	13,38
		60	075	117,9	104,7	20,2	84,5	13,20	15,62
			131	113,6	100,9	20,9	80	12,70	15,88
		80	063	115,9	102,9	17,6	85,3	13,00	15,24
			103	108,4	96,1	19,7	76,4	12,30	16,10
		100	002	111,0	97,7	17,2	80,5	13,30	16,52
			062	124,2	109,3	20,9	88,4	14,90	16,86

После завершения работ все бюксы укладываются в сетку. Затем при необходимости переходят на другую точку и проводят отбор проб почвы по той же схеме. После чего переходят в помещение для взвешивания бюксов с почвой на весах.

Перед взвешиванием необходимо тщательно проверить рабочее состояние весов, очистить внешнюю сторону каждой бюксы от почвы и посторонних предметов. В журнале открыть форму «Определение влажности почв», где уже записаны место, дата, время отбора, номера бюкс и горизонты отбора проб. Начать взвешивание каждой бюксы вместе с почвой и полученное значение записать в соответствующую колонку формы напротив номера, соответствующего номеру взвешиваемой бюксы.

Затем бюксы высушиваются в термостате. Для этого каждая бюкса открывается, устанавливается на крышку бюксы и помещается в термостат на просушивание. Время просушивания в термостате не менее 8 часов при температуре 105°. Наиболее удобны для сушки электрические термостаты с терморегулятором, но можно поддерживать постоянную температуру и в обычном сушильном шкафу на газе или керосинке, регулируя силу огня.

В случае отсутствия термостата можно просушить под солнцем, но время просушивания будет зависеть от времени достижения постоянного веса почвы. Для этого после одного дня просушивания под солнцем необходимо взвесить все бюксы и вновь поставить на просушивание, затем, через несколько часов, вновь провести взвешивание. Если значения не изменились, то можно считать что вся влага в почве испарилась, и остался только сухой грунт. Этот вес и необходимо записать в форму. Если есть изменения в весе, то необходимо еще раз поставить бюксы на просушивание и так до тех пор, пока не будет получен постоянный вес сухой почвы. Только после получения постоянного веса - записать это значение в форму.

Потеря веса при высушивании, выраженная в процентах на сухую навеску почвы, дает процент влажности.

*Итак, следует помнить*, что для определения влажности в форму должны быть внесены следующие данные:

Дата и время отбора образца, место взятия пробы, номер (код) точки, горизонт (глубина).

Номер бюкса (стаканчика).

Масса бюкса с влажной почвой, г (5)

Масса бюкса с сухой почвой, г (6)

Масса влаги, г (5-6)

Масса бюкса, г (7)

Масса сухой почвы, г (6-7)

Влажность в процентах к весу сухой почвы ( $W$ ) определяется по следующей формуле:

$$W \text{ вес. \%} = (5-6)/(6-7) * 100$$

Влажность в объемных процентах получают умножением величины влажности в весовых процентах на величину объемного веса

Запасы влаги в почве определяются по формуле:

$$W = (\theta / 100) * (\rho * h * S) / 10^6, \quad \text{т/га, м}^3/\text{га}$$

$$W = (\theta * (\rho * h)) / 10, \quad \text{мм}$$

где:

$W$  - запас влаги, т/га, м<sup>3</sup>/га;

$\theta$  — влажность, % от сухой массы;

$\rho$  - объемная плотность, г/см<sup>3</sup>;

$h$  - мощность слоя, см;

$S$  - площадь 1 га = 10<sup>8</sup>см<sup>2</sup>;

10<sup>6</sup> - коэффициент перевода из граммов в тонны.

Запасы полезной для растения влаги определяются как разность запасов влаги в почвенной толще в данный момент времени и труднодоступной влаги, соответствующей влажности завядания ( $W - W_{вз}$ ).

Дефицит запасов почвенной влаги определяется как разность максимального запаса почвенной воды, соответствующего предельной полевой влагоемкости, и запаса влаги в почвенной толще в данный момент времени ( $W_{ППВ} - W$ ).

Планирование сроков и норм полива – основная задача, которую необходимо решать сельхозпроизводителям в условиях орошаемого земледелия. В зависимости от сроков и норм полива планируется режим работы оросительной сети и все агротехнические операции, сопутствующие орошению сельхозкультур.

Для культуры хлопчатника разработан ряд методов определения сроков полива:

- По физиологическим показателям (сосущей силы листьев);
- По внешним признакам растений (окраска листьев);
- По узлу цветения;
- По влажности почвы

Наиболее распространенный и более объективный метод определения норм и сроков полива хлопчатника является метод основанный на изменении влажности почвы. Ниже приводится описание расчета нормы полива по изменению влажности почвы на основе формулы С.Н. Рыжова

Следует напомнить, что поливная норма – это количество воды, подаваемое в поле за один полив.

Размер поливной нормы можно установить по формуле С.Н. Рыжова:

$$M = (\theta_1 * P - \theta_2 * P) * h + K,$$

где M – норма полива, м<sup>3</sup>/га;

$\theta_1$  – наименьшая или предельно – полевая влагоемкость почвы в среднем в расчетном слое, % от массы почвы;

$\theta_2$  – предполивная влажность почвы в том же слое почвы, % от массы почвы;

P – средняя плотность почвы (объемная масса) в расчетном слое;

h – глубина расчетного слоя, см;

K - потери воды на испарение в процессе полива, равные 10% от величины дефицита влаги в почве перед поливом.

При расчете поливной нормы величину K увеличивают в среднем на 25-30 % от фактического дефицита влаги перед поливом с учетом потерь влаги на испарение, глубинное просачивание, поверхностный сброс, а на засоленных почвах – на промывной режим.

Опыты, проведенные в различных районах хлопкосеяния, показали, что наибольший урожай хлопко-сырца при экономном расходовании обеспечивается при предполивной влажности почвы на уровне 70% от ППВ в период от всходов до созревания и 60-65% от ППВ в фазу раскрытия коробочек. На орошаемых землях, подверженных засолению, а также на легких и маломощных почвах эффективно поддержание более повышенной влажности на уровне 75 и реже 80 % от ППВ, а в фазу созревания - 65% от ППВ.

Установлено, что на землях с глубоким залеганием грунтовых вод расчетный слой почвы для определения поливной нормы в среднем составляет 0-70 см до цветения и 0-100 см в период цветения-плодообразования хлопчатника. На землях с неглубоким (1,5-2 м) залеганием грунтовых вод соответственно 0-50 и 0-70 см, а при уровне грунтовых вод в пределах 1 м берется слой 0-50 см.

#### Расчет срока и нормы полива (по фактически замеренным значениям влажности)

Дата	Предполивная весо-вая влажность фактически замеренная (V <sub>1</sub> ), % от массы	Расчетная глубина (L)	Объемный вес (P), г/см <sup>3</sup>	ППВ объемная (V <sub>2</sub> ), % от объема	Предполивная объемная влажность фактически замеренная (V <sub>1</sub> *P), % от объема	Процент факт влажности от ППВ	Расчетная поливная норма нетто (W) при предполивной влажности 70% от ППВ, м <sup>3</sup> /га	Расчетная поливная норма брутто при предполивной влажности 70% от ППВ, м <sup>3</sup> /га	Орошаемая площадь, га	Расчетная поливная норма брутто при предполивной влажности 70% от ППВ, м <sup>3</sup>
23 апр	21,0	0,8	1,421	32,2	29,8	<b>92,5</b>	192,70	275,3	1,0	275,3
4 мая	18,8	0,8	1,421	32,2	26,7	<b>82,8</b>	443,93	634,2	1,0	634,2
9 мая	17,5	0,8	1,421	32,2	24,9	<b>77,3</b>	585,80	836,9	1,0	836,9
15 мая	15,2	0,8	1,421	32,2	21,7	<b>67,3</b>	842,72	1203,9	1,0	1203,9
28 мая	18,4	0,8	1,421	32,2	26,1	<b>81,0</b>	488,84	698,3	1,0	698,3
7 июня	18,2	0,8	1,421	32,2	25,9	<b>80,4</b>	503,61	719,4	1,0	719,4
14 июня	16,7	0,8	1,421	32,2	23,7	<b>73,6</b>	680,95	972,8	1,0	972,8

---

Использованная литература:

- Астапов С. В. «Мелиоративное почвоведение». Практикум. Сельхозгиз, 1958.  
Астапов С. В. и Долгов С.И. «Методы изучения водно-физических свойств почв и грунтов». В кн.: «Почвенная съемка. Руководство по полевым исследованиям и картированию почв». Изд-во АН СССР, 1959.  
И.И. Плюснин, А.И. Голованов. «Мелиоративное почвоведение», 1993

---

## 9. МЕХАНИЗМ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ, С МАЛЫМИ ПЛОЩАДЯМИ

Ш.Ш. Мухамеджанов

(данный механизм разработан по результатам практических исследований автора)

---

### Разработка методов работы с группами водопользователей на землях с малыми площадями на примере канала Соколок (Кыргызстан)

Одним из условий достижения эффективного использования оросительной воды при орошении сельскохозяйственных культур является нормированная подача оросительной воды в поле. В условиях фермерских хозяйств с орошаемой площадью более 10 га, как это распространено в Узбекистане и частично в республиках Таджикистан и Кыргызстан, обеспечение нормированной водоподдачи, достигается организацией водоучета и планированием режима орошения. В Ошской области распространены фермерские хозяйства с малыми площадями (до 1 га). Планирование водопользования со стороны АВП производится только до границы канала, с которого далее идут отводы водопользователей. Нормирование водоподдачи по каждому отводу не производится, расход воды по каждому отводу не фиксируется за отсутствием водомерных устройств и постов. Вододеление между водопользователями носит случайный характер, каждый водопользователь использует оросительную воду по своему усмотрению, без контроля, без какой либо дисциплины, договоренности или очередности. В результате планирующие водоподачу организации лишены возможности контролировать время и объем использования поданной воды, водопользователи лишены возможности получения своевременного и потребного объема оросительной воды, особенно это сказывается для водопользователей расположенных вниз по течению не только в пределах канала, но и внутри самих отводов.

Для решения данной проблемы группой специалистов НИЦ МКВК в рамках проекта ИУВР-Фергана проведена работа по отработке методики эффективного использования оросительной воды каждым водопользователем на примере канала Соколок, расположенной на территории АВП Жапалак.

В результате изучения водораспределения из канала Соколок установлено:

- что гидрометры АВП доставляют воду только до отвода;
- вододеление внутри отвода производится самими водопользователями,
- при вододелении между водопользователями возникают конфликты;
- отводы не оснащены водомерными устройствами;
- водоучет и его оплата со стороны АВП производится из расчета посевной площади по гектару поливной площади ( в 2004 году при стоимости  $1\text{ м}^3$  воды 0,04 сом установлена оплата за 1га 400 сом, что соответствует объему использованной воды в  $10000\text{ м}^3/\text{га}$ );
- учет политой площади практически не ведется;



**Методика эффективного использования оросительной воды в фермерских хозяйствах, с малыми площадями, основанная на учете водозабора каждым фермером и организации оплаты за воду по фактически использованному объему, вместо существующей оплаты по гектару.**

**Шаг 1.** Необходимо с водопользователями каждого отвода провести мобилизационную и разъяснительную работу. В процессе разъяснительной работы определить проблемы каждого водопользователя связанные с использованием оросительной воды. Оценить на сколько данный метод решает эти проблемы. Каждый водопользователь должен понять преимущество и выгоду данного метода.

**- На какие вопросы следует обратить внимание при работе с фермерами:**

- каким образом каждый водопользователь получает воду;
- через кого он получает воду;
- насколько своевременно он ее получает;
- достаточно ли он получает воды для полива;
- насколько стабильно получает поливную воду каждый водопользователь, то есть, не бывают ли остановки водоподдачи во время полива;
- насколько справедливо вододеление между водопользователями;
- какие финансовые затраты несут водопользователи за использованную воду.

**- Какие выгоды и преимущества данного метода необходимо объяснить каждому фермеру:**

- гарантированное и стабильное получение потребной воды, достигаемое через водоучет полученной воды на границе отвода;
- справедливое водораспределение, достигаемое организованной очередностью на основе соглашения между всеми членами отвода;
- экономия финансовых средств переходом от оплаты по гектару на оплату по объему использованной воды.

**- Необходимо провести собрание с фермерами каждого отвода, совместно с директором и гидрометром АВП, на котором следует обсудить следующие вопросы:**

- проблемы с вододелением, сроками получения, расходом, стабильностью и справедливостью получения воды каждым фермером;
- организации водоучета на границе отвода;
- организации учета полученной воды каждым водопользователем;
- перехода на оплату по объему использованной воды;
- выбора лидера отвода, в функции которого входят получение воды на границе отвода, ее учет, вододеление между всеми членами водопользования и учет полученной воды каждым водопользователем, сбор оплаты за использованный объем воды от каждого водопользователя;
- составления общего договора по отводу на получение оросительной воды на основе актов приемки и передачи лидером от лица всех водопользователей и директором АВП;

**Шаг 2. Установка водомерного устройства и организация водоучета на отводе.**

**1. Установка водомерного устройства.** На отводе специалистами АВП устанавливается водомерное устройство (водосливы Чиполетти, Томсона или лоток САНИИРИ), желательно с перегораживающим щитом на входе в отвод. Оплата за установку и водослив или материалы на лоток обговариваются членами водопользования отвода с дирекцией АВП.

**2. Организация водоучета на отводе.** Водоучет на отводе производится посредством замера расхода воды по водомерному устройству с момента начала водоподдачи на отвод. Прежде всего, в момент водоподдачи на отвод должен присутствовать гидрометр АВП и лидер отвода. Оба представителя проводят замер по водомерному устройству уровень в водосливе или лотке, тут же по таблице определяют расход и оба в своих журналах приемки передачи записывают номер отвода, марку водомерного устройства, время начала водоподдачи, уровень водослива, расход воды. В журналах ставится подпись гидрометра АВП и лидера отвода.

**3. Журнал учёта получения воды через водомерное устройство с подписями мираба и лидера ГВП подекадно (таблица 9.1).**

Таблица 9.1 Журнал учёта получения воды

канал 2 порядка Соколок  
название отвода – № 2  
месяц – июнь

дата	Показания рейки			Сред.	Расход, л/с	Время подачи, час/сек	Сток, м <sup>3</sup>	Сток нарастающим итогом, м <sup>3</sup>	Примечание
	8 ч	14 ч	20 ч						
1									
2									
--									
22	12	12	12	12	30,3	12/43200	1309		
23	12	12	12	12	30,3	6/21600	654	1963	
--									
Ср, л/с					30,3				
Сумма т.м <sup>3</sup>							1963	1963	
Подпись	Гидрометр АВП					Староста отвода			

### Шаг 3. Составление договора с АВП

Согласно договоренности на общем собрании фермеров и дирекции АВП лидер отвода от имени водопользователей отвода составляет договор с Ассоциацией водопользователей:

1. на поставку оросительной воды согласно плану водопользования;
2. на учет подаваемой воды в точке выдела отвода с составлением акта приемки со стороны лидера отвода и передачи со стороны гидрометра АВП;
3. на оплату каждым водопользователем за объем использованной воды по «Журналу учета использования поливной воды водопользователями» заполняемой лидером отвода и представляемый в дирекцию АВП, с показанием общего использованного объема по сумме всех водопользователей и учтенного по водовыделу отвода согласованного и подписанного гидрометром АВП.

### Шаг 4. Водораспределение, полученной воды в голове отвода, между водопользователями.

Водораспределение между водопользователями производится **Лидером отвода**. Прежде всего, на общем собрании, лидер отвода договаривается со всеми водопользователями на:

- согласие очередности при проведения полива водопользователями;
- признание фермерами распределения и установления очередности водопользования лидером отвода;

#### Механизм распределения оросительной воды между водопользователями.

1. Распределение производится исходя из структуры посевных площадей и объема в голове отвода.
2. Лидер по акту приемки передачи с АВП получает по отводу расход воды, который он замеряет вместе с гидрометром АВП. В акте приемки передачи ставится замеренный расход, дата и время.
3. Затем Лидер отвода по **расходу** получаемой в **голове отвода** воды рассчитывает, какую **площадь** этот расход воды может обеспечить. Для этого он определяет, на какое количество **одновременно поливаемых борозд** можно распределить полученный **расход воды**.

Например: Расход воды в голове отвода составляет  $Q_{отв} = 30 \text{ л/сек}$ , расход в одну борозду составляет  $q_6 = 0,5 \text{ л/сек}$ , количество одновременно поливаемых борозд при этом составит:

$Q_{отв}: q_6 = 30\text{л/сек} : 0,5\text{л/сек} = 60$  поливных борозд.

Зная на сколько борозд хватит у него воды лидер определяет последовательность и очередность водопользователей. У кого-то может быть 10 борозд на все поливное поле у кого-то 20 у кого-то более 60 в зависимости от площади поливного поля. Можно разделить по 10 борозд и охватить 6 водопользователей не зависимо от площади. В этом случае у кого всего десять поливных борозд тот выходит из полива за один прием, у кого 20 поливных борозд за два приема и у кого 60 поливных борозд за шесть приемов. Желательно тому, у кого большая площадь подать воды на большее количество борозд, чем тем, у кого меньшая площадь. По количеству борозд лидер определяет, кому, сколько он выдал воды и далее по продолжительности времени использования определяет сколько воды использовал водопользователь и записывает за ним этот объем воды, за которую тот должен будет заплатить.

Например: водопользователь имеет 20 поливных борозд, ему лидер отвода подает расход воды из расчета –при расходе на одну борозду  $q_6 = 0,5\text{л/сек}$  на 20 борозд составит:

$0,5\text{л/сек} * 20 = 10\text{л/сек}$

4. Лидер отвода в «Журнал учета использования поливной воды водопользователями» (таблица 9.2) проводит запись подачи воды каждому водопользователю. В журнале лидер отмечает фамилию водопользователя, дату и время получения воды, количество борозд охваченных одной водоподачей, нормированный для этих земель расход воды в борозду, общий расход воды, поданный на поле, время окончания полива, общее время полива (то есть продолжительность полива), общий объем использованной воды, подпись водопользователя и лидера отвода.

Таблица 9.2 Журнал учета использования поливной воды водопользователями

Ф.И.О. водопользователя	Получил воду		Подача воды					Закончил полив		Общее время полива	Общий объем воды	Подпись водопользователя	Подпись Лидера отвода
	Дата	время	общее количество поливаемых борозд	на какое количество борозд	расход воды в борозду	Общий расход воды	кратность полива	Дата	время				
			шт	шт	л/сек	л/сек				часов	м <sup>3</sup>		
1	2	3		4		5		6	7	8	9	10	11
Манасов	22 июня	8ч 25 мин	75	25	0,5	12,5	3	23 июня	2ч-25мин	18	810		
Жумаев	22 июня	8ч 25 мин	30	15	0,5	7,5	2	22 июня	20ч-25мин	12	324		
Бабаев	22 июня	8ч 25 мин	60	20	0,5	10	3	23 июня	2ч-25мин	18	648		
всего	22 июня	8ч 25 мин	165	60	0,5	30		24 июня	2ч-25мин	18	1782		

Для записи в журнал количество борозд определяется по наличию борозд в поле. Лидер отвода вместе с фермером просматривает поле и отмечает количество борозд в поле. Количество борозд для первоначального и одновременного полива определяет сам лидер в зависимости от расхода воды, который он будет получать из канала и согласовывает это количество с фермером. В зависимости от количества одновременно поливаемых борозд и общего количества борозд определяется кратность полива – к примеру у фермера на поле всего 75 поливных борозд, лидер и фермер приходят к согласию одновременно

поливать по 25 борозд, значит фермер получает определенный расход воды который хватает на 25 борозд.

Фермер поливает сначала 25 борозд, затем закончив полив переходит к следующим 25 бороздам и закончив полив второй группы борозд переходит поливать следующие 25 борозд. Значит, если для полива первых 25 борозд фермеру требуется 6 часов, то для полива всех 75 борозд ему понадобится 18 часов. Значит в течении 18 часов выделенный ему расход будет им занят. Только после окончания он сообщает лидеру (заранее) и приостанавливает получение воды от лидера. Этот освободившийся расход воды лидер передает на другое поле другому фермеру.

#### **Шаг 5. Как определить какую норму, а значит, какое время необходимо подавать воду водопользователям.**

**Норма для полива культуры** определяется по гидромодульному районированию, где учтены почвенно-мелиоративные условия орошаемых земель. Эта информация детально существует в дирекции АВП. Лидер отвода должен иметь поливные и оросительные нормы для всех культур, культивируемых на их землях. Эту информацию он выписывает заранее до поливного сезона у гидротехника или директора АВП.

#### **Шаг 6. Расчет продолжительности полива**

Продолжительность полива рассчитывается из расчета, какое время необходимо подавать в борозду поливной воды чтобы подать необходимую норму. Если поливная вода подается одновременно на 25 борозд то продолжительность для всех 25 борозд будет одинаковая. Чтобы использовать эту таблицу необходимо знать ширину борозды, а она практически всегда известна, и в большинстве случаев, особенно для Ошской области, она составляет 0,6 м. Необходимо знать длину борозды она тоже известна по каждому полю. Незвестной величиной является расход в борозду. Расход в борозду можно принять исходя из рекомендуемых значений для различных почв. В таблице 6.2 приведены значения полученные проектом ИУВР-Фергана для различных сочетаний почв и уклонов.

В результате использования данного подхода в 2006 году, было достигнуто соглашение между всеми водопользователями внутри отвода и разрешение конфликтов по использованию воды. После окончания полива каждый водопользователь срочно обращался к лидеру отвода и останавливал подачу воды на его поле. Основную роль в такой дисциплине сыграл переход оплаты за воду по объему использованной воды и его учет каждым водопользователем, взамен прежней, когда оплата производилась по гектару поливной площади на весь отвод. В результате была достигнута экономия оросительной воды и экономия при оплате за воду каждым водопользователем.

Большие потери оросительной воды и низкая продуктивность на малых площадях в Ошской области Кыргызстана результат не организованной и бесконтрольной подачи и использования воды водопользователями. Сокращение потерь и справедливое водораспределение каждому водопользователю лежит на методах позволяющие заинтересовать водопользователя экономно относиться к полученной воде и только в те сроки, когда в этом есть потребность. Изучением ситуации установлено, что водопользователи оплачивая плату из расчета политой площади, уравниваются независимо от того, что кто-то использовал большой объем воды а кто-то использовал меньше. В данном случае оплата 1 га площади составляет 400 сомов (10\$ США), при стоимости 1000 м<sup>3</sup> воды – 40 сом (1 \$ США). Получается, что каждый водопользователь оплачивал за 10000 м<sup>3</sup>/га воды. Опыты проекта на демонстрационных участках показали что оросительная норма к примеру озимой пшеницы не превышает 4000 м<sup>3</sup>/га, что в 2,5 раза меньше той воды за которую платят водопользователи при оплате на 1 га политой площади.

Продолжительность полива определяется по приведенным ниже таблицам:

Таблица 9.3

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м <sup>3</sup> /га		
			600-700	800-900	1000-1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, в минутах		
0,6	1	80	56	72	96
0,6	1	90	63	81	108
0,6	1	100	70	90	120
0,6	1	150	105	135	180
0,6	1	200	140	180	240

таблица 9.4

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м <sup>3</sup> /га		
			600-700	800-900	1000-1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, в минутах		
0,6	0,5	80	112	144	192
0,6	0,5	90	126	162	216
0,6	0,5	100	140	180	240
0,6	0,5	150	210	270	360
0,6	0,5	200	280	360	480

таблица 9.5

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м <sup>3</sup> /га		
			600-700	800-900	1000-1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, в часах.		
0,6	0,25	80	3-4	4-5	6-6,5
0,6	0,25	90	4-4,5	5-5,5	7-7,5
0,6	0,25	100	4-5	6	8
0,6	0,25	150	7	9	12
0,6	0,25	200	9-9,5	12	16

таблица 9.6

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м <sup>3</sup> /га		
			600-700	800-900	1000-1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, в часах		
0,6	0,1	40	5	6	8
0,6	0,1	50	6	8	10
0,6	0,1	60	7	9	12
0,6	0,1	70	8	11	14
0,6	0,1	80	9	12	16
0,6	0,1	90	11	14	18
0,6	0,1	100	12	15	20
0,6	0,1	150	18	23	30
0,6	0,1	200	23	30	40

Данный подход был использован в АВП «Жапалак» на канале Соколок.

**Таблица 9.7 Сравнительный анализ оплаты за воду и использования воды водопользователями по отводу 2 на канале Соколок**

Ф.И.О. фермеров	общая площадь	в том числе по культурам						Фактическая оплата за воду (сомах)		Экономия денежных средств	Расчетный объем использованной воды м3		Экономия воды м3
		кукуруза	оз. пшен.	овоци	подсол.	мн. трав.	картофель	2005-плата по гектару	2006-оплата по объему		2005	2006	
Мажитов А	0,5	0,35	-	0,15	-			200	83	117	5000	2075	2925
Мажитов Т	0,45	0,15	-	0,3				180	75	105	4500	1875	2625
Карабаев А	0,15	0,15	-	-				60	25	35	1500	625	875
Абдыкеримова Г	0,35	-	0,35	-				140	95	45	3500	2375	1125
Азимов М	0,15	0,15						60	25	35	1500	625	875
Азимова М	0,13			0,13				52	22	30	1300	550	750
Темиров Т	0,15	0,15						60	25	35	1500	625	875
Тургунбаев И	0,26	0,26						104	43	61	2600	1075	1525
Тургунбаева А	0,49		0,49					196	81	115	4900	2025	2875
Тургунбаева А	0,45	0,45						180	75	105	4500	1875	2625
Тургунбаева Ш	0,45	0,45						180	75	105	4500	1875	2625
Тургунбаев А	0,38	0,38						152	63	89	3800	1575	2225
Тургунбаев Н	0,19	0,19						76	31	45	1900	775	1125
Кочкоров Т	0,13	0,13						52	22	30	1300	550	750
Кочкоров А	0,38						0,38	156	65	91	3900	1625	2275
Тыныбеков С	0,13	0,13						52	22	30	1300	550	750
Мамазаитов Н	0,13	0,13						52	22	30	1300	550	750
Мамазаитов Ч	0,13						0,13	52	22	30	1300	550	750
Раимов М	0,26	0,26						104	43	61	2600	1075	1525
Матмусаев А	0,26		0,26					104	43	61	2600	1075	1525
Атазаков А	0,13			0,13				52	22	30	1300	550	750
Кочконов Б	0,26		0,26					104	43	61	2600	1075	1525
Жолдошев Д	0,13		0,13					52	22	30	1300	550	750
Апазов К	0,26	0,26						104	43	61	2600	1075	1525
Маматалиева Р.	0,39	0,39						156	65	91	3900	1625	2275
Алимбеков М	2	1,5			0,5			800	332	468	20000	8300	11700
Мамашев Ш	2	2						800	332	468	20000	8300	11700
Молдобаев М	0,6	0,6						240	100	140	6000	2500	3500
Эргешов К	0,2	0,2						80	33	47	2000	825	1175

		в том числе по культурам						Фактическая оплата за воду (сомах)		Экономия денежных средств	Расчетный объем использованной воды м3		
Найманов У	0,2	0,2						80	33	47	2000	825	1175
Чотуев А	0,2	0,2						80	33	47	2000	825	1175
Жунусов А	0,4	0,4						160	66	94	4000	1650	2350
Бекиев Э	0,2	0,2						80	33	47	2000	825	1175
Эмилов А	2	0,7	0,7	0,6				800	332	468	20000	8300	11700
Молдоалиев М	0,2	0,2						60	25	35	1500	625	875
Калыев Кенже	0,1	0,1						40	17	23	1000	425	575
Калыев Кыды	0,17	0,17						68	28	40	1700	700	1000
Калыев Э	0,28	0,28						112	46	66	2800	1150	1650
Калыев Т	0,14	0,14						56	23	33	1400	575	825
Калыев Э	0,38	0,38						152	63	89	3800	1575	2225
Калыев С	0,34	0,34						136	56	80	3400	1400	2000
Мырзакаримов А.	0,25	0,25						100	41	59	2500	1025	1475
Абдыкалыков Ж	1,73	0,63	0,5	0,3		0,3		692	287	405	17300	7175	10125
Абдыкалыков М	0,1	0,1						40	17	23	1000	425	575
Балтабаев Н	0,39	0,39						156	65	91	3900	1625	2275
Балтабаев О	0,49				0,49			196	81	115	4900	2025	2875
Балтабаев А	0,2	0,1			0,1			80	33	47	2000	825	1175
Балтабаев Т	0,15				0,15			60	25	35	1500	625	875
Токоев И	0,45		0,45					180	75	105	4500	1875	2625
Сарымсаков Ж.	0,13	0,13						52	22	30	1300	550	750
Сарымсаков С	0,13	0,13						52	22	30	1300	550	750
Сарымсаков А	0,13	0,13						52	22	30	1300	550	750
Сарымсаков М	0,25	0,25						100	42	58	2500	1050	1450
Сарымсаков А	0,15	0,15						60	25	35	1500	625	875
Сарымсаков К	0,15	0,15						60	25	35	1500	625	875
Сарымсаков М	0,1		0,1					40	17	23	1000	425	575
Сарымсаков К	0,09		0,09					36	15	21	900	375	525
Сарымсаков Э	0,3		0,3					120	50	70	3000	1250	1750
Сарымсаков О	0,68		0,68					272	113	159	6800	2825	3975
Сарымсаков Ж	0,19		0,19					76	32	44	1900	800	1100
Сарымсаков Б	0,19		0,19					76	32	44	1900	800	1100
Карыбеков К	1		1					400	166	234	10000	4150	5850
Итого	23,36	14	5,69	1,61	1,24	0,3	0,52	9324	3911	5413	233100	97775	135325

---

**Редакционная коллегия:**

Духовный В.А.  
Соколов В.И.  
Зиганшина Д.Р.  
Беглов Ф.Ф.  
Беглов И.Ф.

**Адрес редакции:**

Республика Узбекистан,  
100187, г. Ташкент, массив Карасу-4, д. 11  
Научно-информационный центр МКВК

**Компьютерная верстка и оформление**

Беглов И.Ф.

<http://sic.icwc-aral.uz>