

Рекомендации по расчету и выбору норм и элементов техники полива для хлопчатника по результатам проекта «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине» (ИУВР-Фергана)

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.**

Наиболее 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.

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 расходе обеспечивается при предполивной влажности на уровне:

- 75%-80% для люцерны, овощных и зерновых культур;
- для хлопчатника –от всходов до созревания 70%;
- в фазу раскрытия коробочек 60-65%.

Для условий Центральной Азии различие в потребности к воде по разным культурам незначительно и средние показатели количества воды, требующееся за вегетационный период, для получения максимального урожая для большинства культур находится в пределах 6600–7500 м³/га (поверхностный полив) и лишь для люцерны достигает 9900 м³/га. Однако в конкретных условиях орошения для эффективного и продуктивного использования оросительной воды необходимо определение потребной водоподачи в поле с учетом условий данного поля.

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

Для изучения и определения эффективных норм орошения и отдельных показателей полива нами на орошаемых землях подвешенных к пилотным каналам проекта ИУВР-Фергана в 2002 - 2007 г.г. были определены сочетания водопроницаемости и уклонов местности (таблица 1).

Используя разработки Н.Т. Лактаева (1) и материалы проекта нами проведена выборка элементов техники полива по всем пилотным объектам проекта ИУВР-Фергана. (Таблица 2). Полученные результаты поливных и оросительных норм позволили использовать их для планирования режима орошения и рекомендовать их для широкого круга специалистов и самих фермеров при проведении поливных работ.

Сочетание водопроницаемости почвогрунтов и уклонов местности демонстрационных полей по Республикам

Таблица 1

Подвешенные земли канала	Тип почвы	Мощность Покровного мелкозема	Подстилаемые грунты	Индекс уклон	Водопроницаемость скорость инфильтрации (м/ч)
Таджикистан Согдийская область (Джабар Расуловский, Б.Гафуровский районы),					
Гулякандоз	Легкий суглинок	0,5-1,5 м.	галечник	I-зона больш ших и очень больших уклонов 0,014- 0,03	А В –сильная, средняя водопроницаемость 0,0138-0,0042
Узбекистан Ферганская область (Кувиенский, Ташлакский, Ахунбабаевский районы),					
ЮФК	Легкие сред ние суглинки супесчаный серозем	0,5-0,7 м. местами Мощный	галечник	II – зона больших и средних уклонов 0,003-0,012	А Б –сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102- 0,0198
Андижанская область (Булакбошинский район), Узбекистан					
ЮФК	Легкие сред ние суглинки супесчаный серозем	0,5-0,7 м. местами Мощный	галечник	II – зона больших и средних уклонов 0,003-0,012	А Б –сильная, повышен- ная водопроницаемость 0,0102- 0,0198
Ошская область (Карасуйский, Араванский районы), Киргизия					
Араван-Акбуринский	Легкие и средние суглинки	0,5-0,7 м. местами мощный	галечник	I – зона очень больших уклонов 0,042-0,06	А Б –сильная и повышенная водопроницаемость 0,006-0,0402

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

Таблица 2

Наименование области, района	Почвенные условия	Водопроницаемость	Уклон	Длина борозд L _б	Расход в борозду q	Поливная норма (брутто) M _б м3/га	Поливная норма (нетто) M _н м3/га	Колво поливов	Оросительная норма, м3/га	Между Рядье В _р
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	1100	600-700	Хлоп-5-6 Пшен.- 4	Хлоп-6600-7700 Пшен. 4400	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	900	600-700	Хлоп-8-9 Пшен.-4	Хлоп-7200-8100 Пшен. 3600-4000	0,6
Ферганская область, Кувинский район	Легкие сред ние 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	900	600-700	Хлоп-7-8 Пшен.-4	Хлоп-6300-7200 Пшен. 3600-4000	0,6
Андижанская область, Булакбашинский район	Средние суглинки песчаные каменные 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	900	600-700	Хлоп-6-7 Пшен.-4	Хлоп-5400-6300 Пшен. 3600-4000	0,6

Однако режим орошения не будет полон если не будут определены ее дополнительные составляющие. Для эффективного проведения полива необходимо иметь и знать его основные показатели сроки полива, продолжительность полива и количество полива.

Этим вопросам проектом было уделено отдельное внимание и на пилотных объектах были проведены специальные исследования которые позволили отработать пути решения всех необходимых показателей полива.

Назначение сроков 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 ее нормы.

К примеру, 25 апреля проведен посев хлопчатника, 26 апреля проведен вызывной полив с водоподачей 800 м³/га. Начиная с 26 апреля, ведется учет суточного испарения. В сутки в этот месяц испарение составляет 2-3 мм или 20-30 м³/га. За 10 суток с поверхности почвы испарится 200-300 м³/га поданной воды, за 20 суток 400-600 м³/га и за 25 суток 500-750 м³/га. Если принять что испарение в среднем составляло 3 мм, то первый полив мы можем подавать через 25 суток, когда из почвы испарилось 750 м³/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, 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 м³/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 различных регионов Ферганской долины, мм;

10 - переводное число из мм в м³/га;

K – коэффициент полезного использования оросительной воды в поле иначе КПД поля равно – 0,75.

Далее зная межполивной период (N) или количество дней через, сколько необходимо проводить очередной 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 расчетом дату полива (Таблица 3).

Пример расчета ориентировочной даты следующего полива

Таблица 3

Номер полива	Дата полива а (T_i)	Межполивной период (N) $N = W/(E_i * 10) * K$	Дата следующего полива (T_{i+1})	Осадк и	Поправка межполивного 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	24мая+15сут= =8июня	12мм	$120/(4*10)=$ $=3$ сут	8июня+3сут= =11 июня
	11 июня					
3– полив		$800/(5*10)*0,75=$ $=12$ сут	11июня+12сут=23 июня	5мм	$50/(5*10)=1$ сут	23июня+1сут=24ию ня
	24 июня					

В таблице3: 800 – водоподача последнего полива в м3/га; $(3,3*10)$ - 3,3 – ожидаемая средняя величина суточного испарения в мм умноженная на 10 она преобразуется в м3/га (то есть 3,3 мм = 33м3/га); 0,75 – величина полезно использованной воды за вычетом потерь на сброс и глубинную фильтрацию.

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 4 средними значениями суточного испарения, полученные по результатам замеров на демонстрационных полях проекта ИУВР-Фергана с 2002 по 2005 годы.

Средние значения испарения по пилотным зонам проекта

Таблица 4

Наименование областей	Месяцы								
	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Фергана		3,1	6,5	7,9	7,7	5,9			
Ош		3,0	4,9	6,8	6,1	6,4	2,4		
Ходжент			5,7	7,5	7,1	5,9			

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 Акбарабад в Кувинском районе Ферганской области, в ф/х Толибжон Булакбашинского района Андижанской 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 посадка 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.

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, м³/га;

V₁ - наименьшая или предельно полевая влагоемкость почвы в среднем в расчетном слое, % от массы почвы;

V₂ - 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 оросительной 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 для последующих поливов, м³/га;

∑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. Порядок расчета нормы последующего полива приведен в таблице 5.

Расчет поливной нормы

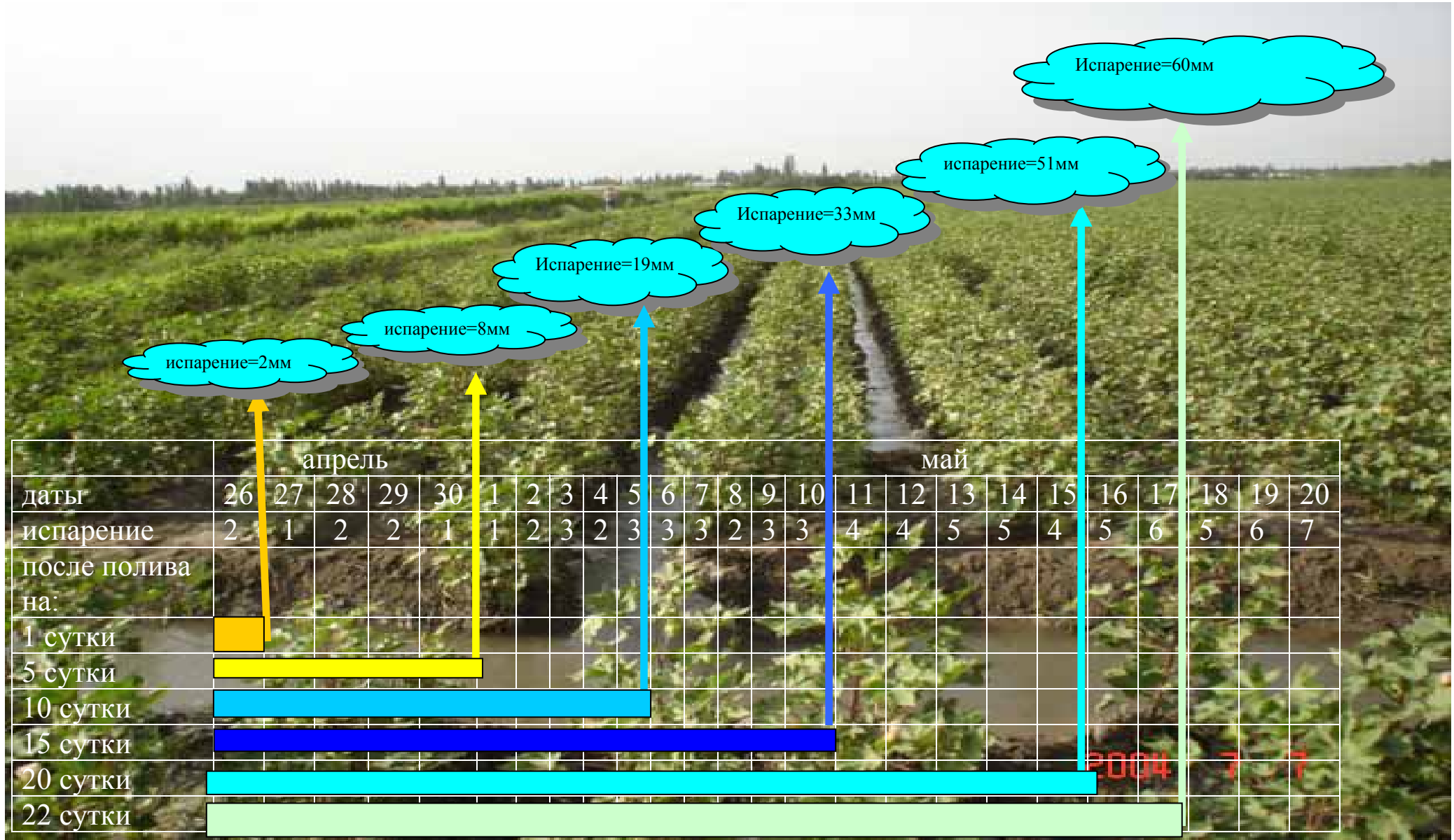
Таблица 5

Номер полива	Дата полива	Межполивной период (Т)	Срок полива по прогнозу	Осадки	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
		сутки	сутки	мм	сутки	сутки	м3/га	м3/га
Выз	26 апр.							800 м3/га
		$800/(3*10)*0,75=$ $= 20$ сут.	26 апр+20сут= = 16 мая	23	$230/(3*10)=$ $= 8$ сут	16 мая+8 сут= = 24 мая	$20 * (3*10)=600$ м3/га	$600/0,75= 800$ м3/га
1	24 мая							
		$800/(4*10)*0,75=15$ с ут	24 мая+15сут= = 8 июня	12	$120/(4*10)=$ $= 3$ сут	8июня+3сут= = 11 июня	$15* (4*10)=600$ м3/га	$600/0,75= 800$ м3/га
2	11 июня							
		$800/(5*10)*0,75=12$ с ут	11июня+12сут= = 23 июня	5	$50/(5*10)=1$ сут	23июня+1сут= = 24июня	$12* (5*10)=600$ м3/га	$600/0,75=800$ м3/га
3	24 июня							

Последовательность расчета:

1. После посева хлопчатника (или другой культуры) проводится вызывной полив. Вызывной полив проводится сразу же после посева, для Ферганской области рекомендуется проводить посев с 20 по 25 апреля, значит вызывной полив проводится 21 или 26 апреля.
2. Норма вызывного полива проводится для увлажнения 50 см слоя почвы не более. Норма вызывного полива при этом составляет 700-950 м3/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 м3/га влаги, за 10 суток расходуется – 350-400 м3/га, за 20 суток соответственно – 700-800 м3/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 м3/га нетто или 950-1066 м3/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.

Расходование влаги на испарение из почвы и растений за различный период времени после полива



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

Таблица 6

Характеристика почв и грунтов	УГВ	Поливы								Оросительная норма, м3/га
		Выв	1	2	3	4	5	6	7	
		Поливные нормы, нетто м3/га								
		Пшеница, Ошская область								
Легкие и средние суглинки каменистые, подстилаемые галечником, с большими уклонами.	□5м	1000	1050	1000	950					4000
		Хлопчатник, Ферганская долина								
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 покровным мелкоземом.	1,0-1,5м	800	600	600	600	600	600	600		4400
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	559	5657,5

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 приведенные в таблице 2.

При известных показателях полива (установленных по таблице 2 или по гидромодульному районированию), рекомендуемых для ваших земель, продолжительность полива для одной борозды или группы одновременно поливаемых борозд можно определить расчетным путем. 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 м³/га определяется сколько необходимо подать воды в одну борозду. Для этого мы определяем площадь борозды – F:

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

Далее определяется объем воды необходимый для одной борозды (W), м³/га:

$$W = M_{br} * ((L_b * B_b) / 10000), \text{ м}^3/\text{га}$$

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

$$D_{irr} = ((M_{br} * ((L_b * B_b) / 10000)) / ((q / 1000) * 3600)) \quad (7)$$

Продолжительность полива по уравнению 7 рассчитывается в часах, умножая данное уравнение на 60 можно получить продолжительность полива в минутах.

Упрощая уравнение (7) получим:

$$D_{irr} = ((M_{br} * (L_b * B_b) / 10) / (q * 3600)) \text{ в часах}; \quad (8a)$$

$$D_{irr} = (M_{br} * (L_b * B_b) / 10) / q / 60 \text{ в минутах}; \quad (8b)$$

Где:

D_{irr} - продолжительность полива

M_{br} – поливная норма брутто, м³/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 м³/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^3 в литры то есть $4,32 \text{ м}^3 * 1000 = 4320 \text{ литров}$;

Далее:

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

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 головного расхода воды в поле.

В таблицах 7,8 приведены значения продолжительности полива для различных сочетаний показателей полива.

таблица 7

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м ³ /га		
			600-700	800-900	1000-1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, в минутах		
0,6	0,5	40	56	72	96
0,6	0,5	50	70	90	120
0,6	0,5	60	84	108	144
0,6	0,5	70	98	126	168
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 8

Ширина междурядий	Расход в борозду	Длина борозд	Поливная норма брутто, м ³ /га		
			600-700	800-900	1000-1200
метр	литр/сек	метр	Продолжительность полива, в минутах.		
0,6	0,25	40	112,0	144,0	192
0,6	0,25	50	140,0	180,0	240
0,6	0,25	60	168,0	216,0	288
0,6	0,25	70	196,0	252,0	336
0,6	0,25	80	224,0	288,0	384
0,6	0,25	90	252,0	324,0	432
0,6	0,25	100	280,0	360,0	480
0,6	0,25	150	420,0	540,0	720
0,6	0,25	200	560,0	720,0	960