

Ассоциация НИЦ - ИВМИ
Проект повышения продуктивности воды на уровне поля (ППВ)

Кыргызский научно–исследовательский институт ирригации
(Кыргыз. НИИ ирригации)

Ш.Ш.Мухамеджанов, канд. техн. наук
А.О.Налойченко, канд. техн. наук,
ст. науч. сотр
А.Ж.Атаканов, канд. техн. наук
Из серии «В помощь фермеру и АВП»
выпуск 6

Как определить дату очередного полива и
рассчитать норму вегетационного орошения в
полевых условиях

Бишкек 2009 г.

Ассоциация НИЦ - ИВМИ
Проект повышения продуктивности воды на уровне поля (ППВ)

Кыргызский научно–исследовательский институт ирригации
(Кыргыз. НИИ ирригации)

Ш.Ш.Мухамеджанов, канд. техн. наук

А.О.Налойченко, канд. техн. наук,
ст. науч. сотр

А.Ж.Атаканов, канд. техн. наук

Из серии «В помощь фермеру и АВП»
выпуск 6

Практические советы

Как определить дату очередного полива и
рассчитать норму вегетационного орошения в
полевых условиях

Подготовка и издание брошюры
произведены при идеологической
и финансовой поддержке Проекта ППВ

Бишкек 2009 г.

Налойченко Александр Онуфриевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией орошения и почвенно – эрозионных исследований, специалист по мелиорации орошаемого земледелия, рекультивации и охране земель.

Атаканов Аманжол Жамансариевич, кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, специалист по орошаемому земледелию.

Подготовка орошаемого участка к вегетационному поливу и организация водосберегающей внутрихозяйственной оросительной системы

Компьютерный дизайн и оформление: Александр Налойченко
Аманжол Атаканов

Формат 60 X 84 1/16. Условный объем 1,4 п.л.

Бумага типографическая высшего качества. Печать РИЗО
Тираж 100 экз.

Издательство ПК «Переплетчик» г.Бишкек

4. Перечень работ, готовящихся к изданию в помощь фермеру:

1. Орошение как главный элемент эффективного регулирования факторов жизни растений.
2. Подготовка орошаемого участка к вегетационному поливу и организация водосберегающей внутрихозяйственной оросительной системы.
3. Применение улучшенных элементов техники и технологии полива по бороздам и напуском по зарегулированным полосам.
4. Применение улучшенных агротехнических мероприятий для повышения плодородия почвы и продуктивности воды путем мульчирования междурядий.
5. Удобрительное орошение посредством внесения жидких минеральных удобрений с поливной водой (фертигация).
6. Как определить дату очередного полива и рассчитать норму вегетационного орошения в полевых условиях.
7. Применение простейших водомерных сооружений и технических средств нормированного водораспределения для рационального использования воды на орошение.
8. Технология применения режима вегетационных поливов при возделывании сельскохозяйственных культур.
9. Применение подпочвенного орошения на фоне осушительно – увлажнительного горизонтального дренажа (субиригация).
10. Система капельного орошения (СКО) фруктового сада и виноградников.

Рекомендуемые нормы полива для различных почвенных разностей

Таблица 4

Характеристика почв и подстилаемых грунтов	УГВ	полив								Ороситн орма, м ³ /га
		Вы- зыв- ной	1	2	3	4	5	6	7	
		Поливные нормы, м ³ /га								
		Пшеница								
Легкие и средние суглинки каменистые, подстилаемые галечником, с большими уклонами	>5 м	1000	1050	1000	950					4000
		Хлопчатник								
Средние и легкие суглинки с переменной мощностью покровного мелкозема, подстилаемые галечником, с большими уклонами	>5 м	980	950	950	950	800	800			5430
Средние суглинки песчаные каменистые с мощным покровным мелкоземом	>5 м	600	733	890	965	960	560	602		5300
Легкие суглинки с покровным мелкоземом 1,0– 1,2 м подстилаемые галечником	0,5 - 1,0	605	609	526						1740
Средние и тяжелые суглинки с мощным покровным мелкоземом	1,0 - 1,5	800	600	600	600	600	600	600		4400
Легкие и средние суглинки с покровным мелкоземом 0,5– 0,7 м, подстилаемые галечником	>5 м	1100	1192	1063	1053	1220	1160	1232	902	8922
Легкие суглинки с мощным покровным мелкоземом	>5 м	1100	1080	950	1200	1165	1176	955		7626
Легкие суглинки с покровным мелкоземом 0,5 – 0,7 м, подстилаемые галечником	>5 м	489	711	840	850	863	709	637,5	559	5657,5

Содержание

Предисловие.....	6
Как определить дату очередного полива сельхозкультур и рассчитать норму вегетационного орошения в полевых условиях	8
1. Инструментально лабораторный метод определения влагозапасов.....	8
1.1 Определение даты очередного полива сельхозкультур по факторам влажности почвы.....	8
1.2 Определение даты очередного полива по известным показателям среднесуточного водопотребления сельхозкультур.	11
1.3 Определение срока очередного полива по состоянию концентрации клеточного сока растений.....	13
2 Полевые способы определения срока полива.....	14
2.1 Способы определения срока полива по признакам физиологического состояния растений.....	14
2.2 Определение срока полива по методу пластичности почвы	15
2.3 Механическое определение срока полива методом «трости агронома»	15
3. Расчет нормы вегетационного полива.....	17
4. Перечень работ, готовящиеся к изданию в помощь фермеру	21

Предисловие

Система ведения фермерского хозяйства – это совокупность агротехнических и организационно – хозяйственных мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. В агротехническом комплексе главенствующее место занимает правильное орошение, а в организационно – хозяйственном – знание и опыт рационального ведения на поле водосберегающих ирригационно-агротехнических технологий.

Опыт показывает, что большинство фермеров, пришедших в сельское хозяйство из других областей деятельности, не имея своей почвообрабатывающей техники и достаточных знаний по орошаемому земледелию, систематически не соблюдают рекомендуемые нормы и сроки поливов, неправильно подбирают технику полива, не учитывая ее особенности и условия, конкретных полей, а так же неправильно ведут эксплуатацию оросительных систем – все это вместе взятое, приводит к деградации земель. Так, например, при нарезке поливных борозд с большими уклонами – наблюдается повышенный сброс воды, с выносом твердого стока и питательных элементов, поливные борозды размываются, происходит не качественный полив, что приводит к дискредитации данного способа полива. Или, другой пример, орошение большими поливными нормами, особенно в условиях близкого залегания грунтовых вод, приводит к недопустимому подъему их, заболачивая и засоляя орошаемые массивы. В дальнейшем, использование таких массивов, становится низкорентабельным.

Исходя из условий водосбережения, Проект по Улучшению Продуктивности Воды на уровне поля, по своей идеологии и содержанию, наиболее близок интересам земледельцам по их усилиям умело и эффективно вести свое хозяйство: сохранить и повысить плодородие земли, полностью водообеспечить орошаемые земли, а также обеспечить себя и горожан продуктами питания. Таким образом, настоящая серия брошюр «В помощь фермеру», ставит своей целью – помочь фермерам Республики в освоении начальных знаний и практического применения на своем поле рационального ведения сельскохозяйственных работ, эффективного использования водных и

через 16 суток, т. е. 15 мая, то норма составит $550 \text{ м}^3/\text{га}$ нетто или $790 \text{ м}^3/\text{га}$ брутто.

При назначении даты и нормы полива, следует помнить, что практически нет возможности провести полив в сроки с точностью до одних суток. Поэтому рекомендуется готовиться к поливу заранее за 2 – 3 суток до наступления полного расходования поданной влаги. Порядок и последовательность расчета нормы последующего полива приведен в таблице 3.

Таблица 3

Расчет поливной нормы

Номер полива	Дата полива	Межполивной период (Т)	Срок полива по прогнозу	Осадки, $\text{м}^3/\text{га}$	Поправка межполивного периода по величине выпавших осадков	Срок полива по факту с поправкой на выпавшие осадки
	20.04.	Посев хлопчатника				
Всходо-вызываю	21.04	Всходо-вызывающий полив				
1– полив		$(800:36) \times 0,70 = 16$ суток	$21.04 + 16 = 6$ мая	290 мм	$290 : 34 = 9$ сут	$6 \text{ мая} + 9 = 15 \text{ мая}$
	5.05					
2– полив		$(800:50) \times 0,70 = 11$ сут	$15.06 + 11 = 25$ мая	100 мм	$100 : 50 = 2$ сут	$25.05 + 2 = 27 \text{ мая}$
	27.05					
3– полив		$(800:62) \times 0,70 = 9$ сут	$27.05 + 9 = 4$ июня	20	$20 : 62 = 0$ сут	4 июня
	04.06					
4–полив		$(800:68) \times 0,70 = 8$ сут	$04.06 + 8 = 12$ июля	50	$50 : 68 = 1$ сут	$12.06 + 1 = 13 \text{ июня}$
	13.06					
		И так далее в соответствии с режимом орошения				

Для практического пользования, в таблице 4 приведены рекомендуемые нормы полива пшеницы и хлопчатника.

$K = \sum E_i \times 0,30$, м³/га; тогда норма полива будет рассчитана по зависимости:

$$m_{2-n} = \sum E_i + 0,3 \sum E_i, \text{ м}^3/\text{га}; (6)$$

Как при определении срока полива, так и при определении нормы полива и его расчета, для земель с глубоким залеганием уровня грунтовых вод, достаточно знать сумму ежесуточного испарения или его средние значения за каждую декаду (см. табл. 3) для данного региона. Принцип расчета очень прост и его могут использовать не только специалисты, но и фермеры. При использовании данного метода необходимо вести водоучет в фермерском хозяйстве. По водомерным устройствам (Чиполетти, Томсона и др.) можно определить водоподачу на каждое поле с достаточной точностью.

Последовательность расчета следующая: Например, после посева 20 апреля хлопчатника (или другой культуры), начиная с 21 апреля следует проводить вызывной полив для увлажнения 60 см слоя почвы и пополнения страхового запаса, нормой $m = 800 \text{ м}^3/\text{га}$. Начиная со дня окончания вызывного полива, ведется учет дней с ежесуточным суммарным испарением. При испарении, в нашем примере, (см. табл. 1) $E = 34 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки в конце апреля и начале мая $E = 37 \text{ м}^3/\text{га}$, таким образом, из поданной оросительной воды ($800 \text{ м}^3/\text{га}$) ежесуточно из почвы испаряется в среднем $E = 36 \text{ м}^3/\text{га}$ влаги ($34 \div 37 \approx 36$), а за 10 суток расходуется $360 \text{ м}^3/\text{га}$, и так далее.

Исходя из этих показателей, через сколько суток (или какой межполивной период T) полностью израсходуется на суммарное водопотребление поданная вода, определится по простой зависимости:

$$T = m / E_{\text{ср}} \times K = (800 : 36) \times 0,7 = 16 \text{ сут.}; (7)$$

Значит, норма следующего полива должна быть равна норме израсходованной влаги (с учетом осадков), полученной почвой и растениями в предыдущий полив. Убеждаемся, если проводить полив

земельных ресурсов, способствующих улучшению социального уровня сельского населения.

Настоящее руководство является дополняющим «Руководство по расчету и выбору норм и элементов техники полива для хлопчатника и озимой пшеницы по результатам проекта ИУРВ – Фергана» и написано по совместным исследовательским материалам НИЦ МКВК и Кыргыз. НИИ ирригации.

Брошюры распространяются среди фермеров – **бесплатно**.

Ваши замечания и предложения по содержанию брошюры, направляйте по адресу:

720040, г. Бишкек, ул. Токтоналиева 4а, Кыргыз. НИИ ирригации
тел. 996 312 54 11 65 / 54 11 71; факс: 996 312 54 09 75
E-mail: kniir@mail.ru, kulov@elcat.kg

Как определить дату очередного полива сельхозкультур и рассчитать норму вегетационного орошения в полевых условиях

1 Инструментально-лабораторный метод

1.1 Определение даты очередного полива сельхозкультур по факторам влажности почвы

В орошаемом земледелии дефицит (недостаток) влаги в почве для растений наступает в ранневесенний период, из-за расходования ее на суммарное испарение (испарение с почвы и транспирация растениями). Таким образом, естественные запасы влаги, в почве сформированные за счет атмосферных осадков и подземного притока из грунтовых вод, постепенно расходуются в атмосферу, достигая критического порога (так называемого предполивного порога влажности $\alpha_{\text{НВ}}$), ниже которого растения претерпевают ощутимую нехватку воды, в результате чего наступает период «водного голодания», переходящий в процесс завядания и гибели растений. Время наступления предполивного порога и является датой проведения очередного полива, который предназначается для пополнения продуктивных запасов влаги в почве до полного ее насыщения (оптимальная влажность), характеризующейся величиной наименьшей влагоемкостью (НВ).

Методов точного определения НВ и $\alpha_{\text{НВ}}$ достаточно много – в частности: лабораторный термостатно-весовой; нейтронный; кондуктометрический; и др. Технология и методика определения влажности по этим способам довольно сложная требующая определенных знаний и опыта производства работ на специальном оборудовании и измерительных приборах. Поэтому фермеру самостоятельно произвести соответствующие полевые исследования практически не возможно.

Однако, если исходить от некоторого снижения требований высокой точности определения влажности почвогрунтов, предлагается организовать среди группы фермеров (20-30 участков с идентичными почвенными условиями, общей площадью 50...70га) – одну стартовую площадку для определения исходной влажности

3. Расчет нормы вегетационного полива

Поливная норма «m» сельхозкультуры, определяется как разность между суммарной потребностью культуры в воде и ее природной влагообеспеченностью, количественно она соответствует дефициту водопотребления за любой расчетный период. Тогда поливная норма будет равна:

$$m = E - W_a - O_{\text{эф}} + K, \text{ м}^3/\text{га}; (3)$$

где m – поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$; E – сумма суточного испарения (водопотребления E_i), при котором ее значение становится равным объему поданной воды предыдущего полива, $\text{м}^3/\text{га}$; W_a – активные запасы почвенной влаги, на начало декады, определяемого по уравнению (4); $O_{\text{эф}}$ – эффективные атмосферные осадки за декаду, $\text{м}^3/\text{га}$; K – потери воды на испарение и глубинную фильтрацию в процессе полива, равен 30% от величины дефицита влаги в почве перед поливом;

$$W_a = W_{\text{нв}} - \alpha_{\text{НВ}} = W_{\text{нв}} (1 - \alpha); (4)$$

$W_{\text{нв}}$ – запас влаги в расчетном слое почвы, соответствующие наименьшей влагоемкости, $\text{м}^3/\text{га}$; $\alpha_{\text{НВ}}$ – предполивной порог влажности почвы, $\text{м}^3/\text{га}$, соответствующий 60...80% НВ или в долях $\alpha = 0,6...0,8$.

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 основном в результате суммарного испарения (испарение с почвы + испарение растениями), то допустимо все расчеты свести только к одному показателю, а именно – к величине суммарного испарения:

$$m_{2-n} = \sum E_i + K, \text{ м}^3/\text{га}; (5)$$

где m_{2-n} – норма полива, рассчитываемая для первого после вызывного полива, далее для второго и следующих поливов, $\text{м}^3/\text{га}$; E_i – суточное испарение, $\text{м}^3/\text{га}$; $\sum E_i$ – сумма суточного испарения, при котором ее значение становится равным объему поданной воды предыдущего полива, $\text{м}^3/\text{га}$; K – потери воды на испарение, глубинную фильтрацию и утечки в процессе полива, равные 30% дефицита, в данном случае от испарившегося объема за весь межполивной период:

При помощи «трости агронома» определяют глубину вспашки поля, наличие плужной подошвы, глубину промачивания на 2-ой и 3-ий день после полива или дождя и необходимость проведения полива. Одновременно с этим с помощью «трости» можно определить ориентировочную плотность взаимосвязанной с влажностью почвы, которая в свою очередь косвенно указывает на необходимость проведения полива. Для этого «трость» устанавливается вертикально на поверхность почвы на расстоянии 15...20 см от растения и нажатием вдавливается на расчетную глубину, при этом:

- если стержень входит в почву на 0,8 – 1,0 м при легком нажатии одной рукой – почва считается полностью насыщенной влагой;
- если стержень заглубляется в почву на 5 – 8 см усилием одной руки, а глубже входит легко – влажность почвы в слое 0,8 – 1,0 м считается в пределах наименьшей влагоемкости (НВ), т.е. оптимального увлажнения;
- если для заглубления стержня на 15 – 20 см требуется значительное усилие одной руки, а глубже – более легкого усилия – влага в расчетном слое близка к 80% НВ, это означает, что следует готовиться к поливу, т.к. содержание влаги близкое к пределу предполивного порога – который наступит через 3 – 4 дня;
- если стержень заглубляется на 15-20 см нажатием обеих рук, а глубже – одной руки, но без участия туловища, то через 1-2 дня следует проводить очередной полив (граница критического влагосодержания);
- если при заглублении на 15 – 20 см стержня обеими руками проводится с усилием – полив необходимо проводить немедленно;
- если пересушенная с поверхности почва – первые 15-20 см, продавливаются с участием веса туловища, влажность почвы находится в пределах 60...65% НВ – также требуется срочный полив;
- в сухую почву стержень можно только забить, что указывает на факт полного иссушения почвы и гибели растений;
- на каменистых почвах этот способ не приемлем.

Для определения содержания влаги в почве и назначения поливов, описанными способами, фермер – оператор должен иметь достаточный навык в работе, помня, что от его правильного определения зависит проведение своевременного полива.

почвогрунтов, которая будет проводиться обученным специалистом в этом вопросе. Это позволит, определить исходную или текущую влажность почвогрунтов, взятую где-то в одном месте (вместо 20-30 точек) и распространить ее на все подведомственные участки.

Проведенными КНИИИР ранее исследованиями установлено, что наименьшая влагоемкость (НВ) для типичных сероземов Ошской области, в 0-60см активном слое почвы, в среднем составляет 21,2% объемных процентов или 1650м³/га.

Предполивной порог влажности определен в пределах $\alpha\text{НВ} = 0,60...0,85$ НВ или 990...1400м³/га. Значения наименьшей и предполивной влагоемкости почвы считаются постоянными величинами для последующих аналитических расчетов определения нормы и даты проведения очередного полива.

Исходя из приведенных постоянных величин – НВ и $\alpha\text{НВ}$ практически, в полевых условиях, определить дату наступления предполивного порога, возможно определить по специальной лабораторной методике путем отбора, на конкретном участке, образцов почвы на влажность. Непосредственно влажность почвы определяется в агрономической лаборатории методом термостатно – весовой сушки. Измерение влажности в поле должно проводиться по времени как можно ближе перед предполагаемой даты очередного полива для того, чтобы, по результатам расчета влажности, уточнить конкретную дату полива и сколько воды, в виде полива, нужно подать на поле для пополнения запасов влаги в почве, израсходованной в предшествующий межполивной период в количестве от разницы НВ до $\alpha\text{НВ}$. Полученные, лабораторным путем, результаты запасов влаги почвы сравниваем с постоянной величиной предполивного порога ($\alpha\text{НВ}$) и убеждаемся: если фактические запасы близки или равны $\alpha\text{НВ}$, то датой очередного полива следует считать дату отбора образцов почвы на влажность. А если фактические запасы влаги будут несколько больше $\alpha\text{НВ}$, например, 1250 м³/га, то высчитываем разницу 1250 – 990 = 260 м³/га и с помощью таблицы 1 –суточного суммарного водопотребления сельхозкультур, рассчитываем – за сколько суток испарятся эти 260 м³/га воды. Например, отбор образцов на влажность на поле кукурузы был 15 июня. Во второй декаде июня из таблицы 1,

Таблица 1

Суточное суммарное водопотребление сельхозкультур
(Автоматическая метеостанция, метод Пенмана – Монтейна), м³/га

Месяц, декада	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средне-много-летние осадки	330	80	290	260	170	20	20	20	80	20	20	120	50	-	-	-	-	-
Пшеница озимая	18	33	30	29	56	74	65	63	58	30	19	-	-	-	-	-	-	-
Люцерна	22	38	32	38	58	66	69	72	79	73	67	87	69	69	58	46	38	33
Сахарная свекла	19	30	31	32	45	57	60	63	64	67	66	76	76	71	60	45	39	28
Кукуруза	18	20	24	28	43	46	57	59	66	71	70	81	67	62	53	35	28	19
Фасоль	-	-	-	31	42	45	51	63	63	70	71	74	66	58	49	38	26	20
Соя	-	-	-	28	44	50	55	63	65	68	69	71	66	61	50	41	22	18
Томаты	15	17	22	29	42	52	52	65	65	76	71	82	69	61	52	41	23	22
Арбузы	17	22	27	29	48	56	59	63	68	74	77	84	67	62	52	38	20	20
Дыня	15	22	24	25	45	51	57	62	65	70	72	79	68	57	49	35	27	19
Капуста	12	16	21	22	36	51	58	63	63	66	69	74	62	65	63	49	38	25
Подсолнечник	14	21	24	25	34	44	50	58	62	65	68	72	69	58	52	46	34	28

смотрим, что среднее суточное водопотребление за этот период равно 59...60 м³/га. Тогда 260 : 59 = 5 суток. Следовательно, остаточные

подвядание листьев может быть вызвано диспропорцией транспирации растений из – за высокой температуры воздуха.

2.2 Определение даты полива по методу пластичности почвы

Для каждой почвы, в зависимости от ее типа, механического состава и содержания гумуса существует своя оптимальная влажность, соответствующая понятию «физическая спелость». Определяется это состояние величиной полевой влажности, т.е. НВ. Физическая спелость почв обеспечивает наилучшие водные условия для роста, развития и повышение урожая сельхозкультур.

В полевых условиях существует несколько простых и доступных фермеру методов, определения физической спелости почвы. Например, с глубины 20...30 см берут в руки ком земли, сжимают его и бросают с высоты 1 м. Если сжатая в комок почва при ударе о землю не распадается на отдельные комочки, а сплющивается с растрескиванием лепешки, то она содержит достаточную влагу и полив не требуется. Если этот комок при ударе о землю полностью рассыпается на мельчайшие комочки – то требуется очередной полив.

Другой аналогичный метод определения влажности почвы вполне доступный фермеру - делают земляные шарики диаметром 1 см, затем эти шарики раскатывают на шнуры диаметром 3 мм. Если шнур не крошется на кусочки 1...2 мм, то это признак наличия достаточного количества воды в почве. А если шнур крошется на мелкие кусочки, то это признак не достаточного наличия воды в почве и требуется проведение очередного полива.

2.3 Механическое определение даты полива методом «трости агронома»

Сроки полива можно определить и механическим способом при помощи «трости агронома», представляющей из себя стальной стержень диаметром 7 -8 мм и длиной 1 м, конусно заточенного снизу на 5 см и снабженного сверху металлическим набалдашником или 20 – 25 см перекадиной для удерживания и нажатия. Стержень (калиброван) по длине через 5 см.

растительного сока в пределах 7,5...5,5 %, что соответствует влажности корнеобитаемого слоя почвы на уровне 55...75% НВ, а для пропашных культур, концентрация предполивного порога находится в пределах 8...9%.

Точность определения концентрации растительного сока низкая, но тем не менее этот способ дает возможность в какой – то степени контролировать состояние обводненности растений на орошаемом поле.

2. Полевые способы определения даты полива

2.1 Способы определения даты полива по признакам физиологического состояния растений

Косвенно содержание влаги в листьях растений можно определить на ощупь пальцами. Если листья ощущаются упругими, относительно холодными, темно-зеленого цвета, ломкие (состояние тургора) и при изгибе имеют характерный хрустящий звук, то это означает, что растению полив не требуется.

Если наблюдается слабое подвядание концов листьев, этот сигнал означает, что необходимо проводить полив не позднее 2 – 3 – х дневного срока.

Подвядшие листья до середины пластинок, с цветом сизоватого оттенка означает, что – полив необходимо провести через 1 день.

При опущенных (сникших) подвядших листьях – требуется немедленный полив.

Совершенно вялые (как тряпка) и теплые на ощупь листья – указывают, что наступило «водное голодание» растений и, при этом возможна уже потеря урожая до 15...30% даже при немедленном поливе. Это также указывает и на то, что ни в коем случае нельзя иссушать почву до критического состояния.

При определении срока полива, по физиологическому состоянию растений надо помнить, что определять тургор листьев следует с 6 – 7 до 9 -10 часов утра или с 17 – 18 до 20 – 21 часов вечера. Кроме того, в дневные часы (в июле – августе месяцах)

влажностные запасы в количестве 260 м³ израсходуются в течение предстоящих 5 суток и очередной полив следует назначить: 15 июня + 5 сут. = 20 июня.

1.2 Определение даты очередного полива по известным показателям среднесуточного водопотребления сельхозкультуры

Существует ряд традиционных и косвенных способов определения срока полива в полевых условиях, основанных, опять таки на суммарном суточном испарении, физиологических свойствах растений, плотности грунта, пластичности почвы и других показателях, не требующих лабораторных исследований. Косвенные способы менее точны в определении срока полива, но из – за неимения других доступных и простых способов, все же дают удовлетворительное ориентировочное направление прогнозирования даты очередного полива.

Для земель с глубоким (более 2м) залеганием уровня грунтовых вод возможен более точный способ определения даты очередного полива по сумме суточного испарения со дня последнего полива с учетом ее нормы.

Методика определения даты полива будет доходчиво воспринята, если ее воспроизвести на конкретном примере, которой сводится к следующей технологической последовательности действий, доступных фермеру.

Например, 17 апреля (табл.2) проведен всходовывызывающий полив кукурузы, нормой 650 м³/га. Условно принимаем, что весенние влаготзапасы в почве до 17 апреля были равны наименьшей влагоемкости НВ. Далее, начиная с 18 апреля, фермеру следует вести учет суточного водопотребления кукурузы. Согласно таблицы 1, в сутки в эти декады водопотребление составит – в среднем 24 м³/га, при КПД техники полива, равным 0,75. Исходя из этого определяем за какое время израсходуется всходовывызывающая норма полива $T = 650 : (24 \times 0,75) = 36$ суток. Следовательно – первый полив фермер назначает через 36 суток, т.е. $T = 18 \text{ апреля} + 36 = 23 \text{ мая}$, а с учетом осадков, если таковые были, например 300 м³/га, то $T = 36 + (300 : 24) = 36 + 13 = 49$ суток = 6 июня.

Таблица 2

Пример расчета ориентировочной даты очередного полива кукурузы с учетом выпавших осадков и КПД техники полива

Номер полива	Дата полива (T_i)	Межполивной период (N) $N = W_i / (E_{cp} \times K_i)$	Дата очередного полива $T_{ii} = T_i + N$	Выпавшие осадки, О, м ³ /га	Поправка межполивного периода по величине выпавших осадков, ΔT	Дата очередного полива с поправкой на выпавшие осадки, $T = T_{ii} + \Delta T$
Всходо-вызывающий полив	18.04					
1– полив		$650 : (24 \times 0,75) = 36$ суток	$18.04 + 36 = 23$ мая	300	$300 : 24 = 13$ сут	$23.05 + 13 = 6$ июня
	06.06					
2– полив		$650 : (60 \times 0,75) = 15$ сут	$06.06 + 15 = 21$ июня	100	$100 : 60 = 2$ сут	$21.06 + 2 = 23$ июня
	23.06					
3– полив		$650 : (68 \times 0,75) = 13$ сут	$23.06 + 13 = 6$ июля	30	$30 : 68 = 1$ сут	$06.07 + 1 = 7$ июля
	07.07	и. т. д в соответствии с режимом орошения				

Примечание:

650 – водоподача последнего полива в м³/га

Дата 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. Для этого, зная суточное испарение E_{cp} (табл. 1) на время полива, взять за основу расходование влаги и рассчитать - за какое время израсходуется поданный объем воды на орошаемом поле т.е. таким путем определить межполивной период (N). Межполивной период может быть определен по формуле (1), зная объем воды поданный на орошение и суточное испарение за этот период:

$$N = W_i / (E_{cp} \times K_i), \text{ день (1)}$$

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 (декада, месяц), м³/га; K_i = коэффициент полезного использования оросительной воды в поле иначе КПД поля равное – 0,75

Далее зная межполивной период (N) или количество дней до предполагаемого полива, рассчитываем дату следующего полива (T_i) по формуле 2.

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

Если в межполивной период наблюдались осадки необходимо ввести поправку на определенную расчетом дату полива (табл. 2). Близлежащая метеостанция (откуда берутся метеоданные) измеряют осадки в «мм», поэтому следует перевести их в м³/га путем умножения на переводной коэффициент, равный 10. Например, $O = 29 \text{ мм} = 29 \times 10 = 290 \text{ м}^3/\text{га}$.

1.3 Определение даты очередного полива по состоянию концентрации клеточного сока растений

Дату полива сельхозкультур возможно контролировать по физиологическому состоянию растений, основанному на изменении концентрации растительного сока. Собственно концентрация сока показывает, сколько процентов сухих веществ, на данное время, содержится в листовом аппарате растений. Опытами установлена оптимальная норма концентрации, при которой растение считается хорошо водообеспеченным. Показания концентрации выше этой нормы указывает, что растение претерпевает «водное голодание», в связи, с чем требуется проведение очередного полива.

Состояние обводненности тканей растений по изменению концентрации растительного сока можно определить как в полевых, так и лабораторных условиях при помощи **рефрактометра**. Для овощных культур установлен предполивной порог концентрации