

Лекция №2

Режим орошения сельскохозяйственных культур. Проектные режимы орошения, методы их определения.

Вода – красота всей **природы**. Вода жива, она бежит или волнуется ветром, она движется и дает **жизнь** и движение всему ее окружающему.
С.А. Аксаков

Для нормального роста и развития растений в почве необходимо обеспечить оптимальные водно-воздушный, световой, тепловой и питательный режимы.

Оросительные мелиорации направлены на создание и регулирование на полях **водного режима**.

Водный режим зависит от климатических, почвенных, гидрогеологических и хозяйственных условий, биологических особенностей растения, его урожая, агротехники возделывания, а также от способа и техники полива. Водный режим почвы регулирует и другие факторы, оказывающие на жизнь растения и формирования урожая. Необходимый растению **водный режим почвы создается** соответствующим **режимом орошения**. Режим орошения, то есть подача воды на поля и перевод ее в почвенную влагу, осуществляется с помощью различных способов и техники полива.

Совокупность оросительных и поливных норм, числа и сроков их проведения определяют поливной **режим сельскохозяйственных культур**, он зависит от биологических особенностей сельскохозяйственной культуры, природных (метеорологических) и хозяйственных условий, свойств почвы.

Он может быть проектным, плановым и эксплуатационным.

На заметку

Проектный режим орошения должен обеспечивать в почве оптимальный водный, воздушный и связанные с ними питательный и тепловой режимы, не допускать подъема уровня грунтовых вод и засоления почвы. Поэтому оросительную систему (насосную станцию, напорные трубопроводы, каналы, гидротехнические сооружения и др.) проектируют на проектный режим орошения.

Плановый режим орошения используют при составлении производственно-финансового плана хозяйства, в котором учитывают и затраты на поливы.

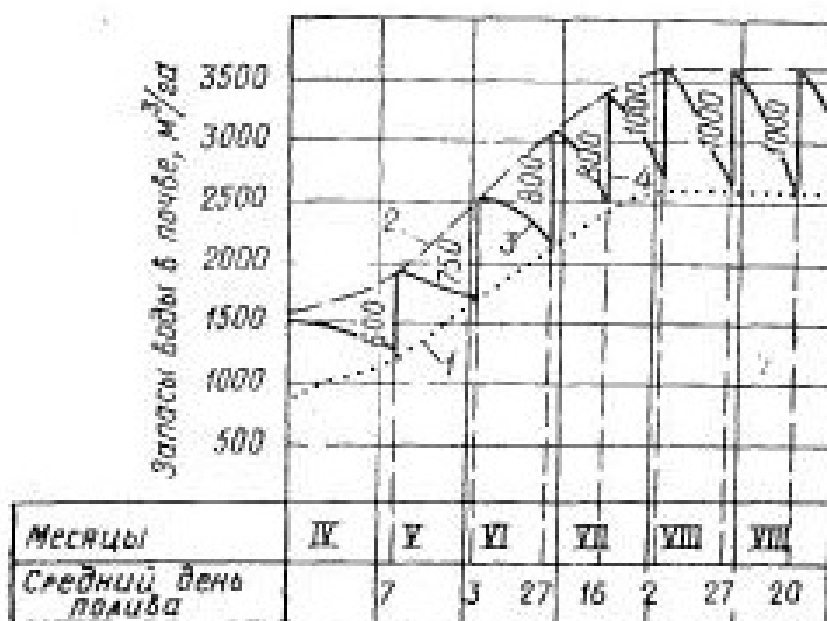
Эксплуатационные режимы орошения определяют потребность растений в воде в каждый конкретный год с учетом хозяйственных и природных условий этого года. Как показывают названия этих режимов, их применяют в период эксплуатации оросительных систем.

Поливной режим можно установить по данным непосредственных полевых наблюдений или по экспериментальным данным НИИ. В современной мелиоративной практике наибольшее распространение

получили графоаналитический способ А.Н.Костякова и графический метод с использованием кривой дефицита водного баланса.

Графоаналитический метод А.Н.Костякова.

Основан на водобалансовых расчетах. Заключается в предварительном определении для каждой культуры фактического W_f и минимально допустимого W_{min} запасов влаги в почве. Если $W_f > W_{min}$, то полив не требуется. Зная величину осадков, водопотребление, оросительную норму, расчетный слой почвы, запасы влаги W_{max} и W_{min} и составляя водный баланс расчетного слоя почвы по декадам с учётом фаз развития, можно аналитически и графически найти поливные нормы, число и сроки проведения поливов. Когда фактические запасы влаги снижаются до W_{min} , назначают полив, определяют поливную норму и среднюю дату полива.



Графоаналитический метод расчёта поливного режима

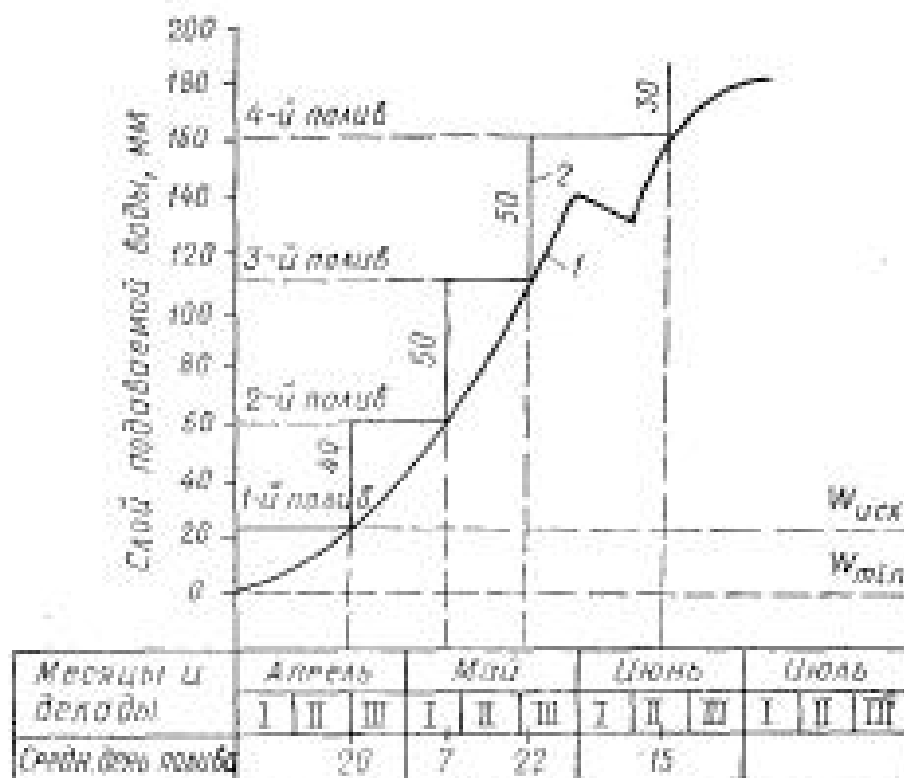
- 1, 2 - кривые минимального и максимального запасов воды в расчетном слое почвы;
- 3 - кривая изменения фактического запаса влаги в расчетном слое;
- 4 - поливные нормы.

Графический метод с использованием кривой дефицита водного баланса.

Базируется на предварительно рассчитанном дефиците водного баланса поля с использованием биоклиматического метода и построением интегральной кривой. Начало этой кривой должно соответствовать минимальному запасу влаги в почве на момент посева или возобновления вегетации. Для определения срока первого полива необходимо исходный запас влаги в почве $W_{исх}$ сравнить с минимально допустимым W_{min} . Если $W_{исх} > W_{min}$, то определяют продуктивный запас влаги $A = W_{исх} - W_{min}$, по расходованию которого и назначают первый полив. Об этом будет свидетельствовать пересечение горизонтальной линии с интегральной

кривой. Если $W_{исх} < W_{min}$, то сразу же после посева назначают полив, а дату очередного полива определяют аналогично предыдущему, но с учетом конкретного значения поливной нормы.

Полученные описанными методами сроки представляют средние даты поливов. Сроки их начала и окончания обуславливают продолжительность поливного периода t , которая зависит от уровня организации полива в хозяйстве. Обычно t составляет от 3 до 10 суток, а при влагозарядковых поливах - до 15.



Метод определения поливного режима по дефициту водного баланса

1- Кривая дефицитов водного баланса;

2- Норма полива;

$W_{исх}$, W_{min} – исходный и минимальный запас влаги в расчетном слое почвы.

Поливные режимы сельскохозяйственных культур заданной обеспеченности для конкретных природных условий относятся к числу основных исходных показателей для проектирования орошения. Исходя из них, устанавливают расчетные расходы оросительной сети и сооружений на ней, оптимальную площадь орошения, потребность в поливной технике.

При проектировании режима орошения определяют *суммарное водопотребление* (общая потребность растений в воде, суммарное испарение или эвапотранспирация), *оросительные* и *поливные нормы*, *сроки* и *число поливов* каждой культуры севооборота, составляют *график гидромодуля* и *согласовывают режим орошения с режимом водоисточника*.

Это надо знать!

Суммарное водопотребление E - общая потребность растений в воде, суммарное испарение или эвапотранспирация. Влага с орошаемого поля, занятого сельскохозяйственной культурой, расходуется на транспирацию и испарение с поверхности почвы (и листьев при дождевании). На испарение с поверхности почвы действуют только факторы внешней среды, а транспирация обуславливается взаимным влиянием внешних и внутренних факторов растений. Транспирация - выражение физиологических процессов растения, складывающихся под воздействием различных режимов почвы — водного, теплового, питательного, воздушного и др.

Суммарное водопотребление E играет важную роль в формировании водного баланса поля, являясь основной расходной статьей баланса.

Суммарное водопотребление определяют несколькими методами:

- полевыми;
- аналоговыми;
- расчетными.

Полевые методы состоят в измерении составляющих *водного* или *теплового балансов* опытного участка или монолита почвы и определении суммарного водопотребления из уравнений этих балансов. При этом надо обязательно воспроизводить проектный режим увлажнения.

Метод водного баланса (МВБ) основан на уравнении водного баланса поля. Он дает достаточно надежные данные и применяется в случае глубокого (5-10 м) залегания уровня грунтовых вод. Недостаток МВБ заключается в том, что он дает лишь осредненную величину E , не выявляя зависимость E от теплоэнергетических, метеорологических, биологических и других факторов жизни растений.

Уравнение водного баланса для расчетной площади и балансового слоя на расчетное время:

$$E = \alpha \times O_c + \Delta W + m + W_{\text{гр}} - W_{\text{сбр}}$$

где E — суммарное водопотребление;

$\alpha \times O_c$ — количество осадков, впитавшееся в расчетный слой почвы и грунта;

O_c — осадки, выпавшие за расчетный период;

α - доля впитавшихся осадков, $\alpha \leq 1$;

ΔW — объем воды, использованный растениями из корнеобитаемого слоя почвы (слой, в котором залегает основная масса активных корней) за расчетный период;

m — объем поданной поливной воды;

$W_{\text{гр}}$ — количество воды, поступившей в балансовый слой путем капиллярного подпитывания из грунтовых вод;

$W_{\text{сбр}}$ — количество воды перетекавшей вниз глубже балансового слоя.

Слагаемые правой части уравнения измеряют непосредственно в полевых условиях.

МВБ монолитов в зависимости от поставленной задачи подразделяется на *метод испарителей* (для изучения водопотребления из расчетного слоя почвы) и *метод лизиметров* (для изучения водопотребления растений, инфильтрации и расхода влаги в зону аэрации — восходящего потока).

Метод теплового баланса (МТБ) основан на использовании уравнения теплового баланса поверхности земли с учетом тепло- и водообмена в приземном слое воздуха. Позволяет определить суммарное водопотребление с высокой точностью. МТБ в настоящее время принят за эталонный при измерении водопотребления сельскохозяйственных культур. Наиболее надежные результаты получают при комплексных исследованиях, включающих методы водного и теплового балансов. Расчеты составляющих теплового баланса трудоемки.

Уравнение теплового баланса поверхности земли:

$$E = \frac{1}{L}(R - B - P)$$

где E — испарение;

L — скрытая теплота испарения;

R — радиационный баланс;

B — количество тепла, идущее на нагревание почвы;

P — турбулентный поток тепла.

Из составляющих уравнения теплового баланса непосредственно измеряют только радиационный баланс R , который представляет собой разность между приходом и расходом лучистой энергии солнца (измеряют в полевых условиях на актинометрических станциях или теплобалансовых установках при помощи балансомеров).

При расчете B используют данные о температуре почвы, которую измеряют периодически на разных глубинах.

P находят его по разности температур, влажности воздуха и скорости ветра на поверхности почвы и на высоте 2 м.

Аналоговые методы состоят в измерении суммарного водопотребления по изученным объектам-аналогам. При обосновании аналогии рассматриваемых объектов должно быть проведено сравнение основных природных и хозяйственных факторов, влияющих на значение суммарного водопотребления.

Существующие **расчетные методы** используют эмпирические зависимости, выражающие корреляционные и связи между суммарным водопотреблением климатическими факторами. Эти зависимости получены на основе длительных полевых наблюдений.

Существует свыше 60 различных расчетных методов для определения суммарного испарения: метод Алпатьева (Украина); Г.К. Льгова; В. П. Остапчика; Д. Б. Циприса; Д. А. Штойко; М. М. Иванова (РФ), Г. Т. Селянинова, В. С. Мезенцева, М. М. Бейкала, О. И. Шарова, Тюрка

(Франция), Клодта (Германия); Х. Л. Пенмана (Англия), Блейни и Кридлца (США); Торнвейта (США) и др.

Автор	Вид зависимости	Примечания
А.Н.Костяков	$E=K_y Y$, м3/га или м3/т	Для расчёта суммарного водопотребления за весь вегетационный период.
Н.Н. Иванов	$E_0=0,0061 (25 +T)^2(1-0,01a)$, мм/сут	Для расчета потенциального суммарного водопотребления за сутки
А.М. и С.М. Алпатьевых	$E=K_6 \sum d$, мм	Для расчёта суммарного водопотребления за расчетный период.
Г. К. Льгов	$E=K \sum t$, м3/га	Для расчета суммарного расхода влаги.
Л. Тюрк	$E_0=(1,68R_s+19,9)\underline{T}/(\underline{T}+15)$, мм/мес	Для расчета испаряемости за месяц.
И.А. Шаров	$E=e_{сут}(T-T_0)t_{veg}$	Для расчета водопотребления за любой отрезок времени
Х.Ф. Блейни и В.Д. Кридлца	$E=0,254 K_6 P (1,8T+32)$, мм	Для расчета суммарного водопотребления за месяц
Х.Л. Пенмана	$E_0=K_m R+(1-K_m)E_x$, мм/сут	для расчета испаряемости (потенциальной эвапотранспирации) за сутки.

K_y – коэффициент водопотребления;

Y –урожайность культур.

E_0 - потенциальное суммарное водопотребление

T среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}C$

a – среднесуточная относительная влажность воздуха, %

K — биофизический коэффициент, м³/га на 1 $^{\circ}C$;

$\sum t$ — сумма среднесуточных температур воздуха, $^{\circ}C$.

R_s – солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность в среднем за сутки расчетного месяца, Дж/см².

\underline{T} —средняя суточная температура воздуха в расчетном месяце, $^{\circ}C$.

$\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчетный период, мб

K_6 – биоклиматический коэффициент

$e_{сут}$ – модуль испарения, или среднесуточный расход воды на 1 $^{\circ}C$, м3/(га•град)

T, T_0 – среднесуточная температура воздуха за вегетационный период по сухому и смоченному термометрам, $^{\circ}C$.

t_{veg} – продолжительность вегетационного периода, сут.

K_6 – биологический коэффициент водопотребления растений за рассматриваемый месяц

P – продолжительность дневного времени данного месяца, % годовой продолжительности дневного времени

T – среднемесячная температура воздуха, $^{\circ}C$

K_m - коэффициент, учитывающий влияние высоты местности над уровнем моря и температуры воздуха (0, 49...0,82)

R- радиационный баланс Земной поверхности

E_x – изотермическое испарение, мм/сут.

Некоторые формулы имеют региональное значение. Так, например, формула Г. К. Льгова получена для Северного Кавказа; В. С. Мезенцева - для Западной Сибири и т. д.

Анализ рассмотренных выше расчетных методов определения суммарного водопотребления показывает, что они могут быть объединены в две основные группы:

- ✓ Методы, основанные на использовании эмпирических коэффициентов, выявляющих связь E с метеорологическими факторами (А. Н. Костякова, И. А. Шарова, А. М. и С. М. Алпатьевых и др.);
- ✓ Методы, использующие геофизические факторы: радиацию, число световых дней и вегетационный период и пр. (Блейни-Кридцла, С. И. Харченко, Х. Л. Г. Тенмана и др.).

Однако следует отметить, что ни один из рассмотренных выше методов не может считаться универсальным, каждый из них пригоден лишь для конкретных природно-хозяйственных условий зоны, для которых подобраны эмпирические коэффициенты, входящие в эти зависимости. Ценность и значение метода определяются тем, с какой полнотой оценивается общность условий и как велика зона, на которую может быть распространен данный метод.

При выборе расчетного метода для конкретных проектируемых условий необходимо: использовать региональные методы, полученные для условий проектируемого района; применять эмпирические методы (более общие) в том случае, если эмпирические коэффициенты, входящие в формулы, определены для условий, близких к проектируемым.

При окончательном выборе метода определения водопотребления необходимо учитывать также простоту его использования и наличие требуемых исходных данных для расчетов.