

## Лабораторная работа 4

### Разработка режима орошения сельскохозяйственных культур

**Цель работы:** 1. Изучить Основные положения принятого метода расчета

2. Расчет поливной нормы

3. Расчет элементов проектного режима орошения на примере одного года

**Оборудование и материалы:** методическая и справочная литература.

### Порядок выполнения

#### 1. Основные положения принятого метода расчета

Режим орошения сельскохозяйственных культур – это совокупность поливных и оросительных норм, сроков и количества поливов, их распределение внутри вегетационного периода, а также продолжительность поливных и межполивных интервалов при конкретных климатических, почвенных и агротехнических условиях.

Поливной режим определяет размеры, конструкцию и характер работы оросительных систем и поэтому является основой для их проектирования.

В курсовом проекте в качестве расчетного принимается биоклиматический метод как наиболее апробированный и перспективный для минеральных почв Беларуси. Особенностью этого метода является то, что водопотребление орошаемых культур за любой расчетный период (сезон, месяц, декада) определяется по формуле

$$E_i = K_i \sum d_i, \quad (4.1)$$

где  $K_i$  – биоклиматический коэффициент конкретной культуры и фазы ее развития при определенных климатических условиях;

$\sum d_i$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчетный период, характеризующая эти условия, мб.

Определение оросительной нормы и других элементов режима орошения достигается водобалансовыми расчетами по отдельным коротким интервалам вегетационного периода, в частности по декадам. Это позволяет установить сезонную динамику влагозапасов почвы, сроки поливов и межполивные интервалы. Расчеты могут выполняться для отдельных типовых или реальных лет. В последнем случае расчеты проводятся за длительный (40...50 летний) ряд прошлых лет (обычно с применением компьютера), а проектные (обеспеченные) параметры режима орошения получают затем путем статистической обработки.

Расчеты ведутся по декадам оросительного периода для конкретной культуры и метеостанции на основе следующего уравнения:

$$W_k^i = W_n^i + K_{\text{п}} P_i - K_{\text{в}} E_i, \quad (4.2)$$

где  $W_k^i, W_n^i$  – влагозапасы расчетного слоя почвы соответственно на конец и начало  $i$ -й декады, мм;

$P_i$  – измеренные осадки, выпавшие за данную декаду, мм;

$K_n$  – поправочный коэффициент на недоучет осадков измерительными приборами;

$E_i$  – водопотребление культуры за декаду, мм;

$K_b$  – коэффициент влагообмена, учитывающий долю водопотребления из расчетного слоя.

Водопотребление  $E_i$  рассчитывается по формуле (2.1), в которой  $\sum d_i$  берется за конкретную декаду. С учетом климатической изменчивости  $K_i$  его значение вычисляется по зависимости

$$K_i = \left( 0,30 \frac{\sum d_{cp}}{\sum d_i} + 0,70 \right) K_{cp}, \quad (4.3)$$

где  $K_{cp}$  – среднемноголетнее значение биоклиматического коэффициента, характерное для данной фазы развития культуры при среднемноголетних климатических условиях, выражаемых  $\sum d_{cp}$ .

Сезонный ход  $K_{cp}$  и  $\sum d_{cp}$ , отражающий динамику фаз биологического развития культур, вычисляется через сумму среднесуточных температур воздуха, накопленную от начала вегетации к середине каждой расчетной декады ( $\sum T_i$ ):

$$K_{cp} = a_0 + a_1(0,001\sum T_i) + a_2(0,001\sum T_i)^2; \quad (4.4)$$

$$\sum d_{cp} = b_0 + b_1(0,001\sum T_i) + b_2(0,001\sum T_i)^2, \quad (4.5)$$

где  $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$  – эмпирические коэффициенты культуры (приводятся в приложении 10).

Величина  $\sum T_i$  определяется путем последовательного сложения сумм температур предыдущих расчетных декад и половины суммы температур текущей расчетной декады.

$$\sum T_i = \sum t_1 + \sum t_2 + \dots + \sum t_{i-1} + 0,5\sum t_i \quad (4.6)$$

Коэффициент влагообмена  $K_b$  изменяется от 1,0 в начале вегетации до 0,85 – в конце. Поправочный коэффициент к осадкам  $K_n$  принимается в апреле – 1,20; мае – 1,12; июне и июле – 1,08; августе – 1,07 и сентябре – 1,11.

Для последующего установления необходимости поливов или сброса излишков влаги рассчитываются влагозапасы при верхней ( $W_{max}$ ) и нижней ( $W_{min}$ ) границах оптимального увлажнения.

Влагозапасы на начало первой расчетной декады  $W_n^1$  заданы в исходных данных в процентах от  $W_{max}$ . В дальнейшем  $W_n^{i+1}$  определяются на основе расчетов  $W_k^i$  предыдущей декады (формула 4.2) с учетом следующих трех случаев:

1.  $W_k^i > W_{max}$ , т. е. влагозапасы, рассчитанные на конец декады, превышают верхнюю границу оптимального увлажнения, что приводит к сбросу ( $C$ , мм) этого превышения.

$$C = W_k^i - W_{\max}, \quad (4.7)$$

а влагозапасы на начало следующей декады  $W_{\text{н}}^{i+1} = W_{\max}$ .

2.  $W_{\min} < W_k^i < W_{\max}$ , когда отсутствуют сброс и необходимость полива, т. е.  $W_{\text{н}}^{i+1} = W_k^i$ .

3.  $W_k^i \leq W_{\min}$ , что указывает на недопустимое снижение расчетных влагозапасов и необходимость полива нормой  $m$ . В этом случае  $W_{\text{н}}^{i+1} = W_k^i + m$ . Вместе с установлением необходимости полива в данной декаде определяется его средняя дата:

$$D = \frac{(W_{\text{н}}^i - W_{\min})n_{\text{д}}}{K_{\text{в}}E_i - K_{\text{п}}P_i}, \quad (4.8)$$

где  $D$  – порядковый номер для полива в данной декаде (округляется до целого числа в большую сторону);

$n_{\text{д}}$  – число дней в декаде.

В случае, когда  $(W_k^i + m) \leq W_{\min}$ , необходим второй полив в декаде, дата которого вычисляется по формуле (2.8) путем прибавления к выражению в скобках величины  $m$ .

По полученным датам полива определяются интервалы между соседними поливами (в сутках) и находится минимальный ( $T_{\min}$ ) в данном году. Далее рассчитываются декадные дефициты водного баланса ( $ДБ_i$ , мм):

$$ДБ_i = K_{\text{в}}E_i - (K_{\text{п}}P_i - C_i), \quad (4.9)$$

алгебраическая сумма которых за оросительный период дает величину оросительной нормы, т. е.

$$\sum ДБ_i = M, \quad (4.10)$$

где  $M$  – оросительная норма культуры (суммарный дефицит водного баланса), мм.

Расчеты по изложенной методике для длительного ряда лет весьма трудоемки, и их рекомендуется выполнять с применением ЭВМ.

## 2.2. Расчет поливной нормы

Полivная норма – это количество воды в мм слоя (или в  $\text{м}^3$  на 1 га площади), подаваемое за один полив для повышения влажности расчетного слоя почвы от нижней до верхней границы диапазона оптимального увлажнения. Она рассчитывается по одной из следующих формул:

$$m = 10h\gamma_{\text{об}} (\beta_{\text{в}} - \beta_{\text{н}}); \quad (4.11)$$

$$m = 10h (\beta_{\text{в}}^{\text{об}} - \beta_{\text{н}}^{\text{об}}); \quad (4.12)$$

$$m = 0,1Ah (\beta_{\text{в}}^{\text{А}} - \beta_{\text{н}}^{\text{А}}), \quad (4.13)$$

где  $m$  – поливная норма, мм;

$h$  – глубина расчетного увлажняемого слоя, м;

$\gamma_{\text{об}}$  – плотность почвы,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;

$A$  – пористость почвы, % от ее объема;

$\beta_{\text{в}}, \beta_{\text{н}}$  – соответственно влажность почвы при верхней и нижней границах оптимального увлажнения, % от массы сухой почвы;

$\beta_{\text{в}}^{\text{об}}, \beta_{\text{н}}^{\text{об}}$  – то же, но в % от объема почвы;

$\beta_{\text{н}}^{\text{А}}, \beta_{\text{в}}^{\text{А}}$  – то же, но в % от пористости.

В качестве верхнего предела оптимального увлажнения принимается наименьшая влагоемкость почвы (НВ). При этом выбор конкретной расчетной формулы поливной нормы определяется размерностью НВ ( $\beta_{\text{в}}, \beta_{\text{в}}^{\text{об}}, \beta_{\text{в}}^{\text{А}}$ ), указанной в задании.

Нижний предел оптимального увлажнения, или предполивная влажность почвы ( $\beta_{\text{н}}$ ) зависит от вида культуры, фазы ее развития, почв участка и определяется обычно в процентах от НВ. Рекомендуемые значения  $\beta_{\text{н}}$  приведены в табл. 4.1.

**Т а б л и ц а 4.1. Предполивная влажность почвы при орошении сельскохозяйственных культур, % от НВ**

Культура	Пределы изменения	Среднее значение
Пастбище	70...80	75
Клевер	75...85	80
Капуста ранняя	80...85	85
Капуста поздняя	75...85	80
Огурцы	75...85	80
Томаты	70...80	75
Картофель	65...75	70
Свекла	65...80	75
Морковь	60...80	70
Яблоневый сад	70...80	75

Глубина расчетного увлажняемого слоя  $h$  исходя из почвенно-климатических условий Беларуси (пересыхает только верхний слой почвы, а также возможно выпадение осадков вслед за поливами) рекомендуется в пределах 0,3...0,4 м.

В проектной практике поливные вегетационные нормы для условий Беларуси рекомендуются следующие: песчаные почвы – 15...20, супесчаные – 20...25, суглинистые – 25...30. В случае несоответствия расчетной поливной нормы рекомендуемым выше диапазонам окончательно принимается ближайшая к расчетной рекомендуемая величина. Принятые в проекте поливные нормы округляются до 1 мм.

Для примера расчета поливной нормы используем следующие исходные данные: почвы участка супесчаные, НВ = 23,8 % от массы сухой почвы,  $\gamma_{\text{об}} = 1,56 \text{ г/см}^3$ , орошаемая культура – капуста поздняя. Принимаем  $h = 0,3 \text{ м}$ ;  $\beta_{\text{н}} = 80 \%$ ; НВ = 0,80  $\beta_{\text{в}}$ . Поскольку влажность при НВ задана в % от массы почвы для расчета используем формулу (4.11), согласно которой

$$m = 10 \cdot 0,3 \cdot 1,56 (23,8 - 0,80 \cdot 23,8) = 22,3 \text{ мм.}$$

После округления получим  $m = 25$  мм. С учетом рекомендаций для супесей окончательно принимаем поливную норму  $m = 25$  мм.

### 3. Расчет элементов проектного режима орошения на примере одного года

С целью овладения методикой проектирования элементов режима орошения в курсовом проекте выполняется воднобалансовый расчет влагозапасов почвы (соответственно и режима орошения) для условий типового среднесухого года (25 % обеспеченности). Расчеты необходимо проводить согласно методике, изложенной в п. 2.1 для одной из культур, указанных в задании по варианту.

Декадные значения метеоэлементов  $P_i$ ,  $\sum t_i$  и  $\sum d_i$  берутся из рассчитанных в п. 1.3 таблиц для среднесухого года.

Величина  $W_{\max} = W_{\text{нв}}$  и определяется по одной из формул (4.11), (4.12), (4.13), где вместо разности  $(\beta_{\text{в}} - \beta_{\text{н}})$  подставляется  $\beta_{\text{в}}$ . Значение  $W_{\min}$  получается, как  $W_{\max} - m$ .

Следуя примеру расчета в п.2, получим

$$W_{\min} = 10 \cdot 0,3 \cdot 1,56 \cdot 23,8 = 111 \text{ мм};$$

$$W_{\min} = 111 - 25 = 86 \text{ мм}.$$

Все расчеты выполняются в табличной форме. В приложении 11 дается пример расчета режима орошения, в котором использованы следующие исходные данные: метеостанция – Могилев, орошаемая культура – капуста поздняя;  $m = 25$  мм;  $W_{\max} = 111$  мм,  $W_{\min} = 86$  мм,  $W_{\text{н}}^i = 104$  % от  $W_{\max} = 115$  мм.

Оросительный (расчетный) период – с третьей декады мая по вторую декаду сентября включительно (принимается из приложения 1).

В результате расчетов получено: число поливов  $n = 6$ ,  $M = 163$  мм,  $T_{\min} = 5$  сут.

Рассчитанные значения оросительной нормы и минимального межполивного интервала необходимо сравнить с рекомендуемыми для года 25 %-ной обеспеченности (приложение 12). Если расхождение рассчитанных и рекомендуемых величин не превышает 20 % (от рекомендуемых), то далее принимаются рассчитанные  $M$  и  $T_{\min}$ . В противном случае оросительная норма и минимальный межполивной интервал принимаются как рекомендуемые, но измененные на 20 % в сторону полученных по расчету. В нашем примере рекомендуемые значения  $M$  и  $T_{\min}$  равны 145 мм и 9 сут, а расхождения с рассчитанными составляют 18 мм и 4 сут, или 12 и 44 % соответственно. Поэтому принимаем  $M^{25\%} = 163$  мм,  $T_{\min}^{25\%} = 9 - 0,2 \cdot 9 = 7$  сут.