

Лабораторная работа № 10

Определение поливных и оросительных норм

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 лабораторной работе 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

$$E_i = K_i \sum d_i, \quad (10.1)$$

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:

$$W_k^i = W_n^i + K_n P_i - K_B E_i, \quad (10.2)$$

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

$$K_i = \left(0,30 \frac{\sum d_{cp}}{\sum d_i} + 0,70 \right) K_{cp}, \quad (10.3)$$

где K_{cp} – среднееголетнее значение биоклиматического коэффициента, характерное для данной фазы развития культуры при среднееголетних 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 ($\sum T_i$):

$$K_{cp} = a_0 + a_1(0,001\sum T_i) + a_2(0,001\sum T_i)^2; \quad (10.4)$$

$$\sum d_{cp} = b_0 + b_1(0,001\sum T_i) + b_2(0,001\sum T_i)^2, \quad (10.5)$$

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.

$$\sum T_i = \sum t_1 + \sum t_2 + \dots + \sum t_{i-1} + 0,5\sum t_i \quad (10.6)$$

Коэффициент влагообмена K_b изменяется от 1,0 в начале вегетации до 0,85 – в конце. Поправочный коэффициент к осадкам $K_{п}$ 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 (10.2) 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.

$$C = W_k^i - W_{\max}, \quad (10.7)$$

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:

$$D = \frac{(W_{\text{н}}^i - W_{\min})n_{\text{д}}}{K_{\text{в}}E_i - K_{\text{п}}P_i}, \quad (10.8)$$

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 (10.8) 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):

$$\text{ДБ}_i = K_{\text{в}}E_i - (K_{\text{п}}P_i - C_i), \quad (10.9)$$

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

$$\sum \text{ДБ}_i = M, \quad (10.10)$$

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.

Если у студентов-заочников отсутствует возможность применения компьютерной программы то расчеты по приведенному алгоритму выполняются в соответствии с п. 3.

2. Расчет поливной нормы

Полivная норма – это количество воды в мм слоя (или в м³ 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:

$$m = 10h\gamma_{об} (\beta_{в} - \beta_{н}); \quad (10.11)$$

$$m = 10h (\beta_{в}^{об} - \beta_{н}^{об}); \quad (10.12)$$

$$m = 0,1Ah (\beta_{в}^A - \beta_{н}^A), \quad (10.13)$$

где m – поливная норма, мм;

h – глубина расчетного увлажняемого слоя, м;

$\gamma_{об}$ – плотность почвы, г/см³;

A – пористость почвы, % от ее объема;

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

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

$\beta_{н}^A$, $\beta_{в}^A$ – 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 ($\beta_{в}$, $\beta_{в}^{об}$, $\beta_{в}^A$), указанной в задании.

Нижний предел оптимального увлажнения, или предполивная влажность почвы ($\beta_{н}$) зависит от вида культуры, фазы ее развития, почв участка и определяется обычно в процентах от НВ. Рекомендуемые значения $\beta_{н}$ приведены в табл. 10.1.

Т а б л и ц а 2.1. 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, $\gamma_{об} = 1,56 \text{ г/см}^3$, орошаемая культура – капуста поздняя. Принимаем $h = 0,3 \text{ м}$; $\beta_n = 80 \%$; $НВ = 0,80 \beta_v$. Поскольку влажность при НВ задана в % от массы почвы для расчета используем формулу (10.1), согласно которой

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

После округления получим $m = 23 \text{ мм}$. С учетом рекомендаций для супесей окончательно принимаем поливную норму $m = 25 \text{ мм}$.

3. Расчет элементов проектного режима орошения на примере одного года

С целью овладения методикой проектирования элементов режима орошения в лабораторной работе выполняется воднобалансовый расчет влагозапасов почвы (соответственно и режима орошения) для условий типового среднесухого года (25 % обеспеченности). Расчеты необходимо проводить согласно методике, изложенной в п.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 таблиц для среднесухого года.

Величина $W_{max} = W_{нв}$ и определяется по одной из формул (10.11), (10.12), (10.13), где вместо разности $(\beta_v - \beta_n)$ подставляется β_v . 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; $m = 25 \text{ мм}$; $W_{max} = 111 \text{ мм}$, $W_{min} = 86 \text{ мм}$, $W_n^i = 104 \%$ от $W_{max} = 115 \text{ мм}$.

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

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

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.