

= 1,3 м. В этом случае глубину воды на середине междренья определим по зависимости

$$m_c = \sqrt{\frac{qB^2}{4K_\phi} + (m_n + \Delta H_n)^2} = \sqrt{\frac{0,003 \cdot 48^2}{4 \cdot 1,0} + (1,19 + 0,11)^2} = 1,85 \text{ м.}$$

Результаты последующих расчетов сведены в табл. 1.

Приведенный анализ подтверждает, что в расчеты расстояния между дренами следует включать данные по проводимости водоносного комплекса на линии дрены, и в первую очередь при расположении дрены на водоупоре. Высота нависания над дренаем применительно к открытым каналам является высотой высачивания и может определяться подобным образом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мурашко А.И., Сапожников Е.Г. Защита дренажа от заиливания. — Минск, 1978. — 168 с. 2. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. — М., 1952. — 676 с.

УДК 631.6:626:86

Ш.И.БРУСИЛОВСКИЙ, П.П.ЕВЧИК,  
А.У.РУДОЙ, канд-ты техн. наук  
(БелНИИМивХ)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕНАЖНОГО СТОКА ИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

При проектировании для определения параметров мелиоративных систем важно знать расчетные периоды, объемы и модули дренажного стока. Многолетние исследования, проведенные на дренированных минеральных землях различного механического состава, показали, что основной объем стока в условиях атмосферного водного питания приходится на весну и осень — в тяжелых и средних почвах севера республики и на осенне-зимне-весенний период — в легких почвах полесской зоны. Летом же, как правило, независимо от механического состава сток незначителен [1, 2]. Не велика доля зимнего стока в общем объеме отводимой воды на почвах среднего и тяжелого механического состава в северной части Белорусской ССР. Поэтому в водобалансовых расчетах этой составляющей стока без особого ущерба можно пренебречь.

В результате обобщения и анализа данных многолетних наблюдений (7–12 лет) за дренажным стоком с минеральных почв республики выявлено, что слой (объем) стока существенно зависит от междренних расстояний. В функции междренних расстояний слой стока для весны и осени имеет криволинейную зависимость:

$$h = \alpha/E^\beta, \quad (1)$$

где  $h$  — слой стока за соответствующий период;  $E$  — расстояние между дренами;  $\alpha$  и  $\beta$  — эмпирические коэффициенты. Коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  определяются различным способом в зависимости от расчетного периода. Так, в весенний

период их значения обуславливаются максимальной глубиной промерзания почвы  $H_{пр}$ , количеством дней от даты полного оттаивания до конца апреля  $t$ , разностью осадками  $O$  и аккумулирующей емкостью почвы  $\Delta W$ . В качестве последней принята разность между влагозапасами в метровом слое почвы при ПВ (тяжелые и средние почвы), ППВ (легкие почвы) и фактическими влагозапасами в этом слое на начало декабря для весеннего периода и октября для осени. В осенний период коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  зависят от  $(O - \Delta W)$  и средней температуры воздуха  $T$ . Причем  $O$  и  $T$  принимаются в расчет для осени — за октябрь, ноябрь и первую декаду декабря, для весны — за декабрь—апрель. Зависимость между  $\alpha$  и  $\beta$  и указанными факторами носит прямолинейный характер [3, 4]. В результате обработки фактического материала по стоку получены формулы для определения коэффициентов (табл. 1).

Для слоя стока зимнего периода (декабрь предыдущего года, январь—март последующего) при нормативных расстояниях между дренами для легких почв получена формула  $h = 0,34O - 19$ , где  $O$  — осадки за ноябрь—декабрь.

Влагозапасы для вычисления аккумулирующей емкости при определении слоя осеннего дренажного стока можно определить по полученной нами зависимости

$$W = 66,6 O^{0,31}, \quad (2)$$

Таблица 1. Определение параметров  $\alpha$  и  $\beta$  по формуле (1)

| Период   | Почва   | Формулы для вычисления $\alpha$ и $\beta$                                    | Предел применимости  |
|----------|---|--|--|
| Весенний | Тяжелая   | $\alpha = 1,03(O - \Delta W) - 91$   | $69 \leq (O - \Delta W) \leq 2,44$   |
|          |   | $\beta = 0,47 + 2,93 \frac{H_{пр}}{t}$                                       | $0,005 \leq \frac{H_{пр}}{t} \leq 0,10$  |
|          | Средняя   | $\alpha = 5,3(O - \Delta W)$<br>$\beta = 0,54 + 2,4 \frac{H_{пр}}{t}$        | $16 \leq (O - \Delta W) \leq 236$<br>$0,012 \leq \frac{H_{пр}}{t} \leq 0,2$    |
| Осенний  | Легкая  | $\alpha = 1,03(O - \Delta W) - 91$<br>$\beta = 0,47 + 2,93 \frac{H_{пр}}{t}$ | $118 \leq (O - \Delta W) \leq 236$<br>$0,002 \leq \frac{H_{пр}}{t} \leq 0,014$ |
|          | Тяжелая   | $\alpha = 1,64(O - \Delta W)$  | $41 \leq (O - \Delta W) \leq 90$   |
|          |   | $\beta = 0,262T$   | $1,7 \leq T \leq 3,3$  |
|          | Средняя   | $\alpha = 1,34(O - \Delta W)$  | $41 \leq (O - \Delta W) \leq 90$   |
|          |   | $\beta = 0,262T$   | $1,7 \leq T \leq 3,3$  |
| Легкая   | $\alpha = 1,64(O - \Delta W)$<br>$\beta = 0,22T - 0,24$ | $6 \leq (O - \Delta W) \leq 139$<br>$2,8 \leq T \leq 6,0$                    |  |

где  $W$  — влагозапасы на начало октября;  $O$  — сумма осадков за август—сентябрь. Формула (2) справедлива в интервале  $65 \leq Q \leq 235$ . Отклонение вычисленных значений от фактических не превышает 14 % и в среднем составляет 5,5 %.

При пользовании приведенными формулами (см. табл. 1) следует иметь в виду, что если  $a$  равняется нулю или является отрицательной, сток отсутствует. Отрицательные значения  $\beta$  для осени указывают на выход расчетов за границы применения эмпирической формулы.

Наряду с объемом стока при проектировании осушительных систем требуется также знание максимальных модулей дренажного стока. Анализ фактических данных показал, что существует тесная связь модулей и расстояний между дренами. В результате обработки данных получена эмпирическая формула для определения максимального модуля дренажного стока

$$q = a/E^b, \quad (3)$$

где  $q$  — максимальный модуль дренажного стока;  $E$  — расстояние между дренами;  $a$  и  $b$  — эмпирические коэффициенты, которые вычисляются по зависимостям, приведенным в табл. 2.

Для зимнего периода  $q = 0,0118 O - 0,66$ , где  $O$  — суммарные осадки больше 56 и меньше 140: весенние (апрель), осенние (ноябрь), зимние (ноябрь, декабрь).

Объем дренажного стока, помимо метеорологических условий и междренних расстояний, зависит также от степени заболоченности почвы [3]. В результате анализа фактических данных по стоку для тяжелых почв получены поправочные коэффициенты к формуле (1) (табл. 3).

Таблица 2. Зависимости для определения коэффициентов  $a$  и  $b$  по формуле (3)

| Период   | Почва   | Формулы                      | Примечание  |
|----------|---------|------------------------------|---|
| Весенний | Тяжелая | $a = 0,20 O - 1,2; b = 1,32$ | При $a \leq 0$<br>$q = 0$ , т.е. сток отсутствует |
|          | Средняя | $a = 0,20 O; b = 0,97$       |   |
|          | Легкая  | $a = 0,09 O; b = 1,32$       |   |
| Осенний  | Тяжелая | $a = 0,029 O; b = 0,96$      | —   |
|          | Средняя | $a = 0,029 O; b = 0,70$      | —   |
|          | Легкая  | $a = 0,018 O; b = 0,96$      | —   |

Таблица 3. Значения поправочных коэффициентов

| Почвы                          | Расчетный период |       |
|--------------------------------|------------------|-------|
|                                | весна            | осень |
| Временно избыточно увлажняемые | 0,70             | 0,67  |
| Глееватые                      | 1,00             | 1,00  |
| Глеевые                        | 1,60             | 1,17  |

При наличии на тяжелых почвах сплошной засыпки дренажных траншей хорошо фильтрующими материалами (гравием, крупнозернистым песком и т.д.) в формулу (1) следует вводить поправочный коэффициент: для весеннего периода 1,9; осеннего — 2,2.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брусиловский Ш.И., Рудой А.У. Исследование стока с дренированных почв тяжелого механического состава. — В кн.: Конструкции и расчеты осушительно-увлажнительных систем. Минск, 1978, с. 109—119. 2. Рудой А.У. Исследования действия дренажа в легких почвах разной степени заболоченности. — Там же. Минск, 1979, с. 201—211. 3. Брусиловский Ш.И. Мелиорация минеральных почв тяжелого механического состава. — Минск, 1981. — 160 с. 4. Брусиловский Ш.И., Козлов Е.М. Влияние глубины и расстояний между дренами на водный режим супесчаных почв. — В кн.: Мелиорация переувлажненных земель. Минск, 1976, с. 79—90.

УДК 626.83.001.2

А.П.РУСЕЦКИЙ, В.П.КОВАЛЕНКО,  
канд-ты техн. наук (БелНИИМВХ)

### ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЯМИ ГРУНТОВЫХ ВОД

В БелНИИМВХ в течение ряда лет осуществляются разработки способов и средств автоматического управления водным режимом мелиорируемых земель. Исследования ведутся по созданию автоматизированных систем с использованием: 1) средства регулирования электрического действия; 2) регуляторов гидравлического действия.

В основе регулирования водного режима почвы лежит управление уровнями грунтовых вод путем изменения положения уровней воды в мелиоративной сети. Возможности управления с использованием электрических и гидравлических средств автоматизации неоднозначны. Во-первых, обеспечивается любой алгоритм управляющего действия в пределах физических ресурсов (глубины каналов, водоисточника и др.), во-вторых, алгоритм управляющего воздействия ограничен и определяется конструкцией регуляторов. Применительно к использованию электрических регуляторов в настоящее время имеется теория управления уровнями грунтовых вод при создании в регулирующей сети управляющих воздействий релейного типа, т.е. принимающих нулевое или крайние значения [1—6]. Переходные процессы, возникающие в почве в межканальной полосе при переводе УГВ из одного положения в другое, описываются зависимостями с различными краевыми условиями из уравнения Буссинеска.

Для определения области применения алгоритма фиксированного управления В.П.Сельченком и Б.Ш.Мордуховичем [6] предложена следующая зависимость:  $t\beta_0/2 \leq \epsilon$ , где  $\epsilon$  — заданная точность поддержания необходимого УГВ,  $\beta_0 = q/\mu$  — начальная (максимальная) скорость движения УГВ под дейст-