

ИНФИЛЬТРАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЛАГООБМЕНА В СИСТЕМЕ: ЗОНА АЭРАЦИИ - ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Лукиша В.В., Мешик О.П., Цилиндь В.Ю.

БПИ

Количество влаги, аккумулируемой в почвенном слое, определяется соотношением (балансом) между ее приходом и расходом на данной территории за расчетный период (t)

$$W_{i+1} = W_{i-1} + KX_i - Z_{oi} - Y_i + G_i - J_i, \quad (1)$$

где W_{i+1} ; W_{i-1} - почвенные влагозапасы, соответственно, на конец и начало расчетного интервала времени (t); X_i - сумма атмосферных осадков за расчетный период; K - поправочный коэффициент, отражающий недоучет атмосферных осадков, измеряемых осадкомерными приборами; Z_{oi} - оптимальное водопотребление сельскохозяйственной культуры (оптимальное суммарное испарение) за расчетный интервал времени; Y_i - поверхностный сток; G_i - грунтовая составляющая водного баланса за тот же период; J_i - инфильтрация почвенной влаги из зоны аэрации в более глубокие слои почвогрунтов за время (t).

Даже при глубоком залегании от испаряющей поверхности УГВ - уровней грунтовых вод ($h_{угвi} > 5 \dots 10$ м), величина инфильтрации (J_i) существенна и находится в пределах 10...160 мм в год. Природа инфильтрующейся влаги кроется, главным образом, в режиме выпадения атмосферных осадков, формирующих собственными избыточными почвенными влагозапасами на сельскохозяйственных полях. При этом, считаем, что инфильтрация имеет место после насыщения почвенного слоя зоны аэрации до наименьшей влагоемкости ($W_{нв}$). Для определения декадных значений инфильтрации (J_i) на территории Белорусского Полесья предлагается уравнение вида

$$J_i = \frac{a_1 K X_i + a_2 (W_{i-1} / t_i^0) - a_3 W_{нв}}{h_{угв(i-1)}}, \quad (2)$$

где KX_i - сумма атмосферных осадков (с учетом поправок) за расчетный (t) период, м; W_{i-1} - почвенные влагозапасы зоны аэрации (однометрового слоя) на начало расчетного периода, м; t_i^0 - среднедекадная температура воздуха, °С; $W_{нв}$ - наименьшая влагоемкость почвогрунтов зоны аэрации, м; $h_{угв(i-1)}$ - слой почвогрунтов до зеркала грунтовых вод (глубина залегания грунтовых вод) на начало расчетного периода (t), м; a_1, a_2, a_3 - эмпирические коэффициенты.

В уравнении (2), значения $KX_i, W_{i-1}, W_{нв}, h_{угв(i-1)}$, как и конечный результат (J_i), приведены в метрах слоя воды. Величина ($h_{угв(i-1)}$) представлена в знаме-

нателе, что отражает тенденцию к снижению значений инфильтрации (J_i) при понижении уровней грунтовых вод. В случае, когда $h_{угв(i-1)}=0(m)$, - наблюдается поверхностный (Y_i) сток - $J_i \rightarrow Y_i$. Вообще, величина (J_i), фактически, представляет собой слой воды, идущей на пополнение грунтовых вод - $J_i = \Delta h_{угв i}$. Тогда глубина залегания грунтовых вод на конец рассматриваемого периода (t), при отсутствии подземного стока (притока) и напорного питания, определится как

$$h_{угв(i+1)} = h_{угв(i-1)} - J_i = h_{угв(i-1)} - \Delta h_{угв i} \quad (3)$$

По уравнению (3) представляется возможность, в частном случае, отслеживать динамику УГВ при наличии инфильтрационного питания грунтовых вод. Численные значения коэффициентов (a_i) в уравнении (2) можно получить, вскрыв механизм влияния на конечную величину основных инфильтрационных факторов. Коэффициент (a_1) характеризует долю участия атмосферных осадков (KX_i) в процессе формирования влагозапасов зоны аэрации, избыточная часть которых идет на инфильтрационное питание грунтовых вод. Обозначив через (a_0), долю участия осадков (KX_i) в процессе инфильтрации, при интенсивности дождя $I=0$, а через (a_1) -, соответственно, долю (KX_i), при конкретной интенсивности (I), получаем уравнение

$$da_1/dI = -ka_1 \quad (4)$$

где $k > 0$ - коэффициент пропорциональности.

Разделив в уравнении (4) переменные, получим $da_1/a_1 = -k dI$. Дальнейшее интегрирование дает $\ln a_1 = -kI + \ln C$, где C - постоянная интегрирования. Учитывая, что, при $I=0$, $a_1 = a_0$, получаем, $C = a_0$, и $\ln a_1 = -kI + \ln a_0$. Откуда, $\ln a_1/a_0 = -kI$, $a_1/a_0 = \exp(-kI)$ и, в итоге, рекомендуемое к использованию уравнение вида

$$a_1 = a_0 \exp(-kI) \quad (5)$$

в котором a_1 - доля участия атмосферных осадков (KX_i) в процессе инфильтрации, при конкретной интенсивности дождя (I); $a_0 = 1$ - доли участия атмосферных осадков (KX_i) в процессе инфильтрации, при интенсивности дождя - $I=0$; $I = KX_i/n$ - интенсивность атмосферных осадков, мм/сут; KX_i - декадная сумма атмосферных осадков, мм; n - число дней с осадками в декаде. Осредненные для различных почвогрунтов Белорусского Полесья, значения показателя степени (k) приведены в таблице 1.

Таблица 1 Показатель степени (k) в уравнении (5)

Почвогрунты	торфяные	песчаные	супесчаные	суглинистые	глинистые
Показатель k	$k_1 = 0,005$	$k_2 = 0,01$	$k_3 = 0,015$	$k_4 = 0,02$	$k_5 = 0,025$

При колебании среднесуточной интенсивности осадков (I) в пределах от 2,5 до 6,0 мм/сут, снижение коэффициента (a_1) незначительно ($a_1 \approx 0,08$). В связи с этим, при отсутствии данных наблюдений за интенсивностью атмосферных осадков (I), можно принимать для конкретных типов почвогрунтов значения (a_1), соответствующие средней для территории Белорусского Полесья интенсивности - 4мм/сут. В уравнении (2), выражение ($a_2(W_{i-1}/t ; j)$) характеризует почвенные влагозапасы зоны аэрации, неостребованные процессом суммарного испарения, и, после насыщения деятельного слоя почвы до уровня наименьшей влагоемкости ($W_{нв.}$), участвующие в инфильтрации. Наши исследования показали, что коэффициенты (a_2) по своей динамике и количественному выражению аналогичны относительному суммарному испарению - $a_2 = z_i/Z_{mi}$, где Z_i - фактическое суммарное испарение; Z_{mi} - максимально возможное испарение (испаряемость климата). В уравнении (2), наименьшая влагоемкость ($W_{нв.}$) используется совместно с коэффициентом (a_3). Нами установлена значительная изменчивость коэффициента (a_3) и его зависимость от абсолютной величины наименьшей ($W_{нв.}$) влагоемкости (таблица 2). При этом, минимальные значения параметра (a_3) имеют место для песчаных и супесчаных, а максимальные - для торфяных почвогрунтов.

Таблица 2 Значения коэффициентов (a_3) в уравнении (2) для различных типов почвогрунтов

Почвогрунты	песчаные	супесчаные	суглинистые	глинистые	торфяные
Коэффициент- a_3	0,037...0,043	0,040...0,048	0,046...0,050	0,048...0,054	0,055...0,066

Количественная оценка инфильтрации (J_i) традиционными способами дает приближенные ее значения (ошибки 300...500% и более), что неприемлемо при тепло-воднобалансовых расчетах. Использование уравнения (2), позволяет снизить ошибку до пределов, допустимых при решении практических эколого - мелиоративных задач.

УДК 628.3

КОМПАКТНЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ВРАЩАЮЩИХСЯ БИОКОНТАКТОРОВ

Мороз В.В.
БПИ

Важность и объем мероприятий по защите окружающей среды возрастают с каждым годом. Одним из таких мероприятий является очистка сточных вод. Теперь уже нет необходимости объяснять, что потребление воды непрерывно растет и образующиеся, в результате этого, сточные воды могут отводиться в наши водоемы лишь после надлежащей очистки. Охране водных ресурсов уделяется большое вни-