

ИССЛЕДОВАНИЕ САМОВЫРАВНИВАНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОГО ОБЪЕКТА РЕГУЛИРОВАНИЯ

В последнее время в БССР все больше внимания уделяется автоматизации мелиоративных объектов. Проектируется и строится ряд систем, в которых в той или иной степени предусматривается автоматизация управления водным режимом. Как правило, создаются они в основном с использованием опыта, приобретенного в других республиках нашей страны, и, естественно, не могут полностью отвечать местным требованиям и условиям. Поэтому изучение типичных объектов с привлечением аппарата теории автоматического регулирования является актуальной задачей и позволит более грамотно решать задачи, связанные с автоматизацией мелиоративных объектов республики.

Одним из важных параметров, обуславливающих выбор авторегулятора и устойчивость режима уровней грунтовых вод, является самовыравнивание объекта регулирования. Под самовыравниванием подразумевается свойство объекта регулирования самостоятельно (без регулятора) выравнять нарушенный баланс между притоком и расходом рабочей среды [1].

Исследуем этот параметр на примере конкретного объекта, расположенного в бассейне р. Орессы. Глубина торфа на опытном участке 0,4 м. Торф подстилается мощным слоем песка толщиной 30 м со средним коэффициентом фильтрации 14,8 м/сут. Неровность поверхности участка характеризуется перепадами 0,2 м. Осушение проводилось сетью открытых каналов, расстояние между которыми равно 300 м.

Целью регулирования является поддержание уровня грунтовых вод на глубине, не ограничивающей транспирацию растений. Для упрощения расчетов примем эту глубину постоянной, но обеспечивающей достаточное подпитывание при любом возможном испарении. В соответствии с исследованиями [2] она может быть принята равной $h_0 = 0,7$ м. Изменения уровня грунтовых вод в небольших допустимых пределах не влияют на величину транспирации растений ввиду осуществления цели регулирования — не ограничивать подпитывание. Это позволяет утверждать, что в рассматриваемом случае отсутствует связь между уровнем грунтовых вод и оттоком на испарение. Ввиду отсутствия этой связи самовыравнивание на оттоке не наблюдается. При изменении оттока на испарение происходит изменение уровня грунтовых вод, что влечет за собой изменение притока в грунтовые воды из регулирующей сети. Следовательно, самовыравнивание на притоке имеет место.

Определим допустимый диапазон колебаний уровня грунтовых вод. Зависит он прежде всего от допустимого диапазона колебаний влажности почвы, который можно принять равным [3, 4] $\Delta w^{\text{доп}} = 10\%$ при влажности, выраженной в процентах полной влагоемкости, а это соответствует колебаниям уровня $\Delta h_{г.в}^{\text{доп}} = 0,2$ м [5]. На выбор допусти-

мого диапазона колебаний уровня грунтовых вод влияет также рельеф поверхности участка. Чем больше перепад отметок поверхности, тем меньше допустимый диапазон $\Delta h_{г.в.}^{доп}$. В рассматриваемом случае перепад отметок поверхности участка с учетом планировки равен 0,2 м. Тогда колебание этих отметок относительно среднего их значения будет 0,1 м. Отсюда допустимый диапазон колебаний, определенный на основании приведенного расчета, необходимо уменьшить на 0,1 м. Следует иметь в виду, что некоторая компенсация неровности поверхности и криволинейности кривой депрессии при подаче воды из канала достигается за счет роста корневой системы вглубь.

Определим действительный диапазон колебаний $h_{г.в.}$ для исследуемого объекта регулирования и соответствующую ему степень самовыравнивания. Действительный диапазон будет равен конечному отклонению уровня грунтовых вод от номинального значения при действии максимально возможного оттока из зоны грунтовых вод и наличии притока из регулирующей сети. Максимальный отток воды на испарение с одного квадратного метра площади для многолетних трав при уровнях грунтовых вод, не ограничивающих испарение, равен $q_E = 4,5$ мм/сут [2]. Конечное отклонение $h_{г.в.}$ можно определить из условия равенства оттока на испарение из почвы Q_E притоку из регулирующей сети в грунтовые воды.

Для расчета выделим полосу шириной 1 м перпендикулярно линии канала. Расчетное сечение находится посередине межканального пространства, т. е. $L = 150$ м. Отток на испарение из почвы $Q_E = q_E L = 0,675$ м³/сут. Исследуемый объект относится к группе многоемкостных, поэтому достаточно точно его можно аппроксимировать одноемкостным с транспортным запаздыванием [6]. Поэтому нагрузку исследуемого объекта регулирования сосредоточим в расчетном сечении. Тогда

$$Q_E = \frac{kT}{L} (H-h) \alpha,$$

где k — коэффициент фильтрации пласта, $k = 14,8$ м/сут; T — мощность водоносного пласта, $T = 29,3$ м; $L = 150$ м; α — коэффициент всасывания канала, $\alpha = 0,763$; H — напор в канале; h — напор в расчетном сечении; $Q_E = 0,675$ м³/сут; $H-h = \Delta h_{г.в.}^{дейст}$. Отсюда

$$\Delta h_{г.в.}^{дейст} = \frac{Q_E L}{kT \alpha} = 0,30 \text{ м.}$$

Определим степень самовыравнивания ρ объекта регулирования, соответствующую найденному отклонению (ρ показывает, на сколько должно измениться испарение по отношению к изменению уровня грунтовых вод, происшедшему под воздействием этого испарения.) Для этого выразим отклонение в безразмерных единицах

$$\sigma_{дейст} = \frac{\Delta h_{г.в.}^{дейст}}{h_0} = 0,43.$$

Тогда степень самовыравнивания объекта [6]

$$\rho_{дейст} = \frac{1}{\sigma_{дейст}} = 2,32.$$

Для допустимого $\Delta h_{г.}$ в соответственно получим

$$\sigma^{\text{доп}} = 0,14; \rho^{\text{доп}} = 7,1.$$

Так как $\rho^{\text{дейст}} < \rho^{\text{доп}}$, то рассматриваемый объект обладает недостаточным самовыравниванием, а значит, нуждается в регулировании уровня грунтовых вод. Отсюда следует также, что применение вододействующего регулятора на исследуемом объекте не обеспечит необходимой точности регулирования. Более приемлемый результат можно получить, применяя регулятор с электроприводом, приводимым в действие на основе информации об уровне грунтовых вод в межканальном пространстве.

Литература

1. Бочкарев Я. В., Ганкин М. З., Овчаров Е. Е. Основы автоматки и автоматизации производственных процессов в гидромелиорации. М., 1969. 2. Шебеко В. Ф. Испарение с болот и баланс почвенной влаги. Минск, 1965. 3. Козловский Т. Водный обмен растений. Пер. с англ. М., 1969. 4. Richards L. A., Wadleigh C. H. In: Soil Physical Conditions and Plant Growth. п. J, 1952. 5. Янголь А. М. Двустороннее регулирование влажности при осушении. М., 1970. 6. Герасимов С. Г. Теоретические основы автоматического регулирования тепловых процессов. Ч. 1. М., 1967.