

УДК 551. 16. 06

МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ «ГРИЧИНО-СТАРОБИНСКОГО ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»)

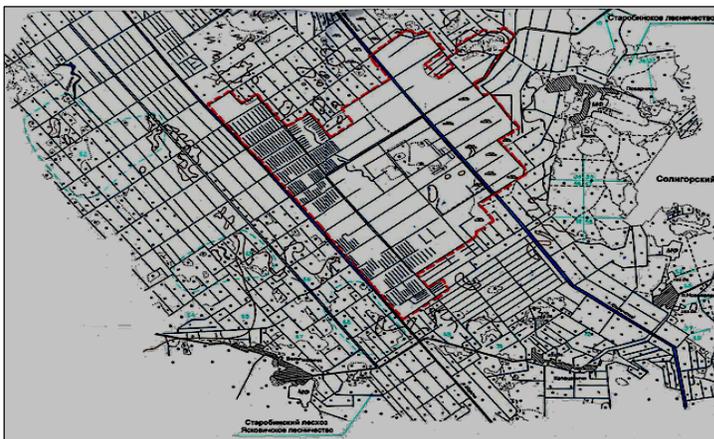
Хинич А.И.

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

В настоящее время для разработки любого природного месторождения требуется предварительная экологическая экспертиза. В результате анализа методов и способов оценки изменений водного режима разрабатываемых торфяных месторождений и прилегающих территорий наиболее приемлемыми являются методы математического моделирования. Ввиду большого разнообразия природно-климатических условий для каждого конкретного объекта типовые расчетные схемы должны корректироваться с учетом индивидуальных особенностей разрабатываемого торфяного месторождения. Основными требованиями при выборе участка для наблюдений за режимом грунтовых вод является его типичность для данной территории.

Для организации участка необходимо иметь следующие материалы: план расположения осушительной сети торфяного месторождения и сооружений, данные о глубине торфяной залежи и места установки наблюдательных колодцев, характере грунта ниже торфяной залежи, ботаническом составе, степени разложения и коэффициенте фильтрации торфа, типе водного питания для данного участка.

Для наблюдения за уровнями грунтовых вод при разработке торфяных месторождений было выбрано «Гричино-Старобинское месторождение».



**Рисунок 1 – «Гричино-Старобинское торфяное месторождение»
Солигорского района
Минской области**

Месторождение находится в обширной заболоченной пойме р. Морочь. Ширина массива – до 10 км., длина около 20 км. В геоморфологическом отношении рельеф представляет собой пойменно-озерную равнину, сложенную торфом и разбросанными по всей территории невысокими суходольными возвышенностями. Торфяная залежь сложена торфами низинного типа, из которых преобладает осоковый – 33,4 %, древесно-тростниковый – 24,8 %, тростниковый – 22,8 %, древесно-осоковый – 7,4 %. Положение грунтовых вод находится в прямой зависимости от количества выпадающих атмосферных осадков и от уровня воды в каналах. Ложе месторождения торфа, а также внутренние суходольные участки, сложены песками мелкими и средней крупности, с маломощными прослойками супесей.

Фрезерные поля осушаются картовыми каналами, располагаемыми через 40 метров, которые соединены в плане под прямым углом с валовыми каналами. Расстояние между валовыми каналами принято 500 метров.

Глубина пласта для расчетов разработки 0,8 м. при общей средней глубине 1,76 м. Средние значения технических свойств торфа по всему участку характеризуются следующими показателями:

- степень разложения – 35% ;
- влажность – 81,1%;
- зольность – 14,1%.

Расчетная промышленная площадь составляет 1256,6 га. в границе промышленной глубины залежи торфа 0,8 м. В таблице 1 приведены параметры кривой распределения стока реки-аналога Морочь – с. Мацкевичи.

Таблица 1 – Параметры кривой распределения характерного стока реки – аналога Морочь – с. Мацкевичи

Характеристика стока	Собственный ряд					Приведенный ряд				
	П	м³/с	л/с.км²	C _v	C _s	П	м³/с	л/с.км²	C _v	C _s
Годовой сток	37	1,37	4,38	0,30	0,78	55	1,46	4,66	0,30	0,84
Весеннее половодье	37	30,6	97,8	0,79	1,15	55	35,3	113,0	0,77	1,26
Слой стока весеннего половодья	33	-	-	0,54	0,47	51	-	-	0,48	0,34
Дождевой паводок	37	5,71	18,2	0,81	2,11	-	-	-	-	-
Минимальный летний сток	38	0,24	0,77	0,41	0,45	-	-	-	-	-

Моделирование уровней подземных вод возможно по следующим расчетным схемам.

Для потока грунтовых вод, при котором струйки воды перемещаются в параллельных вертикальных плоскостях, удобно рассматривать расход потока на единицу его ширины [1]

$$q = Q / B , \tag{1}$$

где q — единичный расход потока (расход, через 1 м ширины потока), м³/сут; Q – общий расход потока, м³/сут; B – ширина потока, м.

Согласно закону Дарси, единичный расход потока в пределах рассматриваемого участка равен

$$q = k \cdot h_{cp} \cdot I_{cp} , \tag{2}$$

где k – коэффициент фильтрации водоносного пласта; h_{cp} – средняя мощность потока; I_{cp} – средний напорный градиент потока.

В случае совпадения уклона водоносного пласта с направлением движения грунтовых вод (рис. 2 и 3) уравнение кривой депрессии имеет вид:

$$\frac{i \cdot \ell}{h_0} = \varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1) , \tag{3}$$

где i – уклон поверхности водоупора в долях единицы; ℓ – расстояние между сечениями, м; h_0 – приведенная мощность потока, м, при которой расход его равен $q = kh_0i$, что отвечает равномерному движению воды с уклоном зеркала воды i ; $\varphi(\eta_2)$ – значение функции $\varphi(\eta)$ при относительной мощности потока $\eta = h_2 / h_0$; $\varphi(\eta_1)$ – значение той же функции при $\eta = h_1 / h_0$, для кривой подпора $\varphi(\eta) = (\eta) + \ell n(\eta - 1)$, для кривой спада $\varphi(\eta) = \eta + \ell n(1 - \eta)$.

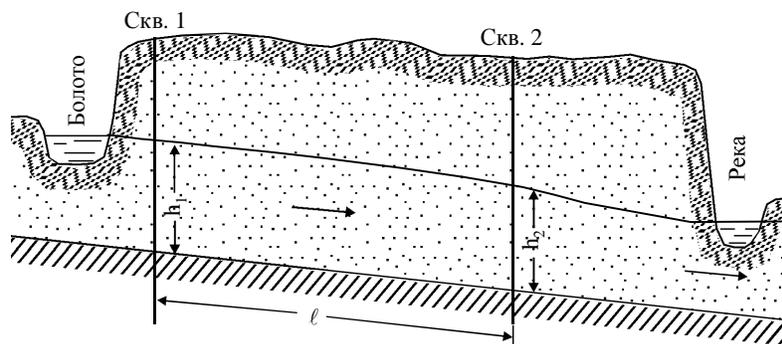


Рисунок 2 – Кривая подпора при прямом уклоне основания водоносного пласта

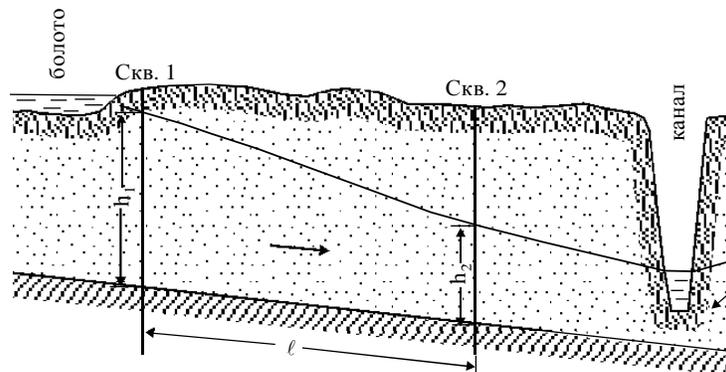


Рисунок 3 – Кривая спада при прямом уклоне основания водоносного пласта

Значения функции $\varphi(\eta)$ в зависимости от значений η находятся по специальным таблицам. При $\eta > 1$ наблюдается кривая подпора (рис. 2), при $\eta < 1$ – кривая спада (рис. 3). Кривая подпора характеризуется увеличением мощностей потока по направлению движения, кривая спада – уменьшением мощностей в том же направлении.

При обратном уклоне водоупорного ложа потока, при котором направление потока противоположно падению водоупора, возможна лишь кривая спада. Для нее характерно убывание мощности потока по течению $\eta = h/h_0 < 1$ (рис. 4).

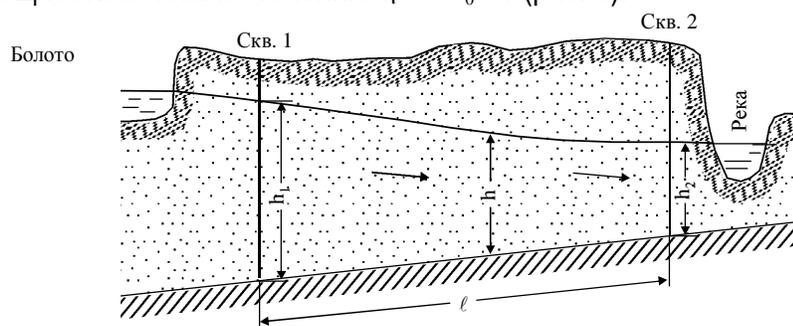


Рисунок 4 – Кривая спада при уклоне основания водоносного пласта

Для кривой депрессии в этом случае действительно уравнение:

$$\frac{i \cdot \ell}{h'_0} = \psi(\eta_2) - \psi(\eta_1), \quad (4)$$

где h'_0 – приведенная мощность потока; $\psi(\eta_1)$ и $\psi(\eta_2)$ – значения функции $\psi(\eta) = -\eta + \ln(1 + \eta)$ соответственно для значений $\eta_1 = h_1/h'_0$ и $\eta_2 = h_2/h'_0$.

При движении грунтовых вод в неоднородном наклонном пласте сложного строения, водопроницаемость которого изменяется в горизонтальном и вертикальном направлениях без какой-либо ясной закономерности (общий случай разнородности) расход потока определяется из уравнения:

$$q = \frac{k_1 \cdot h_1 + k_2 \cdot h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{\ell}, \quad (5)$$

где k_1 и k_2 — средние коэффициенты фильтрации пласта в верхнем и нижнем сечениях потока; h_1 и h_2 мощности потока в тех же сечениях.

Средний коэффициент фильтрации для данного сечения определяется по данным послойных определений водопроницаемости лабораторным способом. Зная послойные коэффициенты фильтрации k_1, k_2, \dots, k_n и соответствующие мощности отдельных слоев $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$, вычисляют средневзвешенное значение коэффициента фильтрации для всего сечения по формуле:

$$k = \frac{k_1 \cdot h_1 + k_2 \cdot h_2 + k_3 \cdot h_3 + \dots + k_n \cdot h_n}{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n} = \frac{\sum kh}{\sum h}. \quad (6)$$

Для водоносного пласта, состоящего из двух горизонтально залегающих слоев, действительно уравнение:

$$q = k_1 \cdot M \cdot \frac{h_1 - h_2}{\ell} + k_2 \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{h_1 - h_2}{\ell}, \quad (7)$$

где k_1 — коэффициент фильтрации нижнего слоя; k_2 — то же для верхнего слоя; M — мощность нижнего слоя; h_1 — уровень грунтовых вод в верхнем сечении потока, считая от кровли нижнего слоя; h_2 — то же в нижнем сечении потока; ℓ — расстояние между выбранными сечениями.

При резкой смене водопроницаемости водоносного пласта в горизонтальном направлении, что наблюдается, например, при переходе от водораздельного массива к аллювиальной долине (на террасе), может быть использована следующая формула Каменского:

$$q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2 \cdot \left(\frac{\ell_1}{k_1} + \frac{\ell_2}{k_2} \right)}. \quad (8)$$

С помощью математических моделей можно в той или иной степени оценить величину антропогенных воздействий на экосистему.

Литература

1. Бурлибаев, М.Ж. Гидрологические измерения и гидрогеологические расчеты для водохозяйственных целей / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, М.Ю. Калинин – Алматы: Издательство «Каганат», 2004. – 358 с.