

ниях данного коэффициента, от полученных по методике {2}. Это обстоятельство указывает на тот фактор, что при очистке различных производственных сточных вод требуются дополнительные исследования по установлению гидравлического сопротивления вращению дисков.

Незнание точного численного значения коэффициента крутящего момента для данных условий приводит к высокому запасу мощности электродвигателя, который вынуждены применять проектировщики ввиду недостаточной изученности проблемы. В свою очередь, такой "запас" ведет к ненужному увеличению мощности (либо количества) электродвигателей и, как следствие, – к перерасходу электроэнергии и увеличению стоимости очистки сточных вод.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Олейник А.Я., Черный И.М. Расчет биофильтров с вращающейся загрузкой. - Водоснабжение и санитарная техника. 1989, № 3.
2. Черный И.М., Игнатенко А.В. Расчет энергопотребления дисковых биофильтров. - Водоснабжение и санитарная техника. 1990, № 2.

УДК 556.167 (476)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА ЛЕТНЕ-ОСЕННЕЙ МЕЖЕНИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ (ДЛЯ МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ)

*Лукша В.В., Мешик О.П., Цилиндь В.Ю.*

БПИ

В задачу исследования входит построение физико - математических моделей минимального годового стока малых рек Беларуси (малой авторы считают реку, имеющую размер водосборной площади не более 2000 км<sup>2</sup> и протяженность не более 200 км), с включением в расчетные зависимости определяющих факторов.

В качестве исходных данных использованы мгновенные значения минимального стока летне - осенней межени и основные стокоформирующие параметры 110 бассейнов рек Беларуси [1,2,3]. Согласно СНиП 2.01.14 - 83, минимальные 30 - дневные (средние месячные) расходы воды  $Q_{80\%}$  (ежегодной вероятности превышения  $P=80\%$ ) за летне - осенний и зимний периоды рассчитываются для малых рек при отсутствии данных гидрометрических наблюдений по редуccionной формуле [4]

$$Q_{80\%} = 10^{-3} \cdot a \cdot (A + f_0)^n, \quad (1)$$

в которой  $A$  - площадь водосбора, км<sup>2</sup>;  $a$ ,  $n$ ,  $f_0$  - параметры, определяемые в зависимости от географических районов по специальным приложениям.

Переход от расходов, рассчитанных по формуле (1), к расходам других обеспеченностей осуществляется с помощью коэффициентов, определяемым по рекам - аналогам. Нами получена полуэмпирическая физико-математическая модель минимального мгновенного расхода воды малых рек Беларуси следующего вида

$$\bar{Q}_{\min} = \bar{q}_{\min} \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_4 \cdot (A + 1)^{1,48}, \quad (2)$$

где  $\bar{q}_{\min}$  - единичный мгновенный минимальный расход воды летне-осенней межени для элементарного водосбора ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), определяется по картам изолиний или формуле

$$\bar{q}_{\min} = \frac{H_{\text{ср.}}^{1,81}}{\lambda^{1,03} \cdot \varphi^{4,09}}; \quad (3)$$

коэффициенты, учитывающие, соответственно, влияние на минимальный сток:  $\delta$  - водохранилищ, прудов и проточных озер,  $\delta_1$  - снижения минимального расхода воды в залесенных бассейнах,  $\delta_2$  - снижения минимального расхода воды в заболоченных бассейнах;  $\delta_4$  - средневзвешенного уклона реки,  $A$  - площадь водосбора,  $\text{км}^2$ .

Коэффициенты уравнения (2) определяются по следующим формулам

$$\delta = \frac{1}{(f_{\text{оз}} + 1)^{n_1}}, \quad \delta_1 = \frac{1}{(f_{\text{с.л.}} + f_{\text{з.л.}} + 1)^{n_2}}, \quad \delta_2 = \frac{1}{(f_{\text{б.}} + 1)^{n_3}}, \quad \delta_4 = (1 + I_{\text{ср.вз.}})^{n_4}, \quad (4)$$

где  $H_{\text{ср.}}$  - средняя высота водосбора в Балтийской системе координат, м;  $\lambda$ ,  $\varphi$  - соответственно, географическая долгота и широта центра тяжести водосбора, град.;  $f_{\text{оз}}$  - озерность водосбора, %;  $f_{\text{с.л.}}$  - площадь водосбора, занятая сухим лесом, %;  $f_{\text{з.л.}}$  - площадь водосбора, занятая лесом на заболоченных землях, %;  $f_{\text{б.}}$  - площадь водосбора, занятая болотами, %;  $I_{\text{ср.вз.}}$  - средневзвешенный уклон реки, ‰;  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n_4$  - коэффициенты, отражающие, соответственно, степень влияния озерности, залесенности, заболоченности водосбора и средневзвешенного уклона реки на минимальный сток летне - осенней межени и изменяющиеся для исследуемой территории в пределах:  $n_1$  - 0,10...0,50 ( $n_{1\text{ср.}}=0,30$ );  $n_2$  - 0,01...0,04 ( $n_{2\text{ср.}}=0,02$ );  $n_3$  - 0,05...0,09 ( $n_{3\text{ср.}}=0,07$ );  $n_4$  - 0,50...1,09 ( $n_{4\text{ср.}}=0,795$ ).

Теснота связи наблюдаемых и рассчитанных по уравнению (2) минимальных значений стока летне - осенней межени достаточно высокая, коэффициент корреляции связи -  $R=0,793 \pm 0,037$ . Проверка модели осуществлялась по независимым материалам и показала, что средняя ошибка, с которой рассчитываются мгновенные минимальные расходы летне - осенней межени, не превышает 20%. Таким образом, можно считать, что, предлагаемая физико-математическая модель позволяет рассчитывать с достаточной, для практических целей, точностью среднее многолетнее значение мгновенного минимального стока летне - осенней межени.

Минимальный сток летне - осенней межени рек Беларуси заданной вероятности превышения ( $Q_{\min P\%}$ ) определяется по трем статистическим параметрам: среднему многолетнему минимальному стоку летне - осенней межени ( $\bar{Q}_{\min}$ ), коэффициентам вариации ( $C_v$ ) и асимметрии ( $C_s$ ). Норма стока ( $\bar{Q}_{\min}$ ) рассчитывается по предлагаемой нами зависимости (2). Нахождение  $C_v$ ,  $C_s$  и их соотношения  $C_s/C_v$  по имеющимся рядам наблюдений сопряжено с большими ошибками, вследствие их малой длины, - максимальная длина ряда из 110 исследованных створов малых рек - 45 лет, средняя - 22 года. Поэтому, при оценке статистических параметров минимального стока летне-осенней межени нами использовался метод годовпунктов, как наиболее полно учитывающий пространственно-временные изменения исследуемого ряда. Полученные статистические параметры приведены в таблице.

Таблица Коэффициенты вариации ( $C_v$ ), асимметрии ( $C_s$ ) и соотношение  $C_s/C_v$  для исследованных объединенных выборок

Бассейн реки	Количество членов ряда	$C_v$	$C_s$	$C_s/C_v$
Западная Двина	458	0,71	4,35	6,0
Неман	485	0,35	0,68	2,0
Западный Буг	98	1,21	2,97	2,5
Днепр	1338	0,65	2,21	3,5

Сравнение рассчитанных по предлагаемой методике обеспеченных величин минимальных расходов летне - осенней межени с полученными традиционными методами на основе экспериментальных данных показало их близкую сходимость (ошибка  $\leq 20\%$ ).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсы поверхностных вод СССР/ т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. ч.2. Основные гидрологические характеристики. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 720 с.
2. Основные гидрологические характеристики (за 1963 - 1970 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 432 с.
3. Основные гидрологические характеристики (за 1971 - 1975 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 504 с.
4. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985. -36 с.