

средний по водности год возрос после гидромелиорации до 30 - 40 % в условиях преимущественно грунтового типа водного питания мелиорируемых земель. Годовой сток Припяти, например, стал большим в таких же условиях на 35%.

Минимальный сток увеличился в аналогичных природно-гидрологических условиях еще более заметно. Так среднемесячные минимальные расходы воды летне-осенней и зимней межени возросли в 1,5 раза и даже более по сравнению с их величинами до осушительной мелиорации. В этих случаях, когда мелиорированные земли на водосборах имеют различные типы водного питания характер и размер изменений стока будет иным.

Выявленные закономерности влияния гидромелиорации на сток по водосборам разного порядка с учетом безвозвратных потерь на увлажнение и орошение позволяет давать оценку изменения расходных элементов водного баланса на перспективу, т.е. в проектном режиме.

Так по водосбору Припяти, с учетом ожидаемых объемов гидромелиорации через 15-20 лет, годовой сток останется большим в сравнении с естественным, примерно, на 25%. По другим водосборам резервы стока будут меньшими.

Таким образом, осушительная мелиорация земель и болот с грунтовым (грунтово-напорным) типом питания приводит к наиболее существенному преобразованию водного баланса: увеличению стока и уменьшению испарения. Результаты наших исследований позволяют оценивать эти последствия в проектном режиме и учитывать их при организации природно-мелиоративных стационаров.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СТОКА МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

В.В. Лукша, В.Ю. Цилиндь

Политехнический институт
Брест, Республика Беларусь

Приводятся расчетные зависимости для определения средних и заданной вероятности превышения значений стока весеннего половодья и летне-осенней межени при отсутствии данных гидрометрических наблюдений, а также проанализирована их связь с нормой стока по 110 водосборам малых рек Беларуси.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ВЕСЕННЕЕ, ПОЛОВОДЬЕ, ЛЕТНЕ-ОСЕННЯЯ, МЕЖЕНЬ, СТОК, ОТСУТСТВИЕ, ДАННЫЕ, ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ, НАБЛЮДЕНИЯ

Исследование стока малых рек, в общем, и экстремальных его значений, в частности, является актуальной проблемой для территории Беларуси, где малых рек более 20 тысяч. В условиях энергетического кризиса использование энергии малых рек потребует более углубленного исследования гидрологического режима гидрографической сети и водосборов.

Прогнозная оценка экстремальных значений стока малых рек Беларуси дает возможность предотвращения негативных явлений на сельскохозяйственных землях в поймах малых рек, возникающих в периоды весеннего половодья и летне-осенней межени. Для малых рек Беларуси, в условиях переменного увлажнения, лимитирующим часто оказывается минимальный сток летне-осенней межени, который необходимо определять для обеспечения бесперебойного водоснабжения, орошения и обводнения, для целей судоходства и энергетического использования рек. Оценка величины минимального стока дает возможность выявить его экологические составляющие - объем и концентрацию возможных сбросов в водоприемник, рекреационные возможности, судоходность реки и т.д.

Малая река, как объект природы, согласно ГОСТ 19179-73 [1] - это река, бассейн которой располагается в одной географической зоне, и гидрологический режим ее под влиянием местных факторов может отличаться от рек данной зоны. Однако, в различных областях знаний и практической деятельности эту категорию рек определяют, обычно, по длине или площади водосбора, причем, не всегда равноценным. Эти различия в понятии малой реки связаны, прежде всего, с видом исследований и разными подходами к проблеме малых рек, с точки зрения современных наук. Исследование режимов стока малых рек Беларуси позволило, руководствуясь нормативными документами и литературными источниками, принять следующее определение: малая река для исследуемой территории - это река, имеющая размер водосборной площади не более 2000 км² и протяженность не более 200 км.

Задачей настоящего исследования является построение физико-математических моделей зависимостей максимального стока весеннего половодья и минимального стока летне-осенней межени от определяющих его факторов. Необходимость разработки моделей назрела из-за отсутствия приемлемых региональных зависимостей для определения этих видов стока и несовершенства методики, рекомендованной СНиП 2.01.14-83 "Определение расчетных гидрологических характеристик" [2].

Построение физико-математических моделей осуществлено с использо-

ванием основных стокоформирующих параметров по 110 бассейнам малых рек Беларуси [3,4,5].

Полуэмпирическая физико-математическая модель максимального стока малых рек Беларуси имеет вид

$$Q_{\max} = \frac{q_{\max} \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3}{(A+1)^{0,02}} \cdot A, \quad (1)$$

где \bar{q}_{\max} , м³/с - единичный мгновенный максимальный расход весеннего половодья для элементарного водосбора; определяется по картам изолиний или по зависимости

$$q_{\max} = \frac{H_{\text{ср}}^{2,13} \cdot \lambda^{2,88}}{\varphi^{3,81}}, \quad (2)$$

где $H_{\text{ср}}$ - средняя высота водосбора в Балтийской системе координат, м; λ , φ - соответственно, географическая долгота и широта центра тяжести водосбора, град.; δ - коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер на максимальный сток; δ_1 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных бассейнах; δ_2 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах; δ_3 - коэффициент, учитывающий влияние среднего уклона реки на максимальный сток; A - площадь водосбора, км².

Коэффициенты уравнения (1) определяются по следующим формулам:

$$\delta = \frac{1}{(f_{\text{оз}} + 1)^{n_1}}; \delta_1 = \frac{1}{(f_{\text{с.л.}} + f_{\text{з.л.}} + 1)^{n_2}}; \delta_2 = \frac{1}{(f_6 + 1)^{n_3}}; \delta_3 = (1 + I_{\text{ср}})^{n_4}, \quad (3)$$

в которых $f_{\text{оз}}$ - озерность водосбора, %; $f_{\text{с.л.}}$ - площадь водосбора, занятая сухим лесом, %; $f_{\text{з.л.}}$ - площадь водосбора, занятая лесом на заболоченных землях, %; f_6 - площадь водосбора, занятая болотами, %; $I_{\text{ср}}$ - средний уклон реки, ‰; n_1, n_2, n_3, n_4 - коэффициенты, отражающие, соответственно, степень влияния озерности, залесенности, заболоченности водосбора, среднего уклона реки на максимальный сток весеннего половодья и изменяющиеся для исследуемой территории в пределах: n_1 -0,02...0,06 ($n_{1\text{ср}}=0,04$); n_2 -0,07...0,11 ($n_{2\text{ср}}=0,09$); n_3 -0,02...0,06 ($n_{3\text{ср}}=0,04$); n_4 -0,25...0,54 ($n_{4\text{ср}}=0,395$).

Полученная полуэмпирическая физико-математическая модель минимального мгновенного стока малых рек Беларуси имеет вид

$$Q_{\min} = q_{\min} \cdot \mu_1 \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot (A+1)^{1,48}, \quad (4)$$

где \bar{q}_{\min} - единичный мгновенный минимальный расход воды летне-осенней межени для элементарного водосбора, м³/с; определяется по картам или по формуле

$$\bar{q}_{\min} = \frac{H_{\text{ср}}^{1,81}}{\lambda^{1,03} \cdot \Phi^{4,06}} \quad (5)$$

μ - коэффициент, учитывающий, соответственно, влияние на минимальный сток средневзвешенного уклона реки.

Коэффициенты уравнения (2) определяются по следующим формулам:

$$\mu = (1 + I_{\text{ср.вз.}})^{n_1}; \quad \delta = \frac{1}{(f_{\text{оз.}} + 1)^{n_2}}; \quad \delta_1 = \frac{1}{(f_{\text{с.л.}} + f_{\text{з.л.}} + 1)^{n_3}}; \quad \delta_2 = \frac{1}{(f_{\text{в.}} + 1)^{n_4}} \quad (6)$$

где $I_{\text{ср.вз.}}$ - средневзвешенный уклон реки, ‰; n_1, n_2, n_3, n_4 - коэффициенты, отражающие степень влияния средневзвешенного уклона реки, озерности, залесенности, заболоченности водосбора на минимальный сток летне-осенней межени, соответственно, изменяющиеся для исследуемой территории в пределах: $n_1 - 0,50 \div 1,09$ ($n_{1\text{ср.}} = 0,795$); $n_2 - 0,10 \div 0,50$ ($n_{2\text{ср.}} = 0,30$); $n_3 - 0,01 \div 0,04$ ($n_{3\text{ср.}} = 0,02$); $n_4 - 0,05 \div 0,09$ ($n_{4\text{ср.}} = 0,07$).

Теснота связи наблюдаемых и рассчитанных по уравнениям (1), (4) значений стока достаточно высокая, коэффициенты корреляции связей равны, соответственно, $R = 0,835 \pm 0,022$ и $R = 0,793 \pm 0,037$.

Максимальный сток весеннего половодья и минимальный сток летне-осенней межени малых рек Беларуси заданной вероятности превышения $Q_{p\%}$ находят по трем статистическим параметрам: среднемноголетнему значению \bar{Q} , коэффициенту вариации C_V и коэффициенту асимметрии C_S . Норму \bar{Q} возможно рассчитать по предлагаемым зависимостям (1), (4).

Нахождение C_V, C_S и их соотношения C_S/C_V по имеющимся рядам наблюдений сопровождается большими ошибками, вследствие их малой длины, - максимальная длина ряда из 110 исследуемых малых рек (створов) - 45, средняя - 22. Поэтому, для оценки статистических параметров нами использовался метод годовых точек как наиболее полно учитывающий пространственно-временные изменения исследуемого ряда. Полученные статистические параметры приведены в таблицах 1, 2.

Значения максимального стока весеннего половодья и минимального стока летне-осенней межени тесно связаны с нормой годового стока, поэтому, возможно рассчитать последнюю по предлагаемым зависимостям:

$$\bar{Q} = 0,0284 \cdot \bar{Q}_{\text{макс}}^{1,237} \quad \text{при } R = 0,876 \pm 0,015; \quad (7)$$

$$\bar{Q} = 4,252 \cdot Q_{\min}^{0,768} \text{ при } R=0,928 \pm 0,009, \quad (8)$$

где Q_{\max} и Q_{\min} - рассчитанные значения по формулам (1) и (4).

Таблица 1 Коэффициенты вариации C_V , асимметрии C_S и соотношение C_S/C_V для исследованных объединенных выборок (максимальный сток весеннего половодья)

Бассейн реки	Количество членов ряда	C_V	C_S	C_S/C_V
Западная Двина	470	0,58	1,36	2,5
Неман	484	0,72	1,47	2,0
Западный Буг	99	0,63	0,79	1,0
Днепр	1356	0,68	1,23	2,0

Таблица 2 Коэффициенты вариации C_V , асимметрии C_S и отношение C_S/C_V для исследованных объединенных выборок (минимальный сток летне-осенней межени)

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

В случае известной величины нормы стока, экстремальные его значения определяются как:

$$Q_{\max} = 19,422 \cdot Q^{0,620}; \quad (9)$$

$$Q_{\min} = 0,165 \cdot Q^{1,122}. \quad (10)$$

Сравнительный анализ связи рассчитанных по предлагаемым методикам средних значений и обеспеченных величин минимальных расходов летне-осенней межени с рассчитанными по наблюдаемым значениям показал их близкую сходимость (ошибки не превышают 20%).

Литература

1. Гидрология суши. Термины и определения. ГОСТ 19179 - 73. - М., 1973. - 34 с.

2. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985. -36 с.

3. Ресурсы поверхностных вод СССР/ т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. ч.2. Основные гидрологические характеристики. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 720 с.

4. Основные гидрологические характеристики (за 1963 - 1970 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 432 с.

5. Основные гидрологические характеристики (за 1971 - 1975 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 504 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА

А.С.Калинович, Е.В.Логинова*, Р.А.Юревич

Центральный научно-исследовательский, Бел НИЦ "Экология"*
Минск, Республика Беларусь

В работе проведена оценка рекреационных ресурсов и их использования в Барановичском районе.

РЕКРЕАЦИОННЫЕ, РЕСУРСЫ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, РЕКРЕАЦИОННЫЙ, ПОТЕНЦИАЛ, СДЕРЖИВАЮЩИЕ, ФАКТОРЫ

Укрепление здоровья, профилактика и лечение болезней возможны при использовании климатических условий в местах проживания. Наличие благоприятных погодных условий, чистых водоемов, живописных пейзажей и распространение лесов создает предпосылки для использования их в рекреационных целях.

Оценка влияния климатических факторов на развитие рекреационной деятельности проводилась с учетом физиологического состояния человека при различных типах погоды.

В основе оценки рекреационного типа погоды Барановичского района лежит оценочная шкала определения благоприятной погоды, разработанная Н.А.Даниловой [1]. Расчеты проводились по ежемесячным данным наблюдений за температурой воздуха, общей облачностью, скоростью ветра, из-