

10. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы.- М.: Сов. Радио, 1977.- 488с.
11. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии.- Л.: Гидрометеиздат, 1991.- 239с.
12. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей.- Л.: Гидрометеиздат, 1971.-362с.
13. Справочник. Основные данные по климату СССР. - Обнинск, 1976.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКОФОРМИРУЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОСБОРОВ МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

В.В. Лукша

Политехнический институт  
Брест, Республика Беларусь

*Приводятся зависимости для расчета основных характеристик водосборов малых рек Беларуси с целью сокращения натурных изысканий и облегчения расчета по зависимостям, включающим в себя эти характеристики.*

### РАСЧЕТ, ПАРАМЕТРЫ, ВОДОСБОР, МАЛАЯ, РЕКА, БЕЛАРУСЬ

Формирование стока рек, будь то годовой сток или сток весеннего половодья, происходит, в основном, на водосборе реки, поэтому, расчет различных видов стока малых рек Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений часто ведется по зависимостям, где исходными параметрами служат физико-географические и геометрические характеристики водосборов, определение которых является трудной задачей, а непосредственное измерение требует больших материальных затрат. Поэтому, нами велся поиск достаточно простых и точных зависимостей для определения характеристик водосборов малых рек Беларуси. Это и явилось главной целью исследования.

Практически, для условий Беларуси характеристики водосборов, до настоящего времени, принимались по результатам изысканий, по рекам-аналогам (только некоторые из них) или находились по крупномасштабным картам.

В качестве исходных нами приняты следующие данные полевых изысканий института "Полесьегипроводхоз" по 2033 водосборам рек всей территории Беларуси: длина водотока (расстояние от истока)  $l$ , км; средний уклон водосбора  $i$ , ‰; площадь водосбора  $F$ , км<sup>2</sup>; длина водосбора  $L$ , км; сред-

няя ширина водосбора  $B$ , км; длина водораздельной линии  $S$ ; густота речной сети  $\rho$ , км/км<sup>2</sup>; площадь водосбора, занятая: озерами  $f_{оз}$ , %, болотами  $f_{б}$ , %, заболоченными землями  $f_{з.з}$ , %, заболоченным лесом  $f_{з.л}$ , %, сухим лесом  $f_{с.л}$ , % (всего 12 характеристик водосбора). При этом, площадь водосбора изменялась в пределах от 5,5 до 1950 км<sup>2</sup>, а длина рек от 0,4 до 174 км, поэтому, все 2033 реки можно отнести к малым рекам (малая река для территории Беларуси имеет площадь водосбора до 2000 км<sup>2</sup> и длину до 200 км).

Использование методов математической статистики и компьютерных технологий позволило на первоначальном этапе выявить линейные корреляционные связи между характеристиками водосборов и принять для дальнейших исследований только связи с коэффициентом корреляции  $R \geq 0,7$  (таблица 1).

Таблица 1 Матрица коэффициентов линейной корреляции характеристик водосборов малых рек Беларуси

	$l$	$i$	$F$	$L$	$B$	$S$	$\rho$	$f_{оз}$	$f_{б}$	$f_{з.з}$	$f_{з.л}$	$f_{с.л}$
$l$	1,000	-0,304	0,770	0,828	0,620	0,801	-0,015	-0,022	0,039	-0,027	0,000	0,043
$i$	-0,304	1,000	-0,323	-0,389	-0,379	-0,397	0,009	-0,120	-0,190	-0,068	-0,257	0,000
$F$	0,770	-0,323	1,000	0,854	0,873	0,916	-0,016	0,151	0,108	-0,062	0,057	0,024
$L$	0,828	-0,389	0,854	1,000	0,698	0,934	-0,023	0,148	0,153	-0,037	0,091	0,017
$B$	0,620	-0,379	0,873	0,698	1,000	0,840	-0,012	0,193	0,104	-0,061	0,053	-0,029
$S$	0,801	-0,397	0,916	0,934	0,840	1,000	-0,020	0,188	0,133	-0,042	0,062	-0,012
$\rho$	-0,015	0,009	-0,016	-0,023	-0,012	-0,020	1,000	-0,015	-0,025	-0,011	0,015	-0,018
$f_{оз}$	-0,022	-0,120	0,151	0,148	0,193	0,188	-0,015	1,000	0,033	-0,036	0,096	-0,120
$f_{б}$	0,039	-0,190	0,108	0,153	0,104	0,133	-0,025	0,033	1,000	-0,219	0,032	-0,124
$f_{з.з}$	-0,027	-0,068	-0,062	-0,037	-0,061	-0,042	-0,011	-0,036	-0,219	1,000	-0,057	-0,197
$f_{з.л}$	0,001	-0,257	0,057	0,091	0,053	0,062	0,015	0,096	0,032	-0,057	1,000	0,035
$f_{с.л}$	0,043	0,000	0,024	0,017	-0,029	-0,012	-0,015	-0,120	-0,124	-0,197	0,035	1,000

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в дальнейшем имеет смысл исследовать только связи геометрических характеристик водосбора (средней ширины  $B$ , длины  $L$ , длины водораздельной линии  $S$ ) с длиной реки  $l$ , площадью водосбора  $F$  и между собой. Как и можно было предположить, определение густоты речной сети  $\rho$  и площадей водосбора, занятых

озерами  $f_{03}$ , болотами  $f_6$ , заболоченными землями  $f_{33}$ , заболоченным  $f_{1л}$  и сухим  $f_{с.л}$  лесом через оставшиеся характеристики водосбора невозможно по относительно простым эмпирическим зависимостям, по причине почти полного отсутствия между ними корреляционной связи. Поэтому, эти характеристики водосбора необходимо или измерять на местности или находить по крупномасштабным картам с достаточной для расчетов точностью.

Дальнейшие исследования позволили выявить более точные, в некоторых случаях нелинейные, зависимости для расчетов параметров водосборов. За основные типы зависимостей были приняты следующие: линейная и степенная. Они явились, в данном случае, наиболее простыми и точно описывающими связи между исследуемыми характеристиками.

Полученные уравнения и коэффициенты корреляции сведены в таблицу 2.

Таблица 2 Уравнения связи и соответствующие им коэффициенты корреляции характеристик водосборов малых рек Беларуси

	F	l	L	B	S
F	-	$l = 1,840 \cdot F^{0,478}$ $R = 0,780 \pm 0,006$	$L = 2,188 \cdot F^{0,449}$ $R = 0,897 \pm 0,003$	$B = 0,484 \cdot F^{0,545}$ $R = 0,918 \pm 0,002$	$S = 4,886 \cdot F^{0,510}$ $R = 0,952 \pm 0,001$
l	$F = 4,562 \cdot l^{1,05}$ $R = 0,780 \pm 0,006$	-	$L = 0,569 \cdot l + 6,616$ $R = 0,828 \pm 0,005$	-	$S = 1,88 \cdot l + 17,86$ $R = 0,801 \pm 0,005$
L	$F = 0,612 \cdot L^{1,791}$ $R = 0,897 \pm 0,003$	$l = 1,094 \cdot L$ $R = 0,828 \pm 0,005$	-	-	$S = 3,091 \cdot L$ $R = 0,934 \pm 0,002$
B	$F = 6,102 \cdot B^{1,548}$ $R = 0,918 \pm 0,002$	-	-	-	$S = 6,862 \cdot B + 9,854$ $R = 0,840 \pm 0,004$
S	$F = 0,090 \cdot S^{1,778}$ $R = 0,952 \pm 0,001$	$l = 0,342 \cdot S + 0,198$ $R = 0,801 \pm 0,005$	$L = 0,27 \cdot S + 2,72$ $R = 0,934 \pm 0,002$	$B = 0,1 \cdot S + 0,76$ $R = 0,840 \pm 0,004$	-

Анализ данных таблицы 2 показывает, что при нулевых значениях характеристик рассчитанные по предлагаемым зависимостям параметры имеют также нулевые значения; это дает возможность избежать крупных просчетов и отрицательных чисел при гидрологических, водохозяйственных и других расчетах. Графические зависимости из-за их большого количества и ограничения объема статьи здесь не приводятся.

Сравнительный анализ полученных связей параметров водосбора F, l, L, B, S с измеренными значениями, согласно Ресурсам поверхностных вод [1, 2, 3], показал их близкую сходимость (ошибки не превышают 20%, средняя относительная ошибка – 4,2%), что обеспечивает достаточную точность расчетов для практических целей.

Нами исследованы зависимости характеристик водосборов отдельно по бассейнам крупных рек Беларуси. Количество исследованных рек и ректоров составило (всего – 2033) для бассейнов: Западной Двины – 498, Немана – 393, Западного Буга – 74, Днепра – 891, Припяти – 177. Полученные зависимости и соответствующие им коэффициенты корреляции почти не отличаются от приведенных в таблице 2 (отличия коэффициентов регрессии уравнений и коэффициентов корреляции составили около 5%), что позволило сделать вывод о взаимосвязи характеристик водосборов малых рек по всей территории Беларуси. Выявление более точных и полных уравнений, а также определение генетически обоснованных, отличных от приведенных в таблице 2, параметров водосборов является самостоятельной задачей, которая, по возможности, будет решаться в будущем.

#### Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР/ т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. ч.2. Основные гидрологические характеристики. - Л.: Гидрометеоздат, 1966. - 720 с.
2. Основные гидрологические характеристики (за 1963 - 1970 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеоздат, 1974. - 432 с.
3. Основные гидрологические характеристики (за 1971 - 1975 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеоздат, 1978. - 504 с.

## ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

В.Н.Основин, Т.Д.Лагун

Белорусская сельскохозяйственная академия  
Горки, Республика Беларусь

*В статье рассматриваются вопросы целесообразности подготовки кадров высшей квалификации в области рационального использования и охраны водных ресурсов Республики Беларусь.*

ВОДНЫЕ, РЕСУРСЫ, ЭКОЛОГИЯ, РАЦИОНАЛЬНОЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ПОДГОТОВКА, СПЕЦИАЛИСТОВ