

6. Карелин В.Я. Руководство по определению расчетных параметров, схем компоновки и типов энергетических сооружений гидроэлектрических станций малой мощности. — М. — 1982.

7. Громик Н.В. Возможности применения диффузора в качестве отвода вертикального осевого насоса. // Делопроизведенная рукопись. — 1981-3с.

8. Громико О.В. Гидравлические характеристики прямоосных конических диффузоров гидроэнергетических установок. // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов, часть I. — 2007 — 56 — 60с.

9. Громик Н.В., Яромский В.Н. Новые конструкции вертикальных насосов. // Водоснабжение и санитарная техника. — 1988 - №7.

10. Влияние размеров прямоугольной и отводящей камеры на коэффициент гидравлического сопротивления прямоосного конического диффузора. // Материалы научно-технической конференции, посвященной 30-летию института, часть I. Брест. — 1966.

УДК 556.5.048

*Дюон В.В., Мацкевич В.В.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Лукаша В.В.*

## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СТОКА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ<sup>1</sup>**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основными источниками водных ресурсов исследуемой территории являются средние реки, возле которых концентрируются население и промышленность. Однако нельзя недооценивать и ресурсы малых рек. Сеть мелких водотоков представляет собой область формирования местного стока, а территориальная рассредоточенность малых рек делает их водные ресурсы доступными для повсеместного использования.

Одной из важнейших гидрологических характеристик, которая необходима для оценки водных ресурсов, проектирования водохозяйственных мероприятий, судоходства, рыболовства и т.д., является норма годового стока. Она определяет потенциальные водные ресурсы речного бассейна или района.

Оценка пространственно-временных колебаний речного стока позволяет выявить нарушения естественного водного режима различными антропогенными и природными факторами.

### **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исходными данными являются достоверные данные наблюдений за гидрологическими характеристиками по архивным, литературным и другим материалам, относящимся к периоду до начала регулярных наблюдений, а также данные регулярных наблюдений на гидрометрических постах. При этом производилась оценка достоверности и точности полученных материалов.

Для детального анализа отобраны речные бассейны Белорусского Полесья по принципу равномерного освещения территории данными гидрологических наблюдений. Всего выбрано 32 речных створа, ряды наблюдений на которых оценивались с точки зрения полноты и однородности.

Для выявления пространственной связи рек различных регионов Беларуси использовались пространственно-корреляционные функции (ПКФ) для трех видов стока: годового, максимального и минимального.

ПКФ аппроксимированы уравнением [1]

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (Грант № Х07М-023)

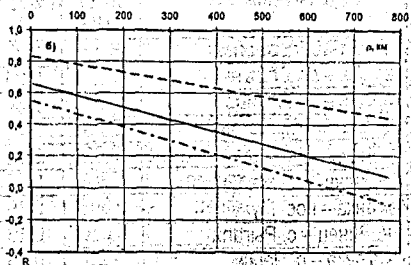
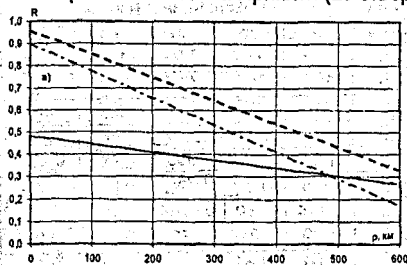
$$R(\rho) = R(0) - \alpha_0 \cdot \rho \quad (1)$$

где  $R(0)$  – величина, характеризующая наличие случайных ошибок в данных наблюдений и микроклиматических различий в расположении центров водосборов;  
 $\alpha_0$  – градиент поля, показывает величину изменения ПКФ на единицу расстояния;  
 $\rho$  – расстояния между центрами тяжести водосборов.

Для количественной оценки стока рек Белорусского Полесья рассчитывались характеристики рядов речного стока с использованием методики Пособия П1-98 к СНиП 2.01.14-83 [2].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для выявления пространственной связи рек различных регионов Беларуси построены пространственно-корреляционные функции (ПКФ) для трех видов стока: годового, максимального и минимального (рис. 1). При этом исследовались связи р. Припять – г. Мозырь с реками бассейна Западной Двины (21 створ) и р. Западной Двины – г. Витебск с реками бассейна Припяти (26 створов).



а) р. Припять – г. Мозырь с реками бассейна Западной Двины;

б) р. Западная Двина – г. Витебск с реками бассейна Припяти

Рис. 1. Пространственно-корреляционные функции годового (—), максимального (---) и минимального (- · - · -) стока

Анализ полученных зависимостей позволяет констатировать факт существенной связи максимальных расходов рек исследуемых бассейнов, в то время как годовые и минимальные расходы связаны менее существенно, что можно объяснить практически одновременным наступлением весеннего половодья в различных районах Беларуси и его относительно небольшой продолжительностью по сравнению с процессами формирования минимального и годового стока.

Более детально анализировалась структура рядов стока реки Припять – г. Мозырь, как основной реки Белорусского Полесья. Построены автокорреляционные функции годового стока р. Припять – г. Мозырь в зависимости от разрезки года (февраль-январь, март-февраль и т.д.) с целью выявления времени резкого изменения в ходе этих функций и возможной оценки этих отклонений.

Можно отметить, что резких отклонений в ходе коэффициентов автокорреляции не наблюдается, наибольшие отклонения соответствуют разрезке года по апрелю, что можно связать с относительно неравномерным наступлением весеннего половодья – на некоторых реках оно наступает в марте, на других – в апреле, поэтому коэффициенты автокорреляции могут увеличиваться или уменьшаться по сравнению с их значениями, рассчитанными без сдвигки (январь). Таким образом, внутренняя структура рядов среднемесячного стока р. Припять – г. Мозырь практически не нарушена.

Таким образом, исследование пространственно-временных колебаний стока рек Белорусского Полесья позволили констатировать факт незначительного влияния интенсивных мелиораций 1966-1985 гг. на годовой сток Припяти и значительного влияния на

сток малых рек Белорусского Полесья. В каждом конкретном случае оценки изменения речного стока необходимы индивидуальные исследования, как процессов формирования речного стока, так и самих рядов данных наблюдений за стоком.

В табл. приведены нормы годового стока и статистические параметры рядов рек Белорусского Полесья, на которых ведутся гидрометрические наблюдения, а также по закрытым в настоящее время створам и продленным нами до 2005 года, а также значения расходов воды различной обеспеченности, которые можно использовать для реальных практических гидрологических расчетов гидротехнических и дорожных сооружений.

Под влиянием климатических и других физико-географических факторов годовой сток претерпевает непрерывные колебания во времени. На рис. 2 представлены хронологические графики колебаний расходов воды некоторых рек Белорусского Полесья.

Таблица. Основные гидрологические характеристики рядов годового стока рек Белорусского Полесья

Река – створ	Норма стока, м <sup>3</sup> /с	К-т вариации C <sub>v</sub>	Соотношение C <sub>w</sub> /C <sub>s</sub>	Значения расходов (м <sup>3</sup> /с), обеспеченностью, %				
				5	25	50	75	95
Бобрик – с. Парахонск	6,13	0,37	2,0	13,7	9,57	7,27	4,75	3,38
Горынь – пос. Горынь	75,7	0,29	5,5	104	84,0	73,4	64,9	55,4
Горынь – пгт. Речица	102	0,34	3,0	240	120	97,5	80,3	60,0
Гривда – г. Ивацевичи	2,85	0,27	6,0	4,03	3,15	2,74	2,4	2,04
Жабинка – с. Малая Жабинка	0,62	0,42	5,0	1,11	0,732	0,563	0,441	0,325
Жегулянка – с. Нехачево	0,986	0,42	3,5	1,76	1,19	0,905	0,696	0,481
Каменка – пос. Мухавец	0,308	0,49	3,0	0,714	0,399	0,258	0,160	0,074
кан. Винец – с. Рыгали	0,670	0,46	3,5	1,29	0,816	0,599	0,441	0,286
Копаявка – с. Черск	1,26	0,59	2,5	2,64	1,61	1,11	0,748	0,400
Лесная – с. Замосты	8,50	0,29	5,5	11,8	9,46	8,22	7,24	6,15
Лесная – с. Тюхиничи	11,4	0,28	6,0	15,83	12,61	11,08	9,79	8,39
Малорыга – г. Малорита	1,89	0,5	2,5	3,48	2,34	1,74	1,27	0,79
Меречанка – с. Ставок	0,498	0,29	3,0	0,85	0,600	0,47	0,362	0,244
Меречанка – с. Красеево	0,544	0,33	3,0	0,897	0,647	0,514	0,409	0,293
Мухавец – г. Брест	25,3	0,56	6,0	48,0	29,9	22,3	17,2	12,4
Мухавец – г. Пружаны	0,367	0,34	4,0	0,653	0,438	0,336	0,261	0,185
Мышанка – с. Березки	3,94	0,35	3,0	6,21	4,63	3,76	3,06	2,27
Неслуха – с. Рудск	1,38	0,42	5,5	2,42	1,60	1,25	0,998	0,749
Припять – с. Коробы	118	0,37	3,5	185	137	113	93,1	70,9
Припять – пгт. Туров	268	0,35	3,5	419	311	256	211	161
Припять – г. Пинск	64,1	0,31	3,5	100	74,4	61,2	50,4	38,5
Пульва – г. Высокое	1,22	0,28	4,5	1,825	1,388	1,168	0,994	0,801
Рудавак – с. Рудня	0,673	0,38	4,5	1,198	0,797	0,614	0,482	0,348
Ружанка – г. Ружаны	2,47	1,15	4,0	7,30	3,03	1,64	0,877	0,353
Рыга – М. Радваничи	4,20	0,47	3,5	7,47	5,05	3,86	2,97	2,06
Цна – с. Дятловичи	4,40	0,43	2,5	7,72	5,38	4,12	3,11	2,03
Щара – с. Доманово	16,7	0,24	3,5	22,8	18,7	16,3	14,3	11,9
Щара – с. Залужье	4,04	0,29	6,0	5,70	4,47	3,89	3,42	2,91
Ясельда – г. Береза	4,72	0,33	2,5	7,37	5,57	4,54	3,68	2,68
Ясельда – с. Сенин	19,6	0,38	3,0	30,5	22,9	18,7	15,3	11,4

Как видно на рис. 2, колебания годового стока носят циклический характер, выражающийся в последовательной смене многоводных и маловодных лет. При этом эти циклы для всех проанализированных рек-створов практически совпадают, отличаются

лишь амплитудой колебаний годового стока. Возможно выделение многоводных лет: 1948, 1956, 1958, 1966, 1970, 1975, 1979, 1981, 1993, 1998, 1999 годы и маловодных: 1946, 1954, 1957, 1964, 1972, 1984, 1987, 1992, 1997 годы.

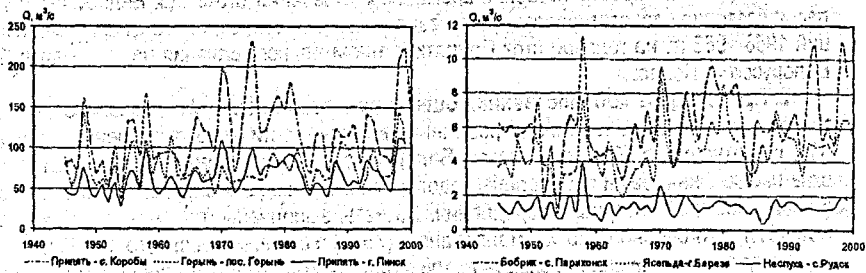


Рис. 2. Графики колебаний годовых расходов воды рек Белорусского Полесья

Для более наглядного представления цикличности колебаний стока используют разностные интегральные кривые годового стока (рис. 3).

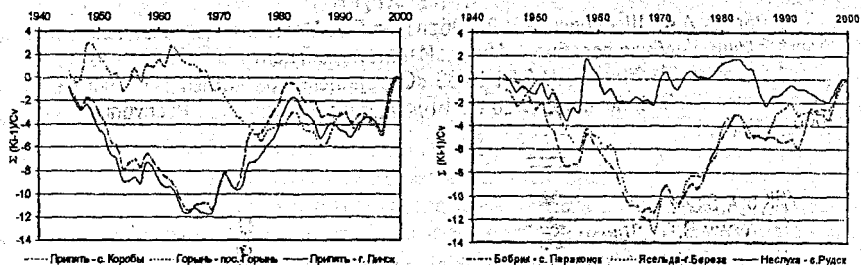


Рис. 3. Нормированные разностные интегральные кривые годовых расходов воды по некоторым рекам Белорусского Полесья

Анализ построенных разностных интегральных кривых по 30 рекам-створам Белорусского Полесья позволил сделать выводы об их синхронном ходе почти для всех рек исследуемой территории, аналогично рекам Припять – с. Коробы, Припять – г. Пинск, Бобрик – с. Парохонск, Ясельда – г. Береза (см. рис. 3). Наблюдается общий минимум в 1960-1970 годы и максимум в 1980-1990 годы, т.е. в 1960-1970 годы наблюдается маловодная фаза цикла колебаний водности, а после 1970 и до 1980 – постепенный переход к многоводной фазе.

Построенные разностные интегральные кривые (см. рис. 3) для рек Неслуха – с. Рудск и Горынь – п. Горынь имеют отличный от остальных рек Белорусского Полесья цикл изменения водности. Это объясняется для Горыни условиями формирования стока – она берет начало на Волыно-Подольской возвышенности, а для Неслухи – большой зарегулированностью стока в системе Днепровско-Бугского канала.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты:

1. Проведено исследование пространственно-временных колебаний речного стока. Анализ полученных зависимостей позволяет констатировать факт существенной связи максимальных расходов рек исследуемых бассейнов, в то время как годовые и минимальные расходы связаны менее существенно, что можно объяснить практически

одновременным наступлением весеннего половодья в различных районах Беларуси и его относительно небольшой продолжительностью по сравнению с процессами формирования минимального и годового стока.

Исследование пространственно-временных колебаний стока рек Белорусского Полесья позволили констатировать факт незначительного влияния интенсивных мелиораций 1966-1985 гг. на годовую сток Припяти и значительного влияния на сток малых рек Белорусского Полесья.

**2. Произведена количественная оценка речного стока.** С использованием кривых трехпараметрического гамма-распределения в зависимости от коэффициента вариации ( $C_v$ ) и соотношения ( $C_s/C_v$ ) по рекам Белорусского Полесья, имеющим гидрометрические наблюдения, были определены годовые расходы воды различной обеспеченности в зависимости от интервала осреднения. Расчеты выполнены для очень многоводного года (5%), многоводного (25%), маловодного (75%) и очень маловодного (95%) лет.

Полученные значения расходов различной вероятности превышения для рек Белорусского Полесья могут быть использованы при проектировании водохранилищ, мелиоративных систем и крупных гидротехнических сооружений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волчек А.А., Шведовский П.В., Образцов Л.В. Математические модели в природопользовании. Учебное пособие. – Минск: Издательский центр БГУ, 2002, – 282 с.

2. Пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик». – Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2000. – 174 с.

УДК 556.5.048

*Мацкевич В.В., Дюон В.В.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Лукша В.В.*

### АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ВОДНОМУ РЕЖИМУ РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ<sup>2</sup>

#### ВВЕДЕНИЕ

В связи с увеличением потребления пресной воды и интенсивным преобразованием естественных природных ландшафтов в последнее столетие остро стоит проблема оценки антропогенных изменений гидрологического режима водных объектов и контроля состояния водных ресурсов, через которые происходит важнейший аспект взаимодействия человека и окружающей среды.

Поэтому для успешного развития уникальных природных комплексов, как Белорусского Полесья, так и всей Беларуси, в свете современных социально-экономических задач необходимы детальные исследования формирования водных ресурсов, а также моделирование водных режимов в связи с прогнозируемым изменением климата, для разработки и принятия компенсационных мероприятий.

К настоящему времени учреждениями гидрометеорологической службы Беларуси накоплен довольно большой фактический материал по речному стоку [3, 4], хотя для территории Беларуси он все же недостаточен. Это связано, прежде всего, с закрытием многих гидрометрических постов и прекращением наблюдений за водным режимом рек.

<sup>2</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (Грант № Х07М-023)