

Дальнейшие исследования будут направлены на выявление цикличности минимальных летних и зимних расходов воды с целью получения полной картины внутригодовой трансформации речного стока.

Практическое применение полученных результатов возможно при прогнозировании максимальных расходов весеннего половодья рек Беларуси.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волчек, А.А. Пространственная структура изменения весеннего половодья рек Беларуси / А.А. Волчек, В.В. Лукша, Ан.А. Волчек // Экологические проблемы природно-технических комплексов: тез. докл. I Международного экологического симпозиума в г. Полоцке: в 2-х томах. – Полоцк: УО «ПГУ», 2004. – Том 1. – С. 59.
2. Волчек, А.А. Автоматизация гидрологических расчетов / А.А. Волчек // Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды: труды Международной научно-практической конференции по проблемам водохозяйственного, промышленного и гражданского строительства и экономико-социальных преобразований в условиях рыночных отношений / Брест. политехн. институт. – Биберах – Брест – Ноттингем, 1998. – С. 55-59.
3. Пановский, Г.А. Статистические методы в гидрометеорологии / Г.А. Пановский, Г.В. Брайер – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 210 с.
4. Педан, В.В. Анализ структуры временных рядов весенних максимальных уровней природных вод / В.В. Педан // Водные ресурсы, 2003. – Том 30. – №6. – С. 688-695.
5. Volchak, A.A. Chronological structure of long-term alteration of river flow of Belarus / A.A. Volchak, V.V. Luksha // Природнае асяроддзе Палесся: сучасны стан і яго змены. Матэрыялы Міжнароднай канферэнцыі / ОПП НАН Беларусі. – Т.1. – Брест, 2002. – С. 183-187.

УДК 621.221(476)

Волчек А.А., Дашкевич Д.Н.

УО «Брестский государственный технический университет», г.Брест

#### ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕК БЕЛАРУСИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Results of calculation of change of a hydroenergy potential of the rivers of Belarus in the conditions of modern climate change are presented in the article. Calculations are executed for 88 hydrometric points of the rivers.

#### Введение

Согласно стратегии развития энергетического потенциала Беларуси, принятой Советом Министров Республики Беларусь, к 2015 году доля собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива должна возрасти до 28-30 процентов. В этой связи большое значение приобретает развитие возобновляемых источников энергии, в частности гидроресурсов. Использование водного потенциала является одним из важнейших направлений возобновляемой энергетики в Беларуси. Потенциальная мощность всех водотоков страны составляет 850 МВт, в том числе технически

доступная - 520 МВт, экономически целесообразная - 250 МВт. В настоящее время в Беларуси эксплуатируется 41 малая гидроэлектростанция суммарной мощностью 14,5 МВт. Из них в составе белорусской энергосистемы эксплуатируется 21 гидроэлектростанция (ГЭС) общей установленной мощностью 9,3 МВт [1]. Для Республики Беларусь гидравлическая энергия является одним из важнейших возобновляемых источников энергии, несмотря на то, что территория практически равнинная. Вся территория Беларуси поделена речными бассейнами шести рек: Немана, Западной Двины, Днепра, Западного Буга, Вилии и Припяти. Общая мощность 11 малых ГЭС составляет около 7 тыс. кВт, или 0,8% ее возможных к техническому использованию гидроэнергоресурсов. Для сравнения: в Китае их освоено 12%.

В современных условиях Беларуси использование энергии течения рек представляется перспективным путем решения проблемы уменьшения зависимости энергетики республики от импорта топлива. что также будет способствовать улучшению экологической обстановки.

На территории Беларуси находится более 10 тысяч озер и протекает более 20 тысяч рек. Озера являются естественными регуляторами стока. В значительной степени развитие гидроэнергетики будет идти по пути строительства низконапорных ГЭС малой мощности. Режим работы ГЭС может оказаться достаточно благоприятным по экологическим условиям. Однако при этом снижаются регулировочные характеристики малых ГЭС и требуется принятие соответствующих технических решений для надежного энергоснабжения потребителей.

Выборочное исследование энергетического потенциала рек Беларуси было начато еще в конце XIX века. Оценка гидроэнергетических ресурсов Беларуси производилась неоднократно. Наиболее полно результаты этих исследований отображены в «Водноэнергетическом кадастре Белорусской ССР» [2], изданном в 1962 году. В нем представлены кадастровые графики в основном рек с площадью водосбора  $> 200 \text{ км}^2$ , протекающих, хотя бы частично, по территории Беларуси (за исключением Западного Буга). Хотя те реки, которые представлены в кадастре, составляют лишь около 12% всего количества учтенных рек Беларуси, их потенциальная мощность достигает 92% суммарной мощности всех рек. К тому же они имеют наибольшее значение для других отраслей водного хозяйства.

Целью настоящего исследования является оценка влияния современного изменения климата на гидроэнергетический потенциал рек Беларуси.

#### *Исходные материалы и методы исследования*

Исходными данными для исследований послужили материалы наблюдений Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за среднемесячными расходами воды в реках за период инструментальных наблюдений, а также данные «Водноэнергетического кадастра Белорусской ССР».

Для изучения пространственно-временного распределения гидроэнергетических ресурсов необходимы данные регулярных и длительных наблюдений за расходами воды в реках. Наблюдения, как правило, выполняются в «фиксированных точках» - постах наблюдений. В настоящее время на водных объектах республики действует 123 поста. В данной работе использовались 88 гидрометрических створов рек Беларуси, по которым имеются данные многолетних наблюдений за среднегодовыми расходами воды.

Расчет потенциальной гидравлической мощности производился методом базисных бассейнов С.В.Клопова [3]. Использование этого метода предполагает разбиение изучаемой территории на отдельные энерго-географические районы и в каждом из них выбирают типичные базисные речные бассейны, для которых методом индивидуального учета определяют потенциальную мощность и энергию.

Для перехода от энергетической оценки отдельных базисных бассейнов к оценке целых энерго-географических районов и всей территории пользуются гидроэнергетическим модулем, определяющим удельную мощность рассматриваемого базисного или энерго-географического района

$$M_0 = N / A, \quad (1)$$

где  $N$  – потенциальная мощность, кВт;  $A$  – площадь бассейна, км<sup>2</sup>.

При использовании метода базисных бассейнов производятся следующие шаги. Выбираются характерные для данной территории и хорошо изученные малые базисные бассейны. Они должны быть равномерно распределены по площади. Далее выполняется подсчет потенциальной мощности базисных бассейнов и их гидроэнергетических модулей. На следующем этапе выполняется построение изолиний гидроэнергетического модуля. На последнем шаге выполняется подсчет потенциальных гидроэнергетических ресурсов изучаемой территории с помощью гидроэнергетического модуля.

Для подсчета потенциальных запасов гидравлической энергии методом базисных бассейнов необходимо построение продольных профилей основной реки базисного бассейна и графика нарастания площади базисного бассейна; разбивка реки базисного бассейна на участки с характерными уклонами и определения разности отметок на этих участках; определение средних годовых расходов воды для выделенных участков. Подсчет потенциальной мощности выполняется по формуле

$$N = \sum_{H_{устья}}^{H_{истока}} Q_{ср} \Delta H, \quad (2)$$

где  $Q_{ср}$  – средний годовой расход воды на каждом участке, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta H$  – разность отметок начала и конца каждого участка, м.

Для истока рек и малых притоков вводится поправочный коэффициент 0,5 (учитывающий параболичность продольного профиля).

#### Анализ результатов исследований

С учетом накопленных дополнительных данных со времени составления кадастра (1960 год) нами пересчитаны гидроэнергетические ресурсы по 88 гидрометеорологическим створам рек Беларуси. Уточнены модули стока, средние годовые расходы воды, средние и удельные мощности водотоков на участках. Характерные размеры участков, отметок точек перелома профиля рек, а также площади водосбора приняты такими же, как в [2].

На рисунке 1 в качестве примера представлен продольный профиль р. Друть. Из рисунка видно, что расстояние от истока до устья реки составляет 273,5 км., а перепад этих отметок равен 95,3 м. Как видно, р. Друть имеет «равновесный» тип продольного профиля, который характерен для большинства рек Беларуси.

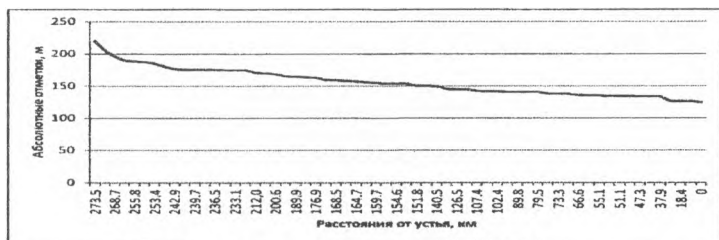


Рисунок 1 – Продольный профиль р. Друть

В таблице в качестве примера представлено сравнение оценок изменения потенциальной мощности рек двух периодов: с начала наблюдений до 1960 г. и с начала наблюдений до 2011 г. для отдельных рек Беларуси. Для расчета гидроэнергетического потенциала важное значение имеет определение с приемлемой точностью средних многолетних расходов, которые также приведены в таблице для данных периодов наблюдений.

Таблица 1 – Изменение потенциальной мощности рек Беларуси

Река	Створ	Водопримечник	Среднегодовой расход реки, м <sup>3</sup> /с		Потенциальная мощность рек, кВт		Изменение потенциальной мощности, в % к периоду до 1960 г.
			на период до 1960 г.	на период до 2011 г.	на период до 1960 г.	на период до 2011 г.	
Бася	Хильковичи	Проня	3.57	5.4	1173	1775	34
Березина	Борисов	Днепр	36.4	34.2	6035	5670	-6
Березовка	Саутки	Дисна	3.43	4.6	318	426	25
Бобр	Куты	Березина	2.4	2.3	530	508	-4
Вилия	Михалишки	Неман	63.9	72.1	22253	25109	11
Горынь	Речица	Припять	108	98.7	124012	113333	-9
Днепр	Могилев	Ч море	144	133.1	68160	63001	-8
Докопька	Бояново	Птичь	2.14	1.82	258	220	-18
Дрисса	Демехи	Зап Двина	14.9	13.05	175	154	-14
Дзурь	Городище	Днепр	16.5	15.8	6094	5836	-4
Зап Двина	Полоцк	Б море	304	329.8	169988	184414	8
Копаявка	Черск	Зап Буг	1.31	1.4	64	69	6
Лань	Мокрово	Припять	9.01	12.05	3315	4433	25
Лесная	Тюхиничи	Зап Буг	9.61	10.4	533	576	8
Мухавец	Брест	Зап Буг	24.6	24.6	2643	2643	0
Неман	Гродно	Б море	195	200.6	80535	82848	3
Неслуха	Рудск	Пина	1.44	1.5	76	79	4
Припять	Пинск	Днепр	71.6	101.8	12116	17227	30
Проня	Летяги	Сож	25.7	29.1	8383	9492	12
Птичь	Лучицы	Припять	45.1	41.95	38160	35494	-8
Случь	Клепчаны	Припять	7.82	8.7	921	1024	10
Сож	Гомель	Днепр	201	211.9	96717	101962	5
Уза	Прибор	Сож	2.52	3.4	195	263	26
Уса	Богусевичи	Березина	1.22	1.6	126	165	24
Ухлясть	Радков	Днепр	1.32	1.4	102	108	6
Щара	Слоним	Неман	24	30.2	6592	8295	21
Ясельда	Береза	Припять	4.68	4.7	418	420	0

Анализ таблицы показал, что практически на всей территории Беларуси произошли изменения потенциальной мощности рек. Наименьшие изменения произошли в бассейне Западного Буга, где они достигают до 8 % в сторону увеличения, а на р. Мухавец в створе Брест и р. Ясельда в створе Береза вообще не наблюдается изменений потенциальной мощности. Наибольшая трансформация мощности рек наблюдается в бассейнах Днепра и Припяти, которая колеблется в пределах от -15% до +35%. Четкой тенденции в направлении изменений потенциальной мощности рек в пределах крупных бассейнов рек не наблюдается, происходят как увеличения, так и уменьшения потенциальной мощности отдельных водотоков. Это вызвано различными условиями формирования речного стока, проведенными крупномасштабными мелиорациями во второй половине XX века, наместившимися тенденциями изменения параметров климата с 1987 года [4] и др.

### *Заключение*

По результатам расчетов можно констатировать о наметившейся тенденции изменения в режиме потенциальной мощности рек на территории Беларуси, вызванной современными природными и антропогенными факторами, в том числе потеплением климата. Процессы трансформации гидроэнергетического потенциала рек разнятся как по пространственному распределению, так и по скорости изменения самих процессов, которые будут усиливаться в связи с прогнозируемым изменением климата. Таким образом, освоение гидроэнергетического потенциала рек поможет уменьшить зависимость энергетики Беларуси от дорогостоящего импорта топлива, что будет способствовать улучшению экологической обстановки и повышению производительности в народном хозяйстве страны.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении Государственной программы строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17 декабря 2010 года № 1838.
2. Водноэнергетический кадастр Белорусской ССР // М.Г. Мурашко, П.Д. Гатило, П.А.Великевич, Э.А. Войтеховская. – Мн.:Изд-во АН БССР, 1962. – Том II – 220 с.
3. Клопов, С.В. Методика учета гидроэнергетических ресурсов малых рек // Изв. АН СССР, ОТН, №3, 1949.
4. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации : Техническое резюме [Электронный ресурс] / Федерал. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – Москва, 2008. – Режим доступа: [http://climate2008.igce.ru/v2008/pdf/resume\\_teh.pdf](http://climate2008.igce.ru/v2008/pdf/resume_teh.pdf). - Дата доступа: 25.10.2011.

УДК 556.13 (476)

**Волчек А.А., Зубрицкая Т.Е.**

УО «Брестский государственный технический университет», г.Брест

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СУММАРНОГО ИСПАРЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Results of analysis of total evaporation obtained by meteorological stations of Belarusian Polesye are discussed in the article. Changing of evaporation caused by global warming was evaluated by the authors.

### *Введение*

Суммарное испарение является интегральным показателем изменения состояния экосистем. Происходящие климатические изменения и антропогенные воздействия могут быть оценены непосредственно через суммарное испарение. Кроме того, данные об испарении необходимы при решении ряда водохозяйственных, сельскохозяйственных, экологических и других проблем.

В настоящей работе предпринята попытка оценить происходящие изменения суммарного испарения на территории Белорусского Полесья в условиях современного потепления.