

Для территории Беларуси наиболее характерно наличие одновременно 3-, 5- и 10-летних циклов, что наблюдается у озер Дривяты, Лукомское, Мястро и Нещердо. Для озера Сенно выявлены 3- и 5-летние циклы колебаний уровня воды, а у озера Освейское обнаружены 5- и 10-летние циклы. У трех озер (Выгонощанское, Нарочь и Червоное) обнаружен только 10-летний цикл колебаний.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В. Ф. Современные изменения водных ресурсов Республики Беларусь / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, С. И. Парфомук // География и природ. ресурсы. – Новосибирск, 2008. – № 4. – С. 149–154.
2. The present-day condition of water resources in Belarus / Alexander A. Volchek [et. al.] // *Limnological Review*. – 2013. – № 4. – P. 221–227.
3. Choiński, A. Changes in Water Resources of Polish Lakes as Influenced by Natural and Anthropogenic Factors / A. Choiński, M. Ptak, A. E. Ławniczak // *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2016. – 25 (5). – P. 1883–1890.
4. Озера Беларуси : справочник / Б. П. Власов [и др.]. – Минск : БГУ, 2004. – 284 с.
5. Spectral analysis of water level fluctuations in Belarusian and Polish lakes / A. Volchak [et al.] // *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*. – Torun, 2017. – № 12. – P. 51–58.
6. Логинов, В. Ф. Спектрально-временной анализ уровня режима озер и колебаний расходов воды крупных рек Беларуси / В. Ф. Логинов, В. Ф. Иконников // *Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии ; под ред. И. И. Лиштвана, В. Ф. Логинова*. – Минск, 2003. – Вып. 9. – С. 25–33.

УДК 502.63

**А. А. ВОЛЧЕК, М. А. ТАРАТЕНКОВА**

Беларусь, Брест, БрГУ

E-mail: taratenkova@mail.ru

#### **СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАКРОИОННОГО СОСТАВА РЕК НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МУХАВЕЦ**

**Введение.** Для моделирования колебаний качества природных вод применяется детерминистический и статистический подходы. При детерминистическом подходе чаще всего используются имитационные модели. Такая модель позволяет оценить тенденцию изменения гидрохимического режима при изменении условий. Применение статистических методов моделирования позволяет определять вероятность значений гидрохимических параметров речных вод.

Целью данной работы являлась проверка статистической гипотезы о том, что распределение вероятностей макроионного состава речной воды подчиняется двухпараметрическому логнормальному закону.

**Исходные данные и методы исследования.** Анализировались временные ряды по гидрохимическим показателям: общая минерализация, кальций-ион, магний-ион, сульфат-ион, хлорид-ион, гидрокарбонат-ион, электропроводность. Для анализа использованы среднемесячные гидрохимические показатели ионного состава в период с 2010 по 2017 г.

**Полученные результаты и их обсуждение.** По эмпирическим данным построены статистические распределения показателей качества речной воды и их аппроксимация теоретическими распределениями  $F(x)$ . Некоторые из них представлены на рисунках 1–4.

Показатель общей минерализации варьируется в пределах 251–436 мг/дм<sup>3</sup>. Среднемесячное значение за наблюдаемый период 338 мг/дм<sup>3</sup>. Проводя сравнение данных с фоновыми значениями, за которые можно принять наблюдения 1959–1960 гг. (таблица 1), можно сделать вывод о повышении минерализации и содержания ионов в воде реки. Причиной тому является увеличивающаяся антропогенная нагрузка.

Таблица 1 – Минерализация и анионы в реке Мухавец [1]

Период наблюдения	Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	Гидрокарбонат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	Кальций-ион, мг/дм <sup>3</sup>	Магний-ион, мг/дм <sup>3</sup>
Пик половодья	75,0–90,0	30,0–40,0	1,0–2,0	15,0–20,0	3,0–4,0
Летняя межень	200–300	80–150	2,0–3,0	30,0–40,0	8,0–10,0
Зимняя межень	200–300	90–150	2,0–3,0	30,0–40,0	8,0–10,0

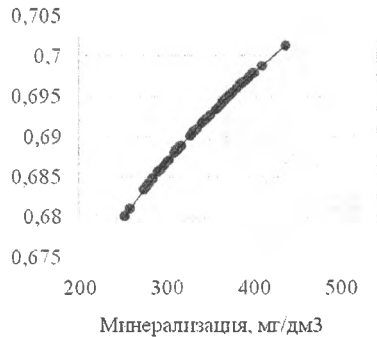
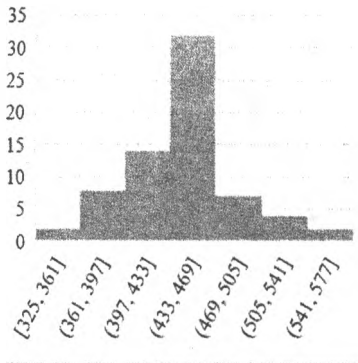


Рисунок 1 – Гистограмма и функция распределения минерализации

Преобладающим катионом в воде реки Мухавец является кальций (рисунок 2), что, по классификации О. А. Алекина, относит данную реку к кальциевой группе.

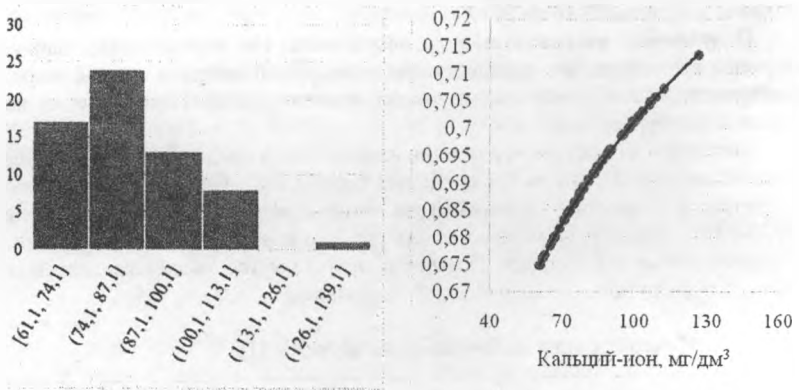


Рисунок 2 – Гистограмма и функция распределения кальций-иона

Содержание магний-иона в реке Мухавец находится в пределах 2,4–26,7 мг/дм³ (рисунок 3). На протяжении наблюдаемого периода фиксировались пиковые значения данного показателя. Эти значения приходились на февраль. Как и в случае с кальций-ионом, наблюдается повышение данного компонента.

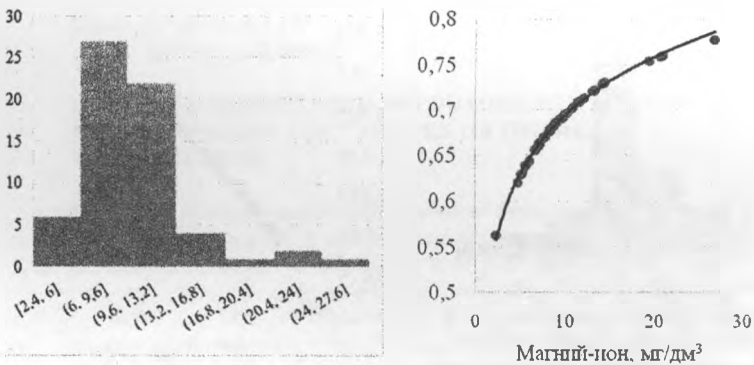


Рисунок 3 – Гистограмма и функция распределения магний-иона

Содержание сульфат-иона находится в пределах 19–64 мг/дм<sup>3</sup>. Среднемесячное значение данного показателя за наблюдаемый период 40 мг/дм<sup>3</sup>. Варьирование сульфат-иона находится в пределах ПДК (100 мг/дм<sup>3</sup>).

Варьирование хлорид-иона находится в пределах 15–40 мг/дм<sup>3</sup>. В ходе анализа временного ряда прослеживается тенденция к увеличению содержания хлорид-иона в речной воде.

Река Мухавец относится к гидрокарбонатному классу поверхностных вод. Это означает, что преобладающим анионом в речной воде является гидрокарбонат-ион. Содержание гидрокарбонат-иона варьируется в пределах 156–211 мг/дм<sup>3</sup>. Как и в случае со всеми рассматриваемыми компонентами ионного состава, концентрация гидрокарбонат-иона увеличилась по сравнению с фоновыми значениями. Увеличение содержания гидрокарбонат-иона, кальций-иона и магний-иона влияет и на увеличение такого показателя, как жесткость.

Показатель удельной электропроводности варьируется в пределах от 325–546 мкС/см<sup>2</sup> (рисунок 4). При анализе временного ряда можно проследить тенденцию к увеличению данного показателя.

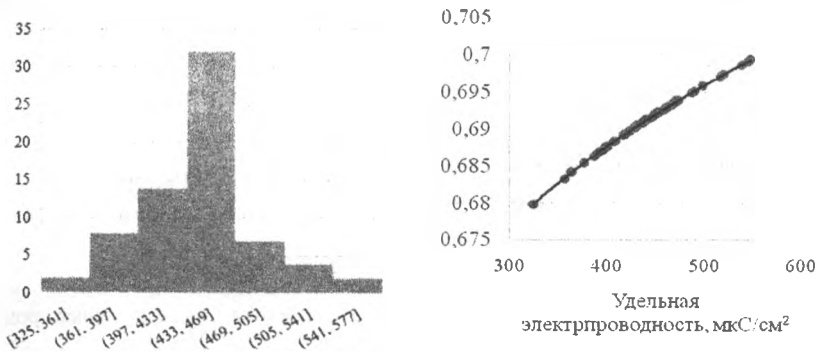


Рисунок 4 – Гистограмма и функция распределения удельной электропроводности

Параметры логнормальных распределений сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Параметры логнормального распределения

$F(x) = \Phi(\alpha \ln x - \beta)$  для показателей качества природных вод

Показатель	Коэффициенты		
	$\alpha$	$\beta$	$R^2$ – коэффициент детерминации
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,14	1,00
Кальций-ион	0,15	0,16	1,00
Магний-ион	0,27	0,11	0,99
Сульфат-ион	0,18	0,17	1,00

*Продолжение таблицы 2*

Хлорид-ион	0,25	0,33	0,99
Гидрокарбонат-ион	0,15	0,29	1,00
Электропроводность	0,11	0,15	1,00

**Заключение.** Проверена статистическая гипотеза о том, что распределение вероятностей таких показателей, как общая минерализация, удельная электропроводность, а также некоторые катионы и анионы, содержащиеся в реке Мухавец, подчиняются двухпараметрическому логнормальному закону. Полученные статистические распределения позволят находить вероятность различных гидрохимических событий. Такие данные могут быть использованы при проектировании и эксплуатации станций водоподготовки, мероприятий по охране водных экосистем, при разработке нормативных значений допустимых сбросов и др.

УДК 556.5

**А. А. ВОЛЧЕК, И. Н. ШПОКА, Д. А. ШПОКА**

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: daria-a-sh@rambler.ru

### **ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ СЛУЧЬ**

**Введение.** Белорусское Полесье не только является уникальным природным образованием, но и занимает важное место в обеспечении продовольственной безопасности страны. В свою очередь реки являются важным индикатором влагообеспеченности территории. Одной из главных характеристик гидрологического режима рек является уровеньный режим.

Современное потепление климата на территории Беларуси, начало которого принято считать с 1988 г., проявляется в повышении зимних температур, что вызывает частые оттепели, в результате которых основная часть снега тает еще в зимний период [1]. Такие климатические изменения не могут не сказываться на гидрологическом режиме рек, особенно на малых реках, которые наиболее чувствительны как к естественным периодическим колебаниям климата, так и к антропогенным воздействиям.

Река Случь – третий по величине и водности левобережный приток реки Припяти. Река Случь протекает в Слуцком, Солигорском, Житковичском и Лунинецком районах. Длина реки 197 км, площадь водосбора 5 470 км<sup>2</sup>. Таким образом, река Случь является типичной рекой Белорусского Полесья, поэтому закономерности колебаний уровеньного режима данной реки могут дать представления о регионе в целом.

**Цель исследований** – установить степень влияния современного потепления климата на уровеньный режим рек Белорусского Полесья.