

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЛЕВОГО СОСТАВА РЕКИ МУХАВЕЦ

**Таратенкова М. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь, taratenkava@mail.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article analyzes time series for five indicators of salt composition in the Mukhavets river (Brest), its mineralization and electrical conductivity. The theoretical assumption about the lognormal distribution of these indicators was confirmed and the distribution parameters were determined.*

**Введение.** Постоянное изменение качественного и количественного состава природных вод выявляет ряд вопросов, касающихся водоподготовки и очистки сточных вод. Рост загрязнения водоисточников приводит к возникновению сложностей на станциях водоподготовки и зачастую к увеличению затрат на подготовку воды надлежащего качества. В связи с этим важное место занимает процесс моделирования и прогнозирования изменения качества природных вод. Моделирование изменчивости солевого состава речных вод позволит получить прогноз, описывающий изменение показателей во времени.

Целью данной работы является моделирование солевого состава речной воды р. Мухавец.

### **Исходные данные и методы исследований**

Анализировались временные ряды по общей минерализации, кальций-иону, магний-иону, сульфат-иону, хлорид-иону, гидрокарбонат-иону. В качестве объекта исследования была выбрана р. Мухавец. При проведении исследований использовались данные Государственного водного кадастра Республики Беларусь за период с 2010 по 2017 гг.[1].

По данным исследования [2] была проверена статистическая гипотеза о том, что распределение вероятностей различных показателей качества воды подчиняются двухпараметрическому логнормальному закону с параметрами, зависящими от сезона. Вывод статистического распределения заключался в рассмотрении уравнения баланса примеси и воды:

$$\frac{dM}{dt} = KS - V, \frac{dW}{dt} = RP - Q, \quad (1)$$

где  $M, W$  – масса примеси и объем воды в масштабе всего водосбора;

$S, P$  – скорости поступления примеси и воды на водосборе;

$K, R$  – коэффициенты активности примеси и воды.

В дальнейшем данное уравнение было приведено к стохастическому уравнению для концентрации:

$$\frac{dX}{dt} = \lambda X + \sigma X \xi_t. \quad (2)$$

Далее выводится уравнение Фоккера-Планка для плотности вероятности, решение которого и дает закон распределения концентраций примеси:

$$p(x) = \frac{\alpha}{x\sqrt{\pi}} \exp[-(\alpha \ln x - \beta)^2], \quad (3)$$

$\alpha$  и  $\beta$  – введенные агрегированные параметры:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{2\sigma^2 t_1}}, \beta = \alpha \ln(x_0 e^{\lambda t_1}). \quad (4)$$

Функция распределения плотности вероятности:

$$F(x) = \Phi(\alpha \ln x - \beta), \quad (5)$$

где  $\Phi$  – стандартное нормальное распределение;

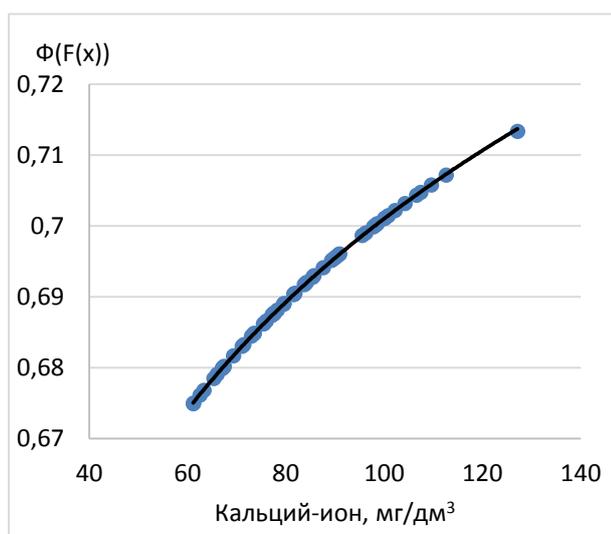
$x$  – концентрация рассматриваемого иона, мг/дм<sup>3</sup>.

Интервал изменения кальций-иона в створе р. Мухавец – г. Брест варьируется в пределах от 61,1 до 127,1 мг/дм<sup>3</sup>. Распределение кальций-иона подчиняется логнормальному закону (рис.1, а) с параметрами, представленными в таблице 1. Максимальные значения данного компонента приходятся на весенний период, а минимальные – на летний.

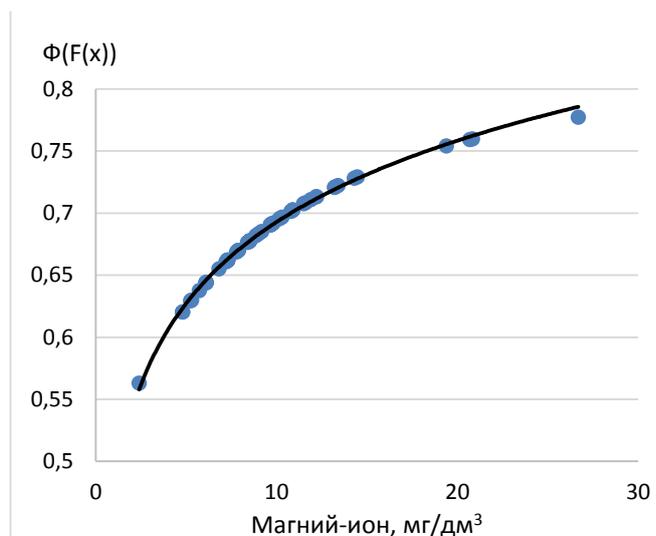
**Таблица 1 – Параметры логнормального распределения  $F(x) = \Phi(\alpha \ln x - \beta)$  для солевого состава природных вод**

Показатель	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	Показатель	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,14	1,00	Сульфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,18	0,17	1,00
Кальций-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,16	1,00	Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,25	0,33	0,99
Магний-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,27	0,11	0,99	Гидрокарбонат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,29	1,00
Электропроводность	0,11	0,15	1,00	-	-	-	-

а



б



**Рисунок 1 – Функция распределения кальций-иона (а) и магний-иона (б)**

Распределение магний-иона (рис.1, б) также подчинится логнормальному распределению. Интервал варьирования данного элемента составляет от 2,4 до 26,7 мг/л/дм<sup>3</sup>.

В таблице 1 также представлены значения параметров логнормального распределения для таких показателей, как хлорид-ион, сульфат-ион, гидрокарбонат-ион, минерализация и электропроводность.

**Выводы.** Анализ временных рядов для пяти показателей солевого состава речной воды, а также минерализации и электропроводности (р. Мухавец – г. Брест) подтвердил теоретические предположения о логнормальном распределении и позволили определить их параметры. В дальнейшем это может послужить обоснованием обеспеченности в практику нормирования параметров солевого состава.

### Список цитированных источников

1. Водные ресурсы, их использование и качество (за 2017 год): государственный водный кадастр. – Минск, 2018.
2. Долгоносков, Б.М. Сезонные изменения в распределении вероятностей показателей качества речной воды / К.А. Корчагин // Водные ресурсы. – 2014. – №1. – С.39-48.

УДК 628.358

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ЦЕЛЬЮ УДАЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Черненко Д. И.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, [daria.chernenkova95@gmail.com](mailto:daria.chernenkova95@gmail.com)  
Научный руководитель – Новикова О. К., к.т.н., доцент.

*The article is supposed to analyze extensively used in practice methods of biological treatment facilities calculation for the purpose of deep removal of nutrients from wastewater.*

Достижение требований к качеству очистки сточных вод, в том числе и по биогенным элементам, на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения становится сегодня жесткой экономической необходимостью. В связи с этим, для предприятий, эксплуатирующих канализационные очистные сооружения, реконструкция может рассматриваться как возможность минимизировать экологические платежи и выполнить современные требования законодательства Республики Беларусь в области ВКХ.

Повсеместное внедрение технологий глубокого удаления азота и фосфора (нитриденитрификации (НД) и биологической дефосфотации (БДФ)) дает возможность не только обеспечить глубокую очистку от органических веществ, соединений азота и фосфора, но и значительно повысить энергоэффективность работы очистных сооружений. Применение технологий НД и БДФ позволяет повысить эффективность очистки по азоту и фосфору с характерных для традиционной аэробной биологической очистки 10–30 % до 60–90 % [0].

Для сравнения выбраны методики расчета азротенков представленные в ТКП 45-4.01-202-2010 «Очистные сооружения сточных вод» [0], ТКП 45-4.01-321-2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [0], а также методика, предложенная российскими учеными [0]. Качественный состав очищенных сточных вод должен соответствовать требованиям [0].

### 1. ТКП 45-4.01-202-2010

Последовательность расчета азротенков с глубокой очисткой от азота и фосфора в зависимости от минимального возраста активного ила представлена в п. 7.6.17 [0]. Выбор технологической схемы, состава и типа сооружений производится с учетом:

- концентрации соединений азота и фосфора в исходной сточной воде;
- отношения концентрации органических веществ, подверженных биохимическому разложению, оцениваемой по БПК<sub>5</sub>, к концентрации соединений азота БПК<sub>5</sub>/N;
- требуемой степени очистки;