

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ПАМБАК С ПОМОЩЬЮ СИНЕРГИЧЕСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ИНДЕКСА

Симомян А.Г., Пирумян Г.П.

*Ереванский государственный университет, Ереван, e-mail: Sim-simov@mail.ru*

Впервые с помощью синергического информационного индекса (СИИ) оценено качество воды р. Памбак. Показано, что от источника до устья реки наблюдается снижение качества воды с 3 до 4 класса загрязнения. А по СИИ качество воды снижается с 1 до 2 класса загрязнения. Причиной загрязнения является высокое содержание металлов. Установлена корреляция между СИИ и другими индексами качества воды.

**Ключевые слова:** индексы качества воды, синергически информационный индекс, энтропия, геоэкологическая синтропия

## ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE RIVER PAMBAK BY SYNERGIC INFORMATION INDEX

Simonian A.G., Pirumyan G.P.

*Yerevan State University, Yerevan, e-mail: Sim-simov@mail.ru*

In the first using a synergic information index(SII) to assess the quality of water r.Pambak . It is shown that from the source to the mouth of the river there is a decrease in water quality from 3 to 4 classes of contamination. Water quality decreases SII with 1 to Class 2 contamination. The cause of contamination is metals content. The correlation between the SII with other indices of water quality.

**Keywords:** water quality index, synergic information index, entropy, geoecological syntropy

Изучение экологического состояния крупных рек РА имеет важное значение как для оценки качества воды данных водных объектов, так и для дальнейшего рационального использования вод этих рек.

В Армении для оценки степени загрязненности воды используются комплексные показатели, которые позволяют: количественно оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества; подготовить аналитическую информацию для представления государственным органам и заинтересованным организациям в удобной, доступной для понимания, научно обоснованной форме. Так, для комплексной оценки качества поверхностных вод в качестве комплексного показателя качества воды используются Индекс загрязнения воды (ИЗВ), Малайзийский индекс качества воды (МИКВ), Орегонский индекс качества воды (ОИКВ), Канадский индекс качества воды (КИКВ) и Удельно-комбинаторный индекс качества воды (УКИКВ) [1–4]. В последние годы для комплексной оценки качества поверхностных вод сотрудниками кафедры экологической химии ЕГУ предлагается использовать синергический информационный индекс (СИИ) [5–7].

**Целью работы является** оценка с помощью синергического информационного индекса качества воды реки Памбак.

Река Памбак берёт начало на северновосточном склоне Памбакского хребта в самой западной его части, на границе между

Лорийской и Ширакской областями. Длина реки 86 км. В основном воды реки Памбак используются для орошения близлежащих земель, в рекреационных и природоохранных целях. На реке Памбак расположены четыре створа (мониторинговые посты): № 1 – 0,5 км выше с. Арташен, № 2 – 0,5 км ниже г. Спитак, № 3 – 0,5 км выше г. Ванадзор и № 4 – 4,5 км ниже г. Ванадзор.

### Материалы и методы исследования

В понимании структурной организации и закономерностей развития экологических систем вообще и, в частности, для водных систем большую роль имеет синергическая теория информации. Для оценки структурной организации системы Вяткиным введено понятие  $R$ -функции [8, 9], которая характеризует структурную организацию дискретных систем соотношением порядка и хаоса, мерами которых являются геоэкологическая синтропия –  $I$  и энтропия –  $S$  [9, 10].

Значения  $R$ -функции говорят о том, что и в какой мере преобладает в структуре системы – хаос или порядок. Если  $R > 1$ , то в структуре системы преобладает порядок, в противном случае, когда  $R < 1$  – хаос. При  $R = 1$  хаос и порядок уравниваются друг друга и структурная организация системы является равновесной. В гидроэкологических системах могут идти процессы как с возрастанием, так и с уменьшением энтропии.

С помощью синергической теории информации была проведена оценка хаоса и порядка в структуре геоэкологических [9, 10] и гидроэкологических систем [5–7].

Загрязненность водных систем можно представить как систему тех гидрохимических показателей, концентрация которых превышает ПДК. Для расчета значений  $I$ ,  $S$  и  $R$  определяются показатели, превышающие ПДК и кратность превышения каждого показателя

теля –  $m$ . Далее оценивается общая сумма превышений ПДК ( $M$ ):  $M = \sum m$ , потом вычисляется произведение  $m \log_2 m$ , далее определяется сумма  $\sum m \log_2 m$ , рассчитывается геоэкологическая синтропия ( $I$ ):

$$I = \frac{\sum m \log_2 m}{M}$$

Далее рассчитывается энтропия ( $S$ ):  $S = \log_2 M - I$ . После чего определяется  $R$ -функция, которая для гидро-экологических систем в работе [7] называется СИИ:

$$\text{СИИ} = \frac{I}{S}$$

**Результаты исследования и их обсуждение**

Исследования показали, что воды р. Памбак являются слабощелочными. Минерализация воды средняя, а кислородный режим нормальный. Установлено, что в воде р. Памбак регулярно превышаются величины БПК<sub>5</sub> и концентрации нитритов и ионов аммония обусловлено загрязнением воды бытовыми сточными водами, поскольку нет очистных сооружений в бассейне реки, и сточные воды городов Спитак и Ванадзор и некоторых сел без очистки впадают в реку.

Воды р. Памбак загрязнены также некоторыми металлами. Так, в речной воде регулярно превышает ПДК меди, цинка, ванадия, алюминия, хрома, железа, марганца и селена. Как отмечалось выше, для расчета значений СИИ определяются параметры, превышающие ПДК и кратность превышения каждого параметра –  $m$ . (табл. 1).

Например, в створе 4 р. Памбак БПК<sub>5</sub>, концентрации нитритного и аммонийного азота, Al, Cu, V, Cr, Mn и Se превысили ПДК соответственно 8, 10, 12, 12, 12, 6, 12, и 2 раз (табл. 1). В данном случае сумма превышений ПДК –  $M = 86$ ,  $\sum m \log_2 m = 289,71$   
 $I = 289,71/86 = 3,368$ ,  $S = \log_2 86 - 3,368 = 3,0531$ , СИИ =  $3,368/3,0531 = 1,103$ .

Качество воды р. Памбак комплексно оценено также с помощью других индексов качества воды: ИЗВ, КИКВ и УКИКВ (табл. 2).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в р. Памбак СИИ имеет прямолинейную зависимость с канадским индексом качества воды и обратную зависимость с индексом загрязненности воды и удельно-комбинаторным индексом качества воды.

$$\text{СИПИ} = (0,68905 \pm 0,60189) + (0,00876 \pm 0,00915) \cdot \text{КИКВ}, R = 0,5607, N = 4$$

$$\text{СИПИ} = (1,49821 \pm 0,13281) - (0,10595 \pm 0,05697) \cdot \text{ИЗВ} R = 0,79601, N = 4$$

$$\text{СИПИ} = (1,73117 \pm 0,15749) - (0,21625 \pm 0,07155) \cdot \text{УКИКВ} R = 0,90574, N = 4$$

**Таблица 1**

Расчет значений СИИ р. Памбак за 2009 г.

Створ	1		2		3		4	
	m	m log <sub>2</sub> m	m	m log <sub>2</sub> m	m	m log <sub>2</sub> m	m	m log <sub>2</sub> m
БПК <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	8	24
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	0	7	19,64	0	0	10	33,2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0	0	0	0	0	0	12	43
Fe	0	0	0	0	6	15,50	0	0
Al	9	28,51	8	24	11	38,031	12	43
Cu	8	24	8	24	11	38,031	12	43
V	9	28,51	12	43	12	43	12	43
Cr	0	0	5	11,61	7	19,64	6	15,50
Mn	7	19,64	0	0	11	38,031	12	43
Se	4	8	0	0	0	0	2	2
M	37		40		58		86	
∑m log <sub>2</sub> m	108,68		122,25		192,233		289,71	
I	2,9367		3,05625		3,314		3,368	
S	2,270		2,26		2,54		3,053	
R	1,294		1,35		1,305		1,103	

Индексы качества воды р. Памбак

Индекс	Створ 1		Створ 2		Створ 3		Створ 4	
	Величина индекса	Класс	Величина индекса	Класс	Величина индекса	Класс	Величина индекса	Класс
ИЗВ	1,75	3	1,33	3	2,69	4	3,11	4
КИКВ	62,23	4	75,98	3	62,12	4	61,63	4
УКИКВ	1,78	2	2,03	3а	2,02	3а	2,83	4а
СИИ	1,294	1	1,35	1	1,305	1	1,103	2

Полученные данные свидетельствуют о том, что от источника до устья реки наблюдается снижение качества воды с 2 до 4 класса загрязнения. А по СИИ качество воды 1 класса загрязнения. Причиной загрязнения является высокое содержание металлов. Впервые с помощью синергического информационного индекса оценено качество воды р. Памбак. Установлена корреляция между СИИ и другими индексами качества воды.

#### Список литературы

1. Никаноров А.М. Организация и функционирование мониторинга качества воды р. Северский Донец на территории России и Украины. – Ростов-на-Дону: Гидрометеоздат, 2004. – 374 с.
2. Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества воды. – Санкт-Петербург: Гидрометеоздат, 2005. – 577 с.
3. Маргарян Л.А., Минасян С.Г., Пирумян Г.П. Сравнение канадского и удельно-комбинаторного индексов качества воды при оценке загрязненности р. Раздан // Вода и экология: проблемы и решения. – 2008. – № 3. – С. 57–64.
4. Маргарян Л.А., Минасян С.Г., Пирумян Г.П. Использование нового комплексного метода оценки качества питьевой воды для реки Гехарот // «Экология и безопасность жизнедеятельности» VIII Меж. конф. – Пенза, 2008. – С. 186–188.
5. Симонян Г.С. Хаос и порядок биологических систем в свете синергической теории информации // Тезисы докл. международной конференции «Современные проблемы химической физики». – Ереван, 2012. – С. 227–228.
6. Симонян Г.С. Оценка состояния гидроэкологических систем в свете синергической теории информации // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Экологическая безопасность и природопользование: наука, инновации, управление. – Махачкала: АЛЕФ, 2013. – С. 275–280.
7. Дерцян Т.Г., Симонян Г.С., Пирумян Г.П. Анализ экологического состояния крупных водохранилищ Армении с помощью синергической теории информации // Zbiór raportów naukowych. «współczesne tendencje w nauce i edukacji». (27.02.2014–28.02.2014) – Warszawa: wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014. – P. 34–39.
8. Вяткин В.Б. Хаос и порядок дискретных систем в свете синергической теории информации // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар, КубГАУ, 2009. – № 47(1). URL: <http://ej.kubagro.ru/2009/03/pdf/8.pdf>
9. Вяткин В.Б. К вопросу информационной оценки признаков при прогнозно-геологических исследованиях // Известия Уральского горного института. Сер.: Геология и геофизика. – 1993. – Вып. 2. – С. 21–28.
10. Симонян Г.С. Анализ состояния нефтяных систем в свете синергической теории информации // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 4. – С. 108–113.