

УДК 504.4.054

Е. С. Корчева, С. В. Степанова, И. Г. Шайхиев

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КАЗАНКА

Ключевые слова: поверхностные воды, река Казанка, гидрохимические показатели вод, удельный комбинаторный индекс загрязненности воды.

Целью статьи является оценка степени загрязненности реки Казанка методом комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод. Наблюдения за химическим составом воды реки Казанка проводились с октября по апрель 2015 - 2016 гг. по 14 ингредиентам. Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды реки Казанка составил 226,34, превосходит наиболее высокие пределы градаций, поэтому воду реки Казанка по комплексу изучаемых ингредиентов характеризуют как «экстремально грязную» и относят к 5-му классу с наихудшим качеством воды.

Keywords: surface water, the river Kazanka, hydrochemical indicators of waters, specific combinatory index of impurity of water.

The aim of article is the assessment of degree of impurity of the Kazanka river by means of a method of a complex assessment of degree of impurity of a surface water. Observations over a chemical composition of water of the Kazanka river were made from October to April, 2015 - 2016 on 14 ingredients. The specific combinatory index of impurity of water of the Kazanka river has made 226,34, surpasses the highest limits of gradation therefore water of the Kazanka river on a complex of the studied ingredients is characterized as "extremely dirty" and carry to the 5th class with the worst quality of water.

В настоящее время состав природных вод водоемов в значительной степени формируется под влиянием антропогенной нагрузки. Многообразные загрязняющие вещества, попадая в окружающую среду, могут претерпевать в ней различные изменения, усиливая при этом токсическое действие. Это привело к необходимости принятия комплексных методов контроля качества объектов окружающей природной среды (воды, почвы, воздуха), позволяющих оценить их качество и возможную опасность различных источников загрязнения [1].

Запасы поверхностных и подземных вод Республики Татарстан (РТ), их качество являются жизне- и средообразующей составляющей, которое определяет социальное, экономическое и экологическое благополучие. В связи с этим вопросы комплексного использования, охраны и восстановления водных ресурсов РТ относятся к числу приоритетных государственных задач. Их решение является главной частью обеспечения национальной безопасности РТ [2].

Объектом исследования является река, расположенная в городе Казань.

Река Казанка является природным памятником Республики Татарстан. Питание реки смешанное, преимущественно снеговое (70%). Гидрологический режим характеризуется высоким половодьем и низкой продолжительной меженью. Водные ресурсы бассейна реки Казанки, устье которой расположено в столице республики, используются для удовлетворения нужд различных отраслей народного хозяйства [3].

Для анализа степени загрязненности реки использовался метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод, который позволяет оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени загрязненности, а также подготовить аналитическую информацию для представления

государственным органам и заинтересованным организациям в удобной, доступной для понимания.

Сочетание уровня загрязненности воды определенными загрязняющими веществами и частоты обнаружения случаев нарушения нормативных требований позволяет получить комплексные характеристики, условно соответствующие «долям» загрязненности, вносимым каждым ингредиентом и показателем загрязненности в общее качество воды.

Вклад отдельных загрязняющих веществ в общую загрязненность воды водных объектов в реальных условиях может определяться тремя возможными вариантами:

- 1) высокими концентрациями, наблюдаемыми в течение короткого промежутка времени;
- 2) низкими концентрациями в течение длительного периода;
- 3) либо другими возможными комбинациями рассматриваемых факторов оценки, учет которых должен вестись не параллельно по двум самостоятельным характеристикам, а одновременно через обобщенный показатель.

Основой дифференцированного способа является оценка качества воды водных объектов по отдельным загрязняющим веществам с использованием статистических приемов. Наиболее информативными комплексными показателями по данному методу являются:

- удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ);
- класс качества воды.

Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности: 1-й класс – условно чистая; 2-й класс – слабо загрязненная; 3-й класс – загрязненная; 4-й класс – грязная; 5-й класс – экстремально грязная. Большей степени загрязненности воды комплексом загрязняющих веществ соответствует больший номер класса.

Исследование проб воды реки Казанка проводилось в период с октября 2015 г. по апрель 2016 г. Отбор проб осуществлялся на левом берегу напротив спортивного комплекса «Казань Арена». Данное место отбора выбрано для того чтобы проанализировать как изменяются гидрохимические параметры реки в зависимости от времени года.

Расчет значения индекса загрязненности и относительная оценка качества воды проводятся в 2 этапа: сначала по каждому изучаемому ингредиенту и

показателю загрязненности воды, затем рассматривается одновременно весь комплекс загрязняющих веществ и выводится результирующая оценка [4].

Химический анализ выполнен в соответствии с методиками, представленными в природоохранных нормативных документах федерального уровня. Перечень показателей, по которым проводился анализ, и результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализов

Определяемые показатели	Октябрь 2015	Ноябрь 2015	Декабрь 2015	Январь 2016	Февраль 2016	Март 2016	Апрель 2016
ХПК, мгО ₂ /дм ³	183	153	186	35,6	45,3	55,5	72,2
Содержание:							
- растворенного кислорода, мгО ₂ /дм ³	1,92	1,99	1,04	1,52	1,42	1,59	1,31
- фенолов, мг/дм ³	0,009	0,021	-	-	0,03	0,027	0,02
- нефтепродуктов, мг/дм ³	20,0	40,0	20,0	60,0	40,0	40,0	40,0
- NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	5,44	10,2	7,9	5,57	4,62	47,7	17,5
- NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0	40	20	60	40	40	40
- Cl ⁻ , мг/дм ³	21,27	25,52	28,36	16,31	20,56	51,05	12,76
- SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	397	213,6	240	261,6	280,8	172,8	211,2
- Cu ²⁺ , мг/дм ³	1,62	0,81	0,0	0,0	0,0	0,0	2,43
- Ni ²⁺ , мг/дм ³	1,18	0,9	1,5	1,8	-	-	-
- Mn ²⁺ , мг/дм ³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Fe _{общ} , мг/дм ³	6,05	4,26	2,24	2,35	2,8	3,25	4,48
- NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	0,42	2,08	1,75	1,92	1,42	8,08	7,83
pH, ед.	8,18	8,24	8,09	7,31	8,11	8,19	8,03
жесткость, град	14	26	10	11	12	18	16
мутность, мг/дм ³	0	0	0	0,06	0	0,24	0

Величины допустимого уровня для поверхностных вод представлены в [5].

Комбинаторный индекс загрязненности воды может рассчитываться для любого створа, либо пункта наблюдений за состоянием поверхностных вод, для участка, либо акватории водного объекта, для водных объектов в целом, речных бассейнов, гидрографических районов и т.д. По мере укрупнения объекта изучения возрастает относительность расчетных характеристик. Это обстоятельство относится не столько к комбинаторному индексу, сколько к любому из показателей, характеризующих однозначно сложные и крупномасштабные природные системы. Однако, несмотря на это, их информативность и репрезентативность при наличии достаточного объема информации высока.

Расчет значения комбинаторного индекса загрязненности и относительная оценка качества воды проводятся в 2 этапа: сначала по каждому изучаемому ингредиенту и показателю загрязненности воды, затем рассматривается одновременно весь комплекс загрязняющих веществ и выводится результирующая оценка.

По каждому ингредиенту за расчетный период времени для выбранного объекта исследований определяются следующие характеристики:

1. Повторяемость случаев загрязненности α_{ij} , т.е. частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК:

$$\alpha_{ij} = \frac{n'_{ij}}{n_{ij}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где n'_{ij} - число результатов анализа по i -му ингредиенту в j -м створе за рассматриваемый период времени, в которых содержание или значение их превышает соответствующие ПДК; n_{ij} - общее число результатов химического анализа за рассматриваемый период времени по i -му ингредиенту в j -м створе.

По значению повторяемости определяют характер загрязненности воды по устойчивости загрязнения в соответствии с таблицей 2. По значению повторяемости рассчитывается частный оценочный балл по повторяемости $S_{\alpha_{ij}}$.

Среднее значение кратности превышения ПДК $\bar{\beta}_{ij}$, рассчитанное только по результатам анализа проб, где такое превышение наблюдается. Результаты анализа проб, в которых концентрация загрязняющего вещества была ниже ПДК, в расчет не включают. Расчет ведется по формуле 2:

$$\bar{\beta}_{ij} = \frac{\sum_{f=1}^{n'_{ij}} \beta_{ifj}}{n'_{ij}}, \quad (2)$$

где $\beta_{ij} = \frac{C_{ij}}{ПДК_i}$ - кратность превышения ПДК* по i -му

ингредиенту в j -м результате химического анализа для j -го створа;

Таблица 2 – Классификация воды водных объектов по повторяемости случаев загрязненности

Повторяемость, %	Характеристика загрязненности воды	Частный оценочный балл по повторяемости S_{α_j}	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на 1% повторяемости
[1*; 10)	Единичная	[1; 2)	0,11
[10; 30)	Неустойчивая	[2; 3)	0,05
[30; 50)	Устойчивая	[3; 4)	0,05
[50; 100)	Характерная	4	-

* Определение кратности нарушения норматива для растворенного в воде кислорода осуществляется по формуле

$$\beta_{O_{2,j}} = \frac{ПДК_{O_2}}{C_{O_{2,j}}}, \quad (3)$$

где C_{ij} - концентрация i -го ингредиента в j -м результате химического анализа для j -го створа, мг/дм³.

По значению кратности превышения ПДК определяют уровень загрязненности воды в соответствии таблицей 3. По значению средней кратности превышения ПДК $\bar{\beta}_{ij}$ и данным таблицы 3 рассчитывается частный оценочный балл по кратности превышения S_{β_j} .

Таблица 3 - Классификация воды водных объектов по кратности превышения ПДК

Кратность превышения ПДК	Характеристика уровня загрязненности	Частный оценочный балл по кратности превышения ПДК S_{β_j}	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу кратности превышения ПДК
> 2	Низкий	[1; 2)	1,00
2 – 10 *	Средний	[2; 3)	0,125
10 – 50 **	Высокий	[3; 4)	0,025
> 50	Экстремально высокий	4	0,025

3. Обобщенный оценочный балл S_{ij} по каждому ингредиенту. Он рассчитывается как произведение частных оценочных баллов по повторяемости случаев загрязненности и средней кратности превышения ПДК:

$$S_{ij} = S_{\alpha_j} S_{\beta_j}, \quad (4)$$

где S_{α_j} - частный оценочный балл по повторяемости случаев загрязненности i -м ингредиентом в j -м створе за рассматриваемый период времени; S_{β_j} - частный оценочный балл по кратности превышения ПДК i -го

ингредиента в j -м створе за рассматриваемый период времени.

Обобщенный оценочный балл дает возможность учесть одновременно значения наблюдаемых концентраций и частоту обнаружения случаев превышения ПДК по каждому ингредиенту.

Значение обобщенного оценочного балла по каждому ингредиенту в отдельности может колебаться для различных вод от 1 до 16. Большее его значению соответствует более высокая степень загрязненности воды.

Затем определяются комбинаторный индекс и удельный комбинаторный индекс загрязненности воды по следующим формулам:

$$S_j = \sum_{i=1}^{N_j} S_{ij}, \quad (5)$$

где S_j - комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе; N_j - число учитываемых в оценке ингредиентов;

$$S'_j = \frac{S_j}{N_j}, \quad (6)$$

где S'_j - удельный комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе.

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды также используется для оценки уровня загрязненности и является весьма удобной и показательной характеристикой. Его использование обязательно, если расчеты проводили по разному числу ингредиентов.

Значение комбинаторного индекса загрязненности, равное 226,34, превосходит наиболее высокие пределы градаций, поэтому воду реки Казанка по комплексу изучаемых ингредиентов характеризуют как «экстремально грязную» и относят к 5-му классу с наихудшим качеством воды.

Таким образом, степень загрязненности воды реки Казанка в период с октября 2015 г. по апрель 2016 г. характеризовалась как экстремально высокая, что обусловлено нарушением существующих нормативов по десяти ингредиентам. Из числа последних особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом такие показатели химического состава воды: содержание фенола, нефтепродуктов, ионов цинка, железа, аммония и никеля. Наибольшие превышения по фенолу наблюдалось в феврале – в 30 раз, по ионам железа – в 20 раз в октябре, по нефтепродуктам – в январе в 200 раз, по ионам никеля – в 200 раз в январе, по ионам цинка превышение в 30 раз в феврале; по ионам аммония в 20 раз в марте. По каждому из них наблюдается характерная загрязненность высокого уровня.

Литература

1. Сунгатуллина, И.И. Оценка качества воды искусственной дрены – излуины реки Казанки методом биотестирования [Электронный ресурс]: выпускная квалификационная дипломная работа / И.И. Сунгатуллина. – Казань, 2013 – 82 с. – Режим доступа: http://kpfu.ru/portal/docs/F1486757282/Sungatullina.I.I._2013.pdf.

2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды республики Татарстан в 2014 году. – Казань, 2015. – 531 с.
3. Кадастровый отчет по ООПТ памятник природы регионального значения «Река Казанка». – Казань, 2016. – 5 с.
4. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-2002. – Ростов-на-Дону, 2002. – 20 с.
5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений: СанПиН 4630-88. – М.: Минздрав СССР. – 70 с.

© **Е. С. Корчева** – магистрант кафедры инженерной экологии Казанского национального исследовательского технологического университета, zhenya_korcheva@mail.ru; **С. В. Степанова** – к.т.н., доцент кафедры инженерной экологии того же вуза; **И. Г. Шайхиев** – д.т.н., заведующий кафедрой инженерной экологии того же вуза

© **E. S. Korcheva** – master's degree student of Engineering Ecology Department of Kazan National Research Technological University, zhenya_korcheva@mail.ru; **S. V. Stepanova** – Ph. D, Associate Professor of Engineering Ecology Department of the same university; **I. G. Shaikhiev** – Ph. D, Head of Engineering Ecology Department of the same university.

Все статьи номера поступили в редакцию журнала в период с 15.06.16. по 20.10.16.