

Yevgen V. Obukhov, Doctor of Economic Sciences. Professor Hydrology of Land Department. Odessa State Environmental University; 15 Lvovskaya, Odessa, Ukraine 65016; e.obukhov@mail.ru

Elena S. Koryagina, master of hidrology, engineer Odessa State Environmental University; 15 Lvovskaya, Odessa, Ukraine 65016; koria2008@rambler.ru

УДК 551.579

Е.И. Кетова, А.Б. Китаев

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК ИНЬВЫ И КУВЫ В РАЙОНЕ ГОРОДА КУДЫМКАРА ПО ИНДЕКСАМ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ

Рассмотрены и изучены химические показатели качества воды реки Иньвы и Кувы в пределах центра Коми-Пермяцкого округа – города Кудымкара за десятилетний период наблюдений (2002-2012 гг.). Дана комплексная оценка степени их загрязненности.

Ключевые слова: река; качество воды; загрязнение.

Вода, как и воздух, является жизненно необходимым источником для всех известных организмов. Россия относится к странам, наиболее обеспеченным водой. Однако состояние ее водных объектов нельзя назвать удовлетворительным. Антропогенная деятельность приводит к их загрязнению.

Основными источниками химического загрязнения водных объектов являются:

- сбрасываемые сточные воды, образующиеся в процессе эксплуатации энергетических, промышленных, химических, медицинских, оборонных, жилищно-коммунальных и других предприятий и объектов;
- захоронение радиоактивных отходов в контейнерах и емкостях, которые через определенный период времени теряют герметичность;
- аварии и катастрофы, происходящие на суше и в водных пространствах;
- атмосферный воздух, загрязненный различными веществами, и другие.

Загрязнение воды обуславливает подавление функций экосистем, замедляет естественные процессы биологической очистки пресных вод, а также способствует изменению химического состава пищи.

Практически впервые рассмотрены и изучены химические показатели качества воды реки Иньвы и Кувы в пределах центра Коми-Пермяцкого автономного округа – города Кудымкара (рис. 1) за десятилетний период наблюдений (2002-2012 гг.). Дана комплексная оценка степени их загрязненности. Исходная информация была предоставлена сотрудниками Окружного (Коми-Пермяцкого) филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» [2]. Е.И. Кетова принимала непосредственное участие в отборах проб воды и их анализе. Исследование качества воды рек проводилось по следующим показателям: нефтепродуктам, взвешенным веществам, водородному показателю, растворенному кислороду, биохимическому потреблению кислорода (БПК₅), СПАВ, гидрокарбонатам, натрию и калию, магнию, кальцию, хлоридам, меди, сульфатам, аммонии, фосфатам, нитритам, нитратам, фтору, железу, щелочности, жесткости, окисляемости и по химическому потреблению кислорода (ХПК).

В работе проведен расчет комбинаторного индекса загрязненности воды согласно методике, представленной в РД 52.24.643-2002 [1]. С помощью этого расчета оценивается степень загрязненности по комплексу загрязняющих веществ, устанавливается класс качества воды.

© Кетова Е.И., Китаев А.Б., 2013

Кетова Екатерина Ивановна, магистр кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; hydrology@psu.ru

Китаев Александр Борисович, кандидат географических наук, профессор кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; hydrology@psu.ru

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.

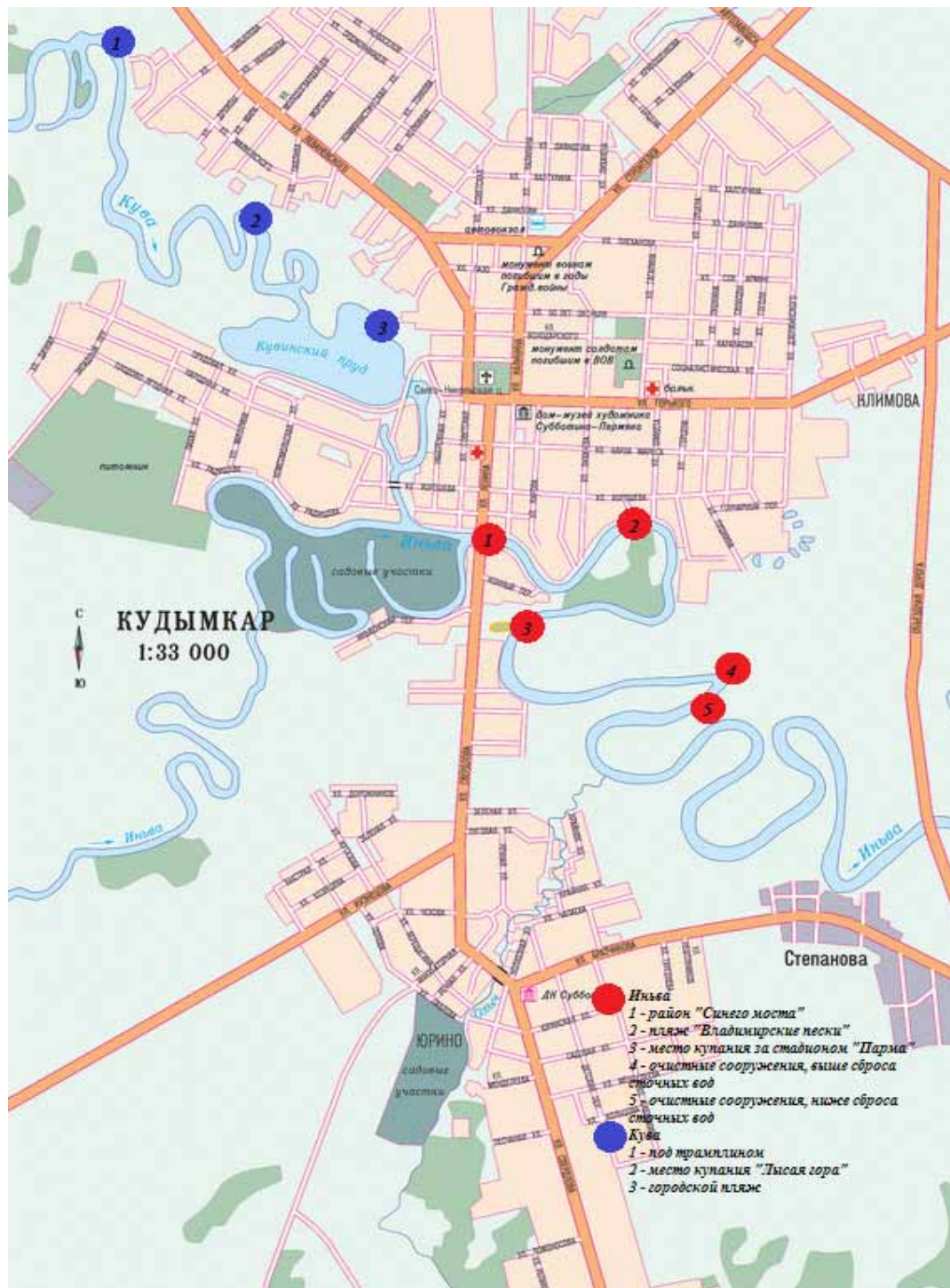


Рис. 1. Схема мест отбора проб воды на химический и микробиологический анализ в реках Илья и Кува в пределах г. Кудымкара

До начала расчетов устанавливается период обобщения информации, зависящий от целей оценки и достаточности объема исходных данных. Комбинаторный индекс загрязненности воды может

рассчитываться для любого периода времени: суток, декады, месяца, квартала, гидрологического сезона, полугодия, года, любого многолетнего периода при наличии достаточного числа проб.

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. **Повторяемость в случае загрязнения**, т.е. частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК:

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

где n'_{ij} – число результатов анализа ингредиентов, превышающих ПДК;

n_{ij} – количество химических показателей, используемых для определения комбинаторного индекса загрязненности воды.

По значению повторяемости определяют характер загрязненности воды по устойчивости загрязнения в соответствии с табл. 1. По значению повторяемости рассчитывается частный оценочный балл по повторяемости $S_{\alpha ij}$. Определение баллов проводится с применением линейной интерполяции.

Таблица 1

Классификация воды водных объектов по повторяемости случаев загрязненности [1]

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

Среднее значение кратности превышения ПДК $\beta_{ср ij}$ рассчитывается 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

$$\beta_{ср ij} = \sum \beta_{ifj} / n'_{ij}, \quad (2)$$

где $\beta_{ifj} = C_{ifj} / ПДК_i$ – кратность превышения ПДК по i-му ингредиенту в f-м результате химического анализа для j-го створа; C_{ifj} – концентрация i-го ингредиента в f-м результате химического анализа для j-го створа, мг/дм³.

По значению средней кратности превышения ПДК и данным табл. 2 рассчитывается частный оценочный балл по кратности превышения $S_{\beta ij}$. Определение баллов проводится с применением линейной интерполяции.

Таблица 2

Классификация воды водных объектов по кратности превышения ПДК [1]

Кратность превышения ПДК	Характеристика уровня загрязненности	Частный оценочный балл по кратности превышения ПДК, $S_{\beta ij}$	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу кратности превышения ПДК
(1; 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

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

$$S_{ij} = S_{\alpha ij} * S_{\beta ij}, \quad (3)$$

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. Большему его значению соответствует более высокая степень загрязненности воды.

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

$$S_j = \sum S_{ij}, \quad (4)$$

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

$$S'_j = S_j / N_j, \quad (5)$$

где S'_j – удельный комбинаторный индекс загрязненности воды в j -ом 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.

Анализ полученных результатов оценки комбинаторного индекса загрязненности воды **реки Иньвы** в пределах города Кудымкара позволил сделать следующие выводы.

По значению комбинаторного индекса загрязненности, равному 90,81, вода реки Иньвы за десятилетний период в черте города Кудымкара по комплексу изучаемых ингредиентов характеризуется как «грязная» и относится к 4-му классу качества. Классифицируя воду реки Иньвы за данный период по удельному комбинаторному индексу воды, равному 3,78, можно отметить, что вода характеризуется как «грязная» и относится к 4-му классу разряда «а».

Превышение ПДК в воде за десятилетний период наблюдалось по 18 ингредиентам химического состава воды из 24 определяемых показателей. Значение комбинаторного индекса загрязненности воды по отдельным результатам анализа колебалось от 1,33 до 14,16%, что свидетельствовало о значительной комплексности загрязнения воды реки Иньвы в черте города.

Для некоторых загрязняющих ингредиентов (сухому остатку, БПК₅, хлоридам, сульфатам, аммонии, фосфатам, нитритам, нитратам и щелочности) в течение десятилетнего периода характерна единичная загрязненность, так как значения частных оценочных баллов повторяемости находятся в интервале (1;2). Для других загрязняющих ингредиентов (нефтепродуктов, рН, растворенного кислорода, жесткости) характерна неустойчивая загрязненность. Подтверждением этого являются значения частных оценочных баллов повторяемости, которые находятся в интервале (2;3). Оставшимся ингредиентам (взвешенным веществам, СПАВ, магнию, кальцию, железу, окисляемости) присуща характерная загрязненность, так как частные оценочные баллы повторяемости находятся в интервале (3;4). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности загрязненность воды по всем рассматриваемым ингредиентам за десятилетний период по реке Иньве в черте города Кудымкара определяется как «неустойчивая». Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносили нефтепродукты, взвешенные вещества и жесткость.

Анализируя полученные результаты по расчету комбинаторного индекса загрязненности воды **реки Кувы**, в пределах города Кудымкара можно сделать следующие выводы.

По значению комбинаторного индекса загрязненности, равному 54,20, вода реки Кувы за десятилетний период в черте города Кудымкара по комплексу изучаемых ингредиентов характеризуется как «грязная» и относится к 4-му классу качества. Оценивая воду реки Кувы по удельному комбинаторному индексу загрязненности, равному 3,19, можно отметить, что вода характеризуется как «грязная» и относится к 4-му классу разряда «а».

Превышение ПДК в воде за десятилетний период наблюдалось по 5 ингредиентам химического состава воды из 24 определяемых показателей. Значение комбинаторного индекса загрязненности воды по отдельным результатам анализа колебалось от 4,60 до 12,68%, что свидетельствовало о значительной комплексности загрязнения воды реки Кувы в черте города.

Всем загрязняющим ингредиентам (взвешенным веществам, СПАВ, кальцию, железу и жесткости) в течение десятилетнего периода присуща характерная загрязненность, так как частные оценочные баллы повторяемости находятся в интервале (3;4). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по всем рассматриваемым ингредиентам за десятилетний период по реке Куве в черте города Кудымкара определяется как

«характерная». Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносили СПАВ, железо и жесткость.

Вода рек Иньвы и Кувы в черте города Кудымкара за десятилетний период (2002-2012 гг.) по комбинаторному индексу загрязненности характеризуется как «грязная» и относится к 4-му классу качества, по УКИЗВ вода характеризуется как «грязная» и относится к 4-му классу разряда «а».

Авторы выражают признательность главному врачу Окружного (Коми-Пермяцкого) филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» Т.А. Шилкиной, а также сотрудникам этого учреждения: Г.Г. Радостевой, Е.О. Кетовой, Н.Н. Греку – за предоставленную ими исходную информацию для настоящего исследования.

Библиографический список

1. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Ростов/н/Д, 2002.
2. *Фондовые материалы* Окружного (Коми-Пермяцкого) филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Кудымкар, 2002–2012.

Ye.I. Ketova, A.B. Kitaev

ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF INVA AND KUVA RIVERS WITHIN KUDYMKAR CITY ON POLLUTION INDEX

Considered and studied chemical indicators of water quality of the rivers Inva and Kuva within Kudymkar – center of Komi-Permyak autonomous Okrug over a 10-year observation period (2002-2012). Presents a comprehensive assessment of the extent of their pollution.

Key words: river; water quality; pollution.

Yekaterina I. Ketova, Master of Department of Hydrology and Water Resources Protection, Perm State University; 15 Bukireva, Perm, Russia 614990; hydrology@psu.ru

Alexandr B. Kitaev, Candidate of Geography, Professor of Department of Hydrology and Water Resources Protection, Perm State University; 15 Bukireva, Perm, Russia 614990; hydrology@psu.ru