

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЕЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ

Лариса Анатольевна Ромашова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. 361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

В работе предлагается предлагается методика комплексной оценки качества воды водных объектов. В ее основе лежит использование частных оценок отдельных показателей состава и свойств воды для получения комплексной оценки качества воды в виде одного числа и переход к безразмерному показателю. В работе даны рекомендации по картографическому отображению комплексной оценки для разных уровней качества воды водных объектов в зависимости от целей научных и практических исследований.

Ключевые слова: качество воды, показатели состава и свойств воды, частная оценка, комплексная оценка.

COMPLEX ASSESSMENT OF RESERVOIR WATER QUALITY AND ITS REPRESENTATION ON THE MAP

Larisa A. Romashova

Ph.D, Assoc.Prof., Department of Cartography and Geoinformatics,, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhonogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, phone: 8(383)3610635, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

The techniques for complex assessment of water quality in water bodies are offered. They are based on particular assessments of different indices of water composition and property to be used for complex assessment (as a single number). Then the transition to the dimensionless index is conducted. Recommendations on cartographic representation of the complex assessment for different quality water (of water bodies) depending on the purpose of the scientific or practical research are given.

Key words: water quality, indices of water composition and properties, particular assessment, complex assessment.

Сложность понятия "качества воды", его многомерность, связанная с потребностью учитывать большое количество веществ, определяющих состав воды, и разнообразие свойств, учет которых необходим в процессе водопользования, обусловили настойчивые поиски обобщенных показателей, позволяющих характеризовать состав и свойства воды одним числом. К недостаткам таких показателей относятся потеря информации и неоднозначность, неизбежные при замене многомерных объектов одномерными. К достоинствам - относится удобство этих показателей для пользователей, принимать решения в различных водоохранных ситуациях и задачах. Такие показатели отличаются по многим свойствам друг от друга. Однако есть одно основное свойство, которое позволяет разделить все показатели на два существенно различных класса: пригодных и непригодных для практической деятельности по регулированию ис-

пользования и охране вод. Таким свойством является отношение к ПДК - гигиеническим нормативам, устанавливающим границы пригодности водных объектов для водопользования.

Нами предлагается методика комплексной оценки качества воды водных объектов для решения водоохраных и водохозяйственных проблем при районно-планировочных, градостроительных и других видах работ. В ее основе лежит использование частных оценок отдельных показателей состава и свойств воды для получения комплексной оценки качества воды в виде одного числа и переход к безразмерному показателю.

Предлагаемая методика состоит в следующем. Известно, что все показатели состава и свойств воды имеют разные единицы измерения. Вследствие этого сравнение показателей между собой построение комплексного показателя по ним невозможно. Поэтому первоначально все исходные показатели качества воды предлагается приводить к безразмерному виду. Учитывается, что у одних показателей (их большинство) норматив представляет собой верхний предел допустимого значения, у других ("прозрачность", "растворенный кислород"...) - нижний предел, у третьих ("диссоциация водородных ионов"...) - определенный интервал. В соответствии с этим безразмерные показатели K_i предлагается рассчитывать в случае верхнего предела допустимого значения по формуле:

$$K_i = \Phi_i / C_i, \quad (1)$$

а в случае нижнего предела -

$$K_i = C_i / \Phi_i, \quad (2)$$

где Φ_i - фактическое значение i -го показателя;

C_i - норматив i -го показателя.

Безразмерный показатель K_i в дальнейшем будем называть частной оценкой единичного показателя. Она показывает, во сколько раз фактическое значение показателя хуже нормативного.

Приведение к безразмерному виду показателя с интервальным нормативом следует выполнять по формуле (1), если его значение больше верхнего предела, или по формуле (2), если его значение меньше нижнего предела норматива.

Комплексный показатель оценки качества воды водных объектов предлагается получать по разнородным частным оценкам путем их свертки.

Он моделируется формулой [3]:

$$K = \sqrt{\sum (K_i)^2 / n}, \quad (3)$$

где K_i - частная оценка единичного показателя, превышающая по величине единицу (формулы 1, 2);

n - число суммируемых в формуле (3) показателей.

В выражение (3) входят частные оценки с величиной только большей единицы. Значение комплексной оценки показывает во сколько раз качество воды

хуже нормативного. Оно увеличивается с увеличением степени загрязнения водоема. При равенстве всех частных оценок единице комплексный показатель также равен единице. Если же некоторые частные оценки меньше, а остальные равны единице, то комплексный показатель не вычисляется, а принимается равным единице. Таким образом, благоприятному состоянию водоемов всегда будет соответствовать значение комплексного показателя равного единице.

По формулам (1), (2) могут быть найдены частные оценки всех показателей качества воды, кроме "коли-индекса", значения которого представляются числами более высокого порядка, чем значения остальных показателей. В этом случае частная оценка "коли-индекса" не сопоставима с частными оценками других показателей. Поэтому предлагается вместо фактического значения "коли-индекса" и его норматива использовать их логарифмы. Оценку качества воды водных объектов проводят на всех стадиях плано-проектных работ, каждой из которых соответствует определенный уровень проработки изучаемого явления. Например, на стадии планирования освоения и развития территорий, с целью разработки крупномасштабных природоохранных мероприятий, важна обобщенная оценка качества воды. На стадии схем и проектов районной планировки, с целью определения оптимальной структуры территориально-производственных комплексов, необходима оценка качества отдельных свойств и составов воды. На стадии детальной планировки районов города для рационального размещения промышленных объектов необходима оценка качества воды по отдельным ее элементам.

Поэтому в соответствии с целями исследований предлагаются критерии нескольких уровней общности. Например, на рис. 1 выделено четыре структурных уровня системы "качества воды", каждому из которых соответствуют свои показатели.

Для получения комплексных показателей различных уровней общности может быть использована формула (3). В табл. 1 приведен расчет частных и комплексных показателей оценки качества воды различных уровней для одного створа по тринадцати исходным показателям. Комплексный показатель IV уровня может быть найден по частным или комплексным оценкам любого более низкого уровня. Результат во всех случаях одинаков. Предлагаемая методика оценки качества воды особенно эффективна в сочетании с картографическим методом исследования, т.е. при наглядном пространственно определенном отображении исследуемых явлений на карте. При этом могут быть составлены карты разных типов в соответствии с разными уровнями общности комплексного показателя. Например, на самом нижнем уровне может быть составлена аналитическая карта с детальной характеристикой качества воды по частным оценкам поэлементного состава и свойств воды. На втором уровне может быть составлена синтетическая карта с обобщенной характеристикой качества воды по нескольким комплексным показателям химического и минерального составов, органолептических и химических свойств. На более высоких уровнях степень обобщения показателя возрастает.

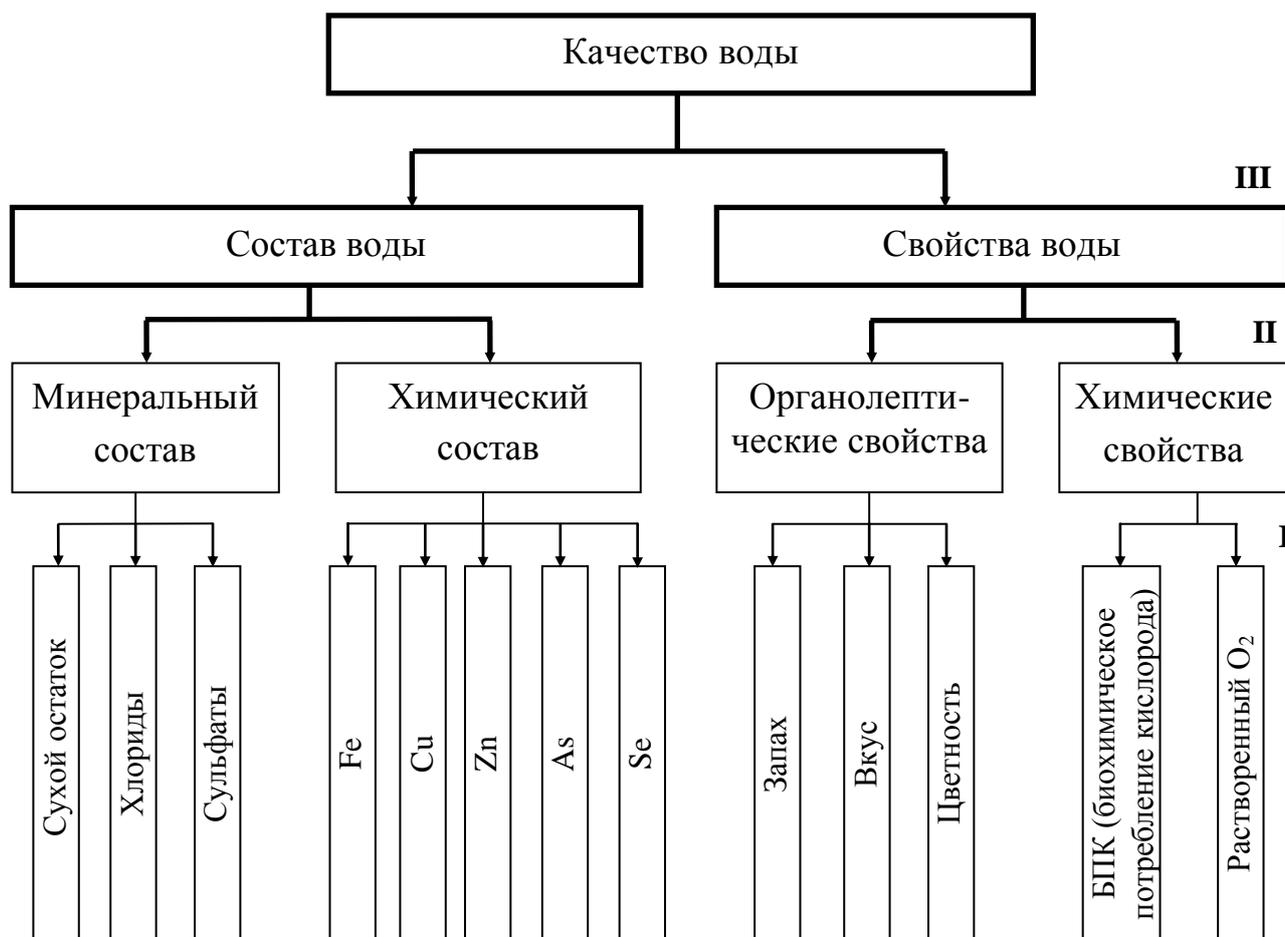


Рис. 1. Структурная модель явления "Качество воды"

На рис. 2 приведены примеры отображения частных и комплексных показателей качества воды. В первом случае - качество воды характеризуется частными показателями качества воды, отображенных с помощью локализованной столбиковой и векторной диаграмм. Горизонтальная черта в столбиковой диаграмме и круг векторной диаграммы передают нормативное значение показателей. На втором рисунке качество воды характеризуется комплексными показателями химического и минерального составов, органолептическими и химическими свойствами. Третий рисунок содержит два комплексных показателя - состава и свойств воды по отдельности. Четвертый рисунок отображает качество воды в виде одного комплексного показателя. В последних трёх случаях для отображения комплексных показателей качества воды используется локализованная столбиковая диаграмма. Их значения переданы высотой столбцов. Во всех случаях горизонтальная черта через столбцы передает нормативное значение качества воды, которому соответствует значение комплексного показателя, равное единице.

Таблица 1

Пример расчета частных и комплексных оценок качества воды водных объектов

Состав и свойства воды	Минеральный состав			Химический состав					Органолептические свойства			Химические свойства	
	Сульфаты	Хлориды	Сухой остаток	Fe	Cu	Zn	As	Se	запах	вкус	цветность	БПК	растворенный O ₂
Нормативы <i>Ci</i>	500 мг/л	350 мг/л	1000 мг/л	0,3 мг/л	1,0 мг/л	5,0 мг/л	0,05 мг/л	0,001 мг/л	2 балла	2 балла	20 град	3,0 мг × экв/дм	4,0
Фактические значения <i>Fi</i>	200 мг/л	700 мг/л	2000 мг/л	4,6 мг/л	0,2 мг/л	3,0 мг/л	0,02 мг/л	0,005 мг/л	4 балла	3 балла	40 град	6,0 мг × экв/дм	3,0
Частные поэлементные оценки <i>Ki</i>	0,4	2,0	2,0	15,3	0,2	0,6	0,4	5,0	2,0	1,5	2,0	2,0	1,3
Комплексный показатель II уровня <i>Ki</i>	2,0			11,6					1,9			1,7	
Комплексный показатель III уровня <i>Ki</i>	9,4								1,8				
Комплексный показатель IV уровня <i>Ki</i>	5,6												

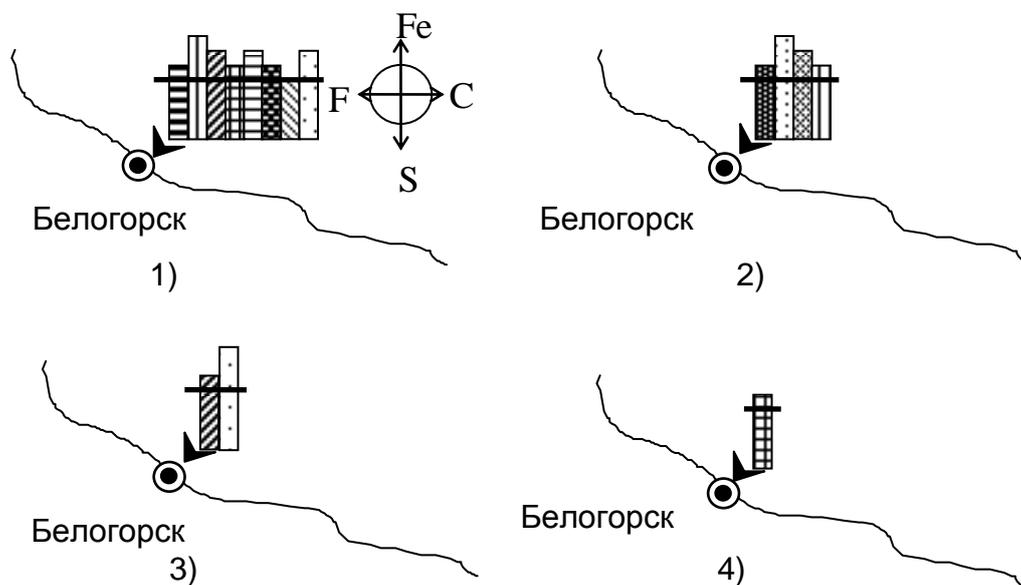


Рис. 2. Отображение частных и комплексных показателей качества воды

Из приведенных примеров отображения комплексных показателей видно, что с увеличением степени обобщения показателей способ отображения упрощается. Использование комплексных показателей и соответствующих им способов отображения позволяет на карте наглядно увидеть в целом динамику качества воды во времени и пространстве, определить уровень загрязнения водоемов. Сопоставление их между собой помогает найти рациональное решение по размещению промышленных объектов и населенных пунктов, определить эф-

фективность водоохранных мероприятий, обосновать гигиенический прогноз условий водопользования и т. д. Предложенная методика комплексной оценки качества воды проста в работе, универсальна, эффективна при картографировании [1]. Ее преимущества по сравнению с другими [2] состоят в следующем:

1. В зависимости от целей исследования предлагаемая методика позволяет проводить оценку качества воды различных уровней общности.

2. Модель (формула) для расчета оценки качества воды разных уровней одна и та же.

3. Принцип построения модели (3) обеспечивает большую чувствительность оценки явления в целом и с учетом больших отклонений показателей качества воды от норм в частности.

4. Величина оценки качества воды колеблется от единицы и более. Она сразу дает оценку качества воды относительно ее нормативного состояния. В используемых методиках оценка изменяется от нуля и возникает необходимость ее перевода в относительную меру или процент.

5. Приведение к безразмерному виду показателей выполняется только с помощью одного действия.

6. Предложен подход к нахождению частных оценок показателей "коли - индекса" и "диссоциации ионов водорода".

7. Сочетание комплексной оценки качества воды с картографическим методом обеспечивает наглядность и обзорность исследуемого явления в пространстве и времени.

Перечисленные преимущества позволяют рекомендовать эту методику оценки для разных уровней качества воды водных объектов в зависимости от целей научных и практических исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ромашова Л.А. Комплексная оценка качества воды водных объектов // Изв.вузов. Строительство и архитектура. – 1987. – № 11. – С. 96–100.

2. Обобщенный показатель для оценки загрязненности водных объектов / В.Р. Лозанский, В.П. Белогуров, С.А. Песина и др. // Оценка и классификация качества поверхностных вод для водопользования. – М., 1979. – С. 24–26.

3. Ромашова Л.А. Использование элементов системного подхода при создании гигиенических карт / Картографическое обеспечение развития народного хозяйства. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1988. - С. 42–46.

4. Гаврилов Ю.В., Николаева О.Н., Ромашова Л.А. Об опыте и результатах системного картографирования экологической ситуации Новосибирска // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 55–61.

5. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации ИСА ГИС / С.С. Дыщлюк, О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова, С.А. Сухокурова // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 49–54.

© Л.А. Ромашова, 2013