

Тиленова Д.К.

О МЕТОДИКАХ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

D.K. Tilenova

ABOUT METHODS OF SURFACE WATERS QUALITY ASSESSMENT ON HYDRO-
CHEMICAL INDEXES

УДК: 551.482.214.(575.2).

В статье рассмотрены методики комплексной оценки качества поверхностных вод и возможность использования их для оценки качества воды рек Кыргызстана.

Ключевые слова: качество, индекс, загрязненность, классы, вода.

Integrated evaluation methods for surface water quality assessment and possibility to use the methods for evaluation of river water quality in Kyrgyzstan are considered in the article.

Key words: quality, index, classes, water.

Кыргызская Республика располагает значительными запасами водных ресурсов в Центральной Азии, общие водные ресурсы составляют 2458 км³ (в средний по водности год) из них 47,23 км³ составляет речной (поверхностный) сток [10]. Одними из основных гидрохимических показателей качества природных вод являются ионно-солевой состав и органические вещества, в целом химический состав природных вод является основой для различных систем классификации [1]. Важной задачей экологического нормирования является оценка класса качества поверхностных вод по всему комплексу информативных показателей, к тому же сегодня эта проблема обусловлена многокомпонентностью загрязнения окружающей среды, т.к. основным загрязняющим фактором становится не сверхнормативная концентрация традиционных химических загрязняющих веществ, а сложное сочетание синтезированных бытовых загрязнителей (моющих средств, добавок и др.) [22]. Существующие методы комплексной оценки загрязненности поверхностных вод разделены на две группы: 1) методы, основанные на оценке качества воды по совокупности гидрохимических, гидрофизических, гидробиологических, микробиологических показателей; 2) методы, основанные на расчете комплексных индексов загрязненности воды. Рассмотрению методов второй группы посвящена данная работа. Следует отметить, что методы классификации качества воды, основанные на расчете комплексных показателей получили развитие позже, чем методы первой группы [27]. В 1962 году в СССР А.А. Былинкиной с соавторами [3] была предложена классификация поверхностных

вод, основанная на химических, бактериологических, гидробиологических и физических показателях свойства воды и она была наиболее совершенной разработкой в этом направлении, заложившей основы широко распространенной шести балльной шкалы классификации водоемов. В 1970-х годах в СССР появляются следующие методики расчета комплексных показателей загрязненности воды: Ж.П. Амбразене [2] была предложена классификация воды по набору микробиологических показателей и небольшому количеству гидробиологических и гидрохимических показателей; коэффициент загрязненности В.П. Белогурова с соавторами [4]; общесанитарный индекс В.И. Гурария и А.С. Шайна [6-7]; А.В. Караушевым, Б.Г. Скакальским [21] разработана система интегральных показателей, учитывающих пространственные и временные изменения качества воды; В.Н. Жукинский с соавторами [16-18] предложили систему комплексной оценки качества поверхностных вод построенную на экосистемном принципе. А в зарубежной практике такая классификация была введена Королевской комиссией по сточным водам Великобритании еще в 1912 году с преимущественным использованием химических показателей [8]. В своей работе Клод Бойд (Claude E. Boyd) [33] классифицируя по качеству речные воды рекомендует использовать 9 показателей¹. Национальным фондом санитарии (National Sanitation Foundation) США был предложен индекс качества воды WQI (Water Quality Index), также основанный на 9 показателях². В 1980-е годы в СССР с развитием промышленного производства и расширением масштабов воздействия на окружающую среду (ОС) проблема качества воды была наиболее актуальной и получила всестороннее изучение. Так в 1986 году были утверждены «Временные методические указания... [5] согласно этого документа для определения качества воды рекомендуется использовать гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ) который стал наиболее распространенным показателем определения качества поверхностных

¹ кислород, рН, БПК₅, взвешенные вещества, температура воды, вкус, запах, цветность воды, наличие токсикантов.

² растворенный кислород, коли-индекс, рН, БПК₅, нитраты, фосфаты, температура, мутность, взвешенные вещества.

вод. О повышении индикативности ИЗВ, как показателя качества воды указывает в своей работе З.Г.Голд [9]с соавторами, где они предлагают включить все (а не 6 ингредиентов, как в ИЗВ) ингредиенты химического состава конкретной пробы воды. В2008 году А.П. Станкевичем, Е.П. Богодаж [30] предложен новый подход к оценке качества речных вод – пятиклассная система классификации с использованием эталонных показателей. Основные принципы систем классификации речных вод для стран Европейского Союза (ЕС) основаны на положении Водной рамочной директивы (ВРД). Директива ЕС (2000/60/ЕС) предлагает определять экологическое состояние водных бассейнов на основе экологического состояния рек и различает пять классов качества вод (с определенным цветовым кодом для каждого)³.

В целях единой критериальной основы водоохраны и обеспечения экологического благополучия водных объектов в Кыргызстане используется только один интегральный показатель для оценки качества воды и водных объектов гидрохимический индекс загрязненности воды - ИЗВ(1988). Индекс загрязненности воды (ИЗВ) - для расчета ИЗВ показатели выбираются независимо от лимитирующего признака вредности, однако при равенстве приведенных концентраций предпочтение отдается веществам, имеющим санитарно-токсикологический признак вредности (как правило, такие вещества обладают относительно большей токсичностью). ИЗВ представляет собой среднюю долю превышения ПДК по 6 ингредиентам, чаще всего превышающим ПДК, при этом принадлежность веществ к той или иной группе ЛПВ не учитывается. Результаты гидрохимических анализов по множеству показателей дают возможность определять классы качества воды в виде интегральной характеристики загрязненности поверхностных вод. Классы качества определяются по индексу загрязненности воды (ИЗВ), которая рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды по формуле:

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{c_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

где: c_i – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений (при гидрохимическом мониторинге это среднее значение за год), $ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества. В зависимости от

величины ИЗВ участки рек подразделяют на классы табл.1.

Таблица 1

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды [26]

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
очень чистые	до 0,2	I
чистые	0,2–1,0	II
умеренно загрязненные	1,0–2,0	III
загрязненные	2,0–4,0	IV
грязные	4,0–6,0	V
очень грязные	6,0–10,0	VI
чрезвычайно грязные	>10,0	VII

Одной из сложных задач при разработке комплексных показателей загрязненности (качества) воды по-прежнему, остается определение учитываемых при этом ингредиентов[31]. Основным недостатком ИЗВ является то, что не учитываются микробиологические показатели, которые часто являются решающими при оценке пригодности воды для пользования.

Интересен опыт применения различных модификаций ИЗВ в российской практике, так в середине 90-х г.г. А.П. Шлычковым, Г.Н. Ждановой и О.Г. Яковлевой [32]для оценки степени загрязнения поверхностных вод был предложен индекс загрязненности воды с учетом водности (ИЗВ*). Расчет ИЗВ с учетом коэффициента водности - **ИЗВ*** - производится по следующей формуле:

$$ИЗВ_* = ИЗВ \cdot K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{c_i \cdot Q_{факт}}{ПДК_i \cdot Q_{ср.мн.}} \quad (2)$$

Числитель в данной формуле представляет собой наблюдаемый сток ингредиентов, вносящих основной вклад в загрязнение, а знаменатель – его предельно допустимый сток в средний по водности год. Следовательно, этот показатель характеризует кратность превышения нормативного стока основных загрязняющих веществ. Он является усовершенствованным ИЗВ, более полно раскрывая ситуацию в разные по водности сезоны.

Более сложные поправки к методике вычисления ИЗВ индекса загрязнения воды Института географии РАН (ИЗВИГ) предлагают А.В.Игнатов, В.В.Кравченко и В.Н.Федоров[19-20].Вычисляется он путем следующих действий: по каждому

³ синий-«отличное»; зеленый –«хорошее»; желтый – «умеренное», оранжевый – «неудовлетворительное»; красный-«плохое».

контрольному посту определяются среднегодовые значения концентраций измеряемых ингредиентов $C_i \rightarrow$ эти значения делятся на соответствующие $ПДК_i \rightarrow$ полученное множество среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, выраженных в долях ПДК, ранжируется в порядке убывания, причем кислород и БПК₅ независимо от значений, помещаются в начало ряда под номерами 1 и 2 \rightarrow для каждого вещества вычисляется весовой коэффициент по формуле $k_i = K(C_i/ПДК_i) \rightarrow$ весовые коэффициенты растворенного кислорода и БПК₅ приравниваются к весовому коэффициенту вещества, стоящего под третьим номером в ряду, т.е. $k_1 = k_2 = k_3$. Чтобы избежать нарушения монотонности по концентрациям, авторы рекомендуют нормировать на единицу весовые коэффициенты не менее чем половины членов ранжированного ряда. Таким образом, индекс загрязнения воды (ИЗВИГ), удовлетворяющий требованиям монотонности, будет вычисляться по формуле:

$$ИЗВИГ = \left(\sum_{i=1}^{n/2-1} \frac{C_i}{ПДК_i} \right)^{-1} * \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right)^2 \quad (3)$$

По мнению автора [8] важным является то, что данный индекс, кроме требования монотонности концентраций (повышение концентрации в воде любого вещества должно приводить к увеличению значения индекса соответствует следующим важным требованиям), выдвигаемым авторами метода: **стандартизованность** (т.к. ИЗВИГ ориентирован на использовании любых материалов измерений, для которых определены ПДК или другая норма), **робастность**⁴ (поскольку индекс устойчив по отношению к использованию материалов различной пробности и точности, при его расчетах применяются операции осреднения и суммирования данных); **покомпонентная чувствительность** (в связи с тем, что способ оценки весовых коэффициентов обеспечивает достаточную чувствительность индекса к изменению качества воды при ее загрязнении даже одним ингредиентом).

В 2002 году, в РФ вводится в действие документ РД 52.24.643-2002 [29], где для информации о химическом составе вод предложен метод расчета комбинаторного индекса загрязненности воды (КИЗВ) и удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ).

Методика расчета данных показателей, также как и ИЗВ, разрабатывалась Гидрохимическим

институтом (ГХИ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Поскольку расчет данных показателей качества воды в отличие от ИЗВ включает кроме определения кратности превышения ПДК еще и определение повторяемости случаев превышения нормативных значений, то КИЗВ и УКИЗВ, на сегодняшний день им отдается предпочтение как показателям, более точно отражающим ситуацию с качеством воды.

Комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ)⁵ - измененный, по сравнению с ИЗВ метод интегральной оценки качества воды, по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения. КИЗВ – относительный комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод, который условно оценивает загрязненность воды комплексом загрязняющих веществ, относительно учитывает различные комбинации концентраций загрязняющих веществ при их одновременном присутствии. Обязательным условием метода является наличие для этих ингредиентов предельно допустимых концентраций (или любых других нормативных значений). В этом методе для каждого ингредиента на основе фактических значений ПДК рассчитывают баллы кратности превышения $ПДК_{вр} - K_i$, повторяемости случаев превышения H_i , а также общий оценочный балл – B_i :

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i} \quad (4)$$

$$H_i = \frac{N_{ПДК_i}}{N_i} \quad (5)$$

$$B_i = K_i \cdot H_i \quad (6)$$

где: C_i – концентрация в воде i -го ингредиента; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация – i -го ингредиента для водоемов рыбохозяйственного назначения; $N_{ПДК_i}$ – число случаев превышения ПДК по i -му ингредиенту; N_i – общее число измерений i -го Ингредиента, для которых величина общего оценочного балла больше или равна единицы, выделяются как лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ). По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается класс загрязненности воды табл.2.

⁴качество, присущее статистическим тестам, продолжающим эффективно действовать в контексте вероятности, несмотря на то, что предпосылки, на которых они были основаны, оказались несостоятельными.

⁵в некоторых источниках КИЗ

Таблица 2.

Классификация загрязненности воды водных объектов [29]

Значение комбинаторного индекса загрязненности воды (КИЗВ)	Класс загрязненности воды				
	1	2	3	4	5
При отсутствии ЛПЗ	1	1-2	2,1-4	4,1-10	10
1 ЛПЗ	0,9	0,9-1,8	1,9-3,6	3,7-9,0	9,0
2 ЛПЗ	0,8	0,8-1,6	1,7-3,2	3,3-8,0	8,0
3 ЛПЗ	0,7	0,7-1,4	1,5-2,8	2,9-7,0	7,0
4 ЛПЗ	0,6	0,6-1,2	1,3-2,4	2,5-6,0	6,0
5 ЛПЗ	0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,0

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ)⁶ с 2005 г. в соответствии с РД 52.24.643-2002 г. «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» введен расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ)[29]. Он является наиболее информативным индексом, учитывающим те случаи, когда вода очень сильно загрязнена одним или несколькими загрязняющими веществами, но имеет удовлетворительные характеристики по всем

остальным показателям. УКИЗВ представляет собой долю индекса КИЗВ, приходящуюся на один учитываемый ингредиент. Достоинствами данного метода является сочетание дифференцированного и комплексного подходов к оценке качества воды. УКИЗВ это условная безразмерная величина, показывающая долю загрязняющего эффекта, вносимого каждым из критических показателей загрязненности воды. В расчете величины УКИЗВ используют такие характеристики как: уровень загрязненности (средняя кратность превышения ПДК по каждому из учтенных ингредиентов); частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК, по каждому из учтенных ингредиентов; число учтенных в расчете УКИЗВ ингредиентов. Значение УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большему значению индекса соответствует худшее качество воды в различных створах, пунктах и т.д. Классификация качества воды по степени загрязненности осуществляется с учетом числа критических показателей загрязненности (КПЗ) и повторяемости случаев превышения ПДК. Значение КПЗ отражает устойчивую либо характерную загрязненность высокого (ВЗ) или экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ). Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ с учетом числа КПЗ, позволяет разделить поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности. 3-й и 4-й классы для более детальной оценки качества воды разбиты соответственно на 2 (а,б) и 4 (а,б,в,г) разряда табл. 3.

Таблица 3.

Категории качества поверхностных вод[29]

Класс и разряд	Характеристика состояния загрязненности воды	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды					
		без учета числа КПЗ	в зависимости от числа учитываемых КПЗ				
			1	2	3	4	5
1-й	условно чистая	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2-й	слабо загрязненная	1 - 2	0,9 - 1,8	0,8 - 1,6	0,7 - 1,4	0,6 - 1,2	0,5 - 1,0
3-й	загрязненная	2 - 4	1,8 - 3,6	1,6 - 3,2	1,4 - 2,8	1,2 - 2,4	1,0 - 2,0
разряд «а»	загрязненная	2 - 3	1,8 - 2,7	1,6 - 2,4	1,4 - 2,1	1,2 - 1,8	1,0 - 1,5
разряд «б»	очень загрязненная	3 - 4	2,7 - 3,6	2,4 - 3,2	2,1 - 2,8	1,8 - 2,4	1,5 - 2,0
4-й	грязная	4 - 11	3,6 - 9,9	3,2 - 8,8	2,8 - 7,7	2,4 - 6,6	2,0 - 5,5
разряд «а»	грязная	4 - 6	3,6 - 5,4	3,2 - 4,8	2,8 - 4,2	2,4 - 3,6	2,0 - 3,0
разряд «б»	грязная	6 - 8	5,4 - 7,2	4,8 - 6,4	4,2 - 5,6	3,6 - 4,8	3,0 - 4,0
разряд «в»	очень грязная	8 - 10	7,2 - 9,0	6,4 - 8,0	5,6 - 7,0	4,8 - 6,0	4,0 - 5,0
разряд «г»	очень грязная	8 - 11	9,0 - 9,9	8,0 - 8,8	7,0 - 7,7	6,0 - 6,6	5,0 - 5,5
5-й	экстремально грязная	11 и более	9,9 и более	8,8 и более	7,7 и более	6,6 и более	5,5 и более

⁶ некоторых источниках УКИЗ

УКИЗВ условно оценивает в виде безразмерного числа долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ, в среднем одним из учтенных при расчете комбинаторного индекса ингредиентов и показателей качества воды.

Показатель химического загрязнения воды (ПХЗ-10) – в 1992 г. этот показатель был предложен методикой Министерства природных ресурсов РФ «Критерии оценки экологической обстановки...» [24], где для характеристики загрязнения поверхностных вод используется суммарный показатель химического загрязнения вод ПХЗ-10. Он используется в качестве разновидности ИЗВ при определении ПХЗ-10 учитывается 10 показателей вместо 6. Суммарный показатель химического загрязнения вод, названный авторами [24] "формализованным", рассчитывается по десяти соединениям, максимально превышающим ПДК с использованием формулы суммирования воздействий. Расчет производится на основе десяти соединений, максимально превышающим ПДК, по следующей формуле:

$$ПХЗ-10 = (C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + \dots + C_{10}/ПДК_{10}) \quad (7)$$

где, ПДК_i – рыбохозяйственные нормативы; C_i – концентрация химических веществ в воде. Для расчета ПХЗ-10 рекомендуется проводить анализ воды по максимально возможному числу показателей. При определении ПХЗ-10 для химических веществ, по которым «относительно удовлетворительный» уровень загрязнения вод определяется как их «отсутствие», отношение C_i/ПДК_i условно принимается равным 1. Для установления ПХЗ-10 рекомендуется проводить анализ воды по максимально возможному числу показателей. При этом ПХЗ-10 рассчитывается отдельно для вещества 1-2-го и 3-4-го классов опасности. Полученное значение ПХЗ-10 загрязненности вод соответствует тому или иному параметру состояния окружающей среды табл.4.

Таблица 4.

Критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод [24]

Основные показатели	ПАРАМЕТРЫ		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
ПХЗ-10			
1-2-й класс опасности	более 80	35-80	1
3-4-й класс опасности	более 500	500	10

Однако В.К. Шитиков с соавторами в своей работе [31], описывая данный показатель отмечает, что ПХЗ-10 рассчитывается только при выявлении зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Кроме того они обращают внимание на нелогичность, т.е. для того чтобы получить право рассчитать ПХЗ-10, нужно иметь мнение о чрезвычайной ситуации, а для того чтобы удостовериться в этой чрезвычайности, нужно рассчитать ПХЗ-10.

Метод классификации вод по В.П. Емельяновой. В.П. Емельянова с соавторами [11-12] предлагают вообще обойтись без вычисления баллов по отдельным показателям. Комплексная оценка загрязнения воды ими определяется как относительное число показателей, превышающих тот или иной уровень концентрации: ПДК, 10•ПДК, 30•ПДК и т. д. Градация качества воды водных объектов состоит из 4-х классов: I) слабо загрязненная, II) загрязненная, III) грязная, IV) очень грязная. Предложенный метод обобщения сразу избавляет от всех проблем, связанных с расчетом балльных оценок, правда при этом не учитывается различие биологического воздействия веществ. В целом же методика очень проста и может оказаться эффективной. Методика В.П. Емельяновой с соавторами разработана касательно условий и результатов мониторинга качества воды. Для установления меры устойчивой загрязненности определяют повторяемость случаев превышения ПДК конкретным веществом. Этот показатель рассчитывается отношением числа случаев превышения ПДК к общему числу отобранных проб. Однако, для адекватного определения качества воды необходимо учитывать комплексное влияние всех вышеприведенных факторов, т.е. проведение обобщающей оценки.

Исследованию методик оценки качества природных вод обращались многие авторы [13-15;23;25;28] они отмечают, что основная цель этих методов- дать по гидрохимическим показателям обоснованную статистическую информацию об уровне загрязненности поверхностных вод. Метод расчета комплексных показателей дает возможность формализовать процессы анализа, обобщения, оценки аналитической информации о химическом составе воды и трансформировать ее в относительные показатели, комплексно оценивающие степень загрязненности и качество воды водных объектов.

Выводы:

- информация, основанная на оценках качества воды по отдельным свойствам, является недостаточно исчерпывающей и для расширения данной информации необходимыми являются комплексные

оценки загрязнённости вод, интегрирующих всю необходимую совокупность признаков, характеризующих качественное состояние водных объектов, такие оценки более точно учитывают эффект совместного присутствия разных химических веществ и влияние многих других факторов на качество воды рек;

- проблема техногенных преобразований гидрохимических показателей остается дискуссионной и актуальной с позиции принятия санитарно-гигиенических критериев качества вод, актуальность таких задач определяется тем, что они непосредственно связаны с фундаментальными характеристиками химического состава (класс, группа, тип);

- для решения вопросов управления качеством вод водного бассейна необходимой является разработка прогноза его экологического состояния на основе объективных методов оценки качества воды и прилежащих территорий, подвергающихся воздействию повышенной техногенной нагрузки;

- действующие в настоящее время системы квалификации отражают только суммарные характеристики по определенному количеству параметров. На сегодня следует рассматривать эти системы с экологических позиций.

Литература:

- Алекин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод // Вопросы геохимии. 1946. С.14-35.
- Амбразене Ж.П. Классифицирование речных вод по степени загрязненности на основе микробиологических показателей. – Водные ресурсы, 1974. №5. - С.102-110.
- Былинкина А.А., Драчев С.М., Ицкова А.И. О приемах графического изображения аналитических данных о состоянии водоема // Материалы 16-го совещания гидрохим. инст-та АН СССР – Новочеркасск: АН СССР. 1962. - С.8-15.
- Белогуров В.П., Лозанский В.Р., Песина С.А. Применение обобщенных показателей для оценки загрязненности водных объектов // Комплексные оценки качества поверхностных вод, Л.: 1984.-с. 33-43.
- Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986г. № 250-1163 – М.:1986.-5С.
- Гурарий В.И., Шайн А.С. Индекс качества воды. – В кн.: Проблемы охраны вод. Харьков. 1973. вып.4. С.105-114.
- Гурарий В.И., Шайн А.С. Комплексная оценка качества воды // Проблемы охраны вод. Харьков, 1975, вып. 6 С.143-150.
- Гагарина О.В. Анализ временной динамики и пространственной изменчивости качества поверхностных вод Удмуртии. Автореф. дисс. канд. геогр. наук: 25.00.36. Ижевск. 2007. С.5-10.
- ГолдЗ. Г. Оценка качества вод по химическим и биологическим показателям: пример классификации показателей для водной системы руч. Черемушный-Енисей // Водные ресурсы. – 2003. – Т. 30. – №3. – С. 3.
- Джайлобаев А.Ш., Неронова Т.Ц., Николаенко А.Ю., Миррашимов И.Х. Стандарты и нормы качества вод в КР. Алматы: ОО OST-XXI век, 2009 - 48С.
- Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Зенин А.А. Метод комплексной оценки загрязнения воды // Оценка и классификация качества поверхностных вод для водопользования.- Харьков. 1979.-С.126-128.
- Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Родзиллер И.Д.Способ обобщения показателей для оценки качества поверхностных вод // Гидрохим. материалы. 1980. Т.77.С.88-96.
- Емельянова В.П. Обзор методов оценки качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Гидрохимические материалы. М. Т. 81. 1982. С. 121-131
- Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям // Гидрохимические материалы - 1983 - Т.88. - С.119-120.
- Емельянова В.П. Методология и методы комплексной оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Автореф. дисс. канд. геогр. наук: 25.00.27. Ростов-на-Дону. 2006. С.18-19.
- Жукинский В.Н., Окснюк О.П., Олейник Г.Н., Кошелева С.И. Проект системы комплексной оценки качества поверхностных вод // Водные ресурсы. №3. 1978. С.83-93.
- Жукинский В.Н., Окснюк О.Н., Олейник Г.Н. Кошелева С.И. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. Т.17. № 2. 1981. С.38-49.
- Жукинский В.Н., Окснюк О.Н. Методологические основы экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал, 1983, т. 19, № 2. - С.59-67.
- Игнатов А.В., Кравченко В.В., Федоров В.Н. Индексы и классификация качества воды при определении дифференцированной платы за водопользование // География и природные ресурсы. №2. 2002. С. 127-132.
- Игнатов А.В., Кравченко В.В. Информационное моделирование загрязнения водных объектов // География и природные ресурсы. N 1. 2008. С. 144-150.
- Караушев А.В., Скакальский Б.Г., Шварцман А.Я., Фаустова Л.И. Оценка загрязненности водных объектов по интегральным показателям. – Материалы V Всесоюзного научного симпозиума по современным самочищению и регулированию качества воды. IV секция. ч.1. Таллин. 1975. С.97-107.
- Коновалова В.А. Нормирование качества окружающей среды: Учебное пособие. - М.: РГУИТП, 2011. 158 С.
- Кичигин В. И., Палагин Е.Д. Комплексная оценка качества природных вод // ВСТ. – 2005. – №7. – с.11.
- Рыбальский Н.Г., Кузьмич В.Н., Морозов Н.П. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия: методика Министерства природных ресурсов РФ от 30.11.1992.

25. Лозанский В.Р. Проблема комплексных оценок качества поверхностных вод и пути ее решения // Комплексные оценки качества поверхностных вод. Л.: Гидрометеоздат. 1984. С. 6-14.
26. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. / Госкомитет СССР по гидрометеорологии. - Москва, 1988.
27. Никаноров А. М., Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. – Т. 32. №1.2005. С.61-69..
28. Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества вод: Гидрохим. ин-т. - СПб.: Гидрометеоздат, 2005. 575С.
29. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.
30. Станкевич А.П., Е.П. Богодяж. Классификация качества речных вод с использованием эталонных показателей. Отчет ЦНИИ комплексного использования водных ресурсов. Минск.2008.- 83С.
31. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003.- 463 с.
32. Шлычков А.П., Яковлева О.Г., Жданова Г.Н. Особенности анализа качества природных вод./ Экоаналитика 96. Тезисы докладов всероссийской конференции. Краснодар.1996. С.70-71.
33. Claude E. Boyd. Water Quality an introduction. Springer.2000. p.330.

Рецензент: д.геогр.н., профессор Эргешов А.А.