

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 574:550.42:662.511:556.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОД

© 2021 г. А. И. Гавришин*

Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт)
им. М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, Новочеркасск, 346428 Россия

*E-mail: agavrishin@rambler.ru

Поступила в редакцию 04.12.2020 г.

После доработки 20.01.2021 г.

Принята к публикации 21.01.2021 г.

Цель исследований — охарактеризовать эффективность двух наиболее популярных методов оценки степени загрязнения вод, выявить их достоинства и недостатки при решении задач охраны окружающей среды. Сравнение выполнено для двух способов: “Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям” (МКОЗ) и “Оценка качества химического состава вод по суммарному показателю загрязнения” (СПЗ). Эффективность методов показана на примере химического состава вод р. Кадамовка (Восточный Донбасс) выше, в месте и ниже сброса шахтных вод (СШВ) ш. Глубокая по 21 лимитируемому показателю. По методу МКОЗ относительно требований к ПДК для вод рыбохозяйственного водопользования вода реки классифицирована, как экстремально грязная (5 класс в месте СШВ) и очень грязная (4 класс, разряд “г” выше и ниже СШВ). По методу СПЗ и требованиям к питьевым водам ситуация оценена с экологических позиций как “кризис”, по требованиям к рыбохозяйственным водам — как “бедствие”. Сравнение качества вод по СПЗ в соответствии с требованиями России, США и Европейского Союза показало близкие результаты. Метод МКОЗ применим для оценки качества только поверхностных вод рыбохозяйственного назначения. Метод СПЗ применим для любых типов вод по набору любых компонентов загрязнения. Высказаны рекомендации о необходимости совершенствования очистных технологий и проведения реабилитационных мер.

Ключевые слова: загрязненность вод, суммарный показатель, рыбохозяйственные и питьевые воды, Восточный Донбасс

DOI: 10.31857/S086978092102003X

ВВЕДЕНИЕ

Существование жизни на Земле постоянно сопровождается поиском компромисса с окружающей средой. Мощное развитие социума привело к широкомасштабному изменению условий жизнеобитания на нашей планете под влиянием антропогенного фактора, который в ряде случаев превосходит природные факторы по силе и масштабам негативных последствий (образование озоновых дыр, кислотные осадки, опустынивание, подтопление территорий и многие другие). Анализ состояния природной среды нашей планеты и построение прогнозов развития цивилизации привели многих ученых к выводу о прогрессирующем ухудшении этого состояния вплоть до полной деградации биосферы и человечества [5, 6].

Широкое развитие получили процессы интенсивного загрязнения воздушной, водной и геологической сред под влиянием промышленности, сельского хозяйства, населенных пунктов, линейных и уникальных объектов. Масштабному загрязнению подвержены не только поверхност-

ные воды на суше, но эти негативные явления характерны также для атмосферных, подземных и техногенных вод [1–5, 7–11].

При решении проблем практического использования вод возникла необходимость изучения и оценки качества их химического состава. Существует множество ведомственных, национальных и международных требований к качеству вод. Прежде всего, это соответствие состава вод требованиям к водам питьевого¹ и рыбохозяйственного² водопользования. Однако существует множество важных требований к качеству вод, используемых при мелиорации, в качестве

¹ ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования // Гигиенические нормативы. Минздрав. РФ. Пост. № 78. М. 2003. 152 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862249>

² ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения // Гигиенические нормативы. М.: Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20. 5 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902199367>

бутилированных, в различных видах промышленности, сельского хозяйства и т.п. Вместе с тем проводится изучение большого количества различных свойств вод: радиоактивность, изотопный состав, агрессивность, цветность, вкус и другие. В любом случае возникает проблема оценки их качества.

Цель настоящих исследований — охарактеризовать эффективность двух наиболее популярных методов оценки степени загрязнения вод, выявить их достоинства и недостатки при решении задач охраны окружающей среды.

В настоящей работе автор главное внимание уделил двум способам оценки степени загрязнения вод: “Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям” — сокращенное название МКОЗ³, и “Оценка качества химического состава вод по суммарному показателю загрязнения” — сокращенное название СПЗ [1, 2, 7, 8].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристика эффективности выбранных двух методов оценки степени загрязнения вод МКОЗ и СПЗ выполнена на примере изучения химического состава вод р. Кадамовка, которая протекает в ЮВ части Восточного Донбасса (Ростовская область). Воды реки отобраны выше, ниже и в месте сброса шахтных вод (СШВ) шахты Глубокая, их химический состав приведен в табл. 1.

В качестве первого метода оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям использована интегральная оценка качества поверхностных вод по комплексу загрязняющих веществ, определяемых сетью Государственной службы наблюдений Росгидромета (см. сноску 3). Метод нашел применение в реальных работах как научных, так и практических, в том числе при обобщении данных Росгидромета.

Система относительных показателей включает два вида оценочных характеристик — покомпонентные и комплексные. Все оценочные показатели взаимосвязаны и дополняют друг друга. Основные из них:

- частные и обобщенные покомпонентные оценочные баллы ($S_{\alpha ij}$, $S_{\beta ij}$, S_{ij});
- комбинаторный индекс загрязненности воды — S и его удельное значение — S_j (УКИЗВ);
- критические параметры загрязненности (КПЗ);

³ РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям // Руководящий документ. Разработчики: В.П. Емельянова, Е.Е. Лобченко. Ростов-на-Дону: Гидрохимический институт Росгидромета. 2002. 47 с. URL: https://standartgost.ru/g/%D0%A0%D0%94_52.24.643-2002

— классификация степени загрязненности и качества воды.

Наиболее информативными являются УКИЗВ, КПЗ и классификация качества воды по степени загрязненности.

В качестве второго метода оценки загрязненности вод использована усовершенствованная методика оценки загрязненности, широко применяемая в геохимии и геоэкологии, по методу определения коэффициента концентрации и суммарного показателя загрязнения (СПЗ). Опыт применения указанного метода для оценки качества различных типов вод позволил рекомендовать ряд изменений в традиционную методику. Эти рекомендации частично опубликованы автором в России [1, 2] и за рубежом (в Англии [7] и Канаде [8]). Введены категории степени загрязненности воды и окружающей среды: норма, риск, кризис, бедствие и катастрофа (табл. 2). Для категории “норма” (концентрации загрязняющих компонентов ниже ПДК) значение суммарного показателя меньше 2; далее границы категорий установлены с кратностью 8: $2 \cdot 8 = 16$, $16 \cdot 8 = 128$ и т.д. (см. табл. 2).

Коэффициент концентрации i -го компонента рассчитывается по формуле:

$$K_{ic} = C_i / C_{\text{ПДК}},$$

где C_i — концентрация компонента, $C_{\text{ПДК}}$ — предельно допустимая или фоновая концентрация компонента.

Степень загрязнения окружающей среды по n компонентам оценивается по суммарному показателю загрязнения:

$$Z_c = \sum_i K_{ic} - (n - 1).$$

Компоненты состава вод включаются в название при содержании 20–25%-моль, располагаются в порядке возрастания.

КАЧЕСТВО ВОДЫ ПО МЕТОДУ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ

Для оценки качества воды р. Кадамовка в трех створах (выше, в месте и ниже поступления шахтных сточных вод) осуществлен расчет основных характеристик по указанной выше методике. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Устойчивая загрязненность вод характерна в отношении большинства компонентов, что подтверждается наибольшими значениями оценочных баллов по их повторяемости ($S_{\alpha} = 4$). Согласно этой классификации, загрязненность вод р. Кадамовки во всех створах определяется как “устойчивая”. Уровень же загрязненности воды этими ингредиентами различен. Так, для створа выше СШВ по SO_4 , Na, Mg, Fe, Be, Cu и Zn он яв-

Таблица 1. Химический состав вод р. Кадамовка, (мг/л)

Компонент	Воды р. Кадамовка					
	1000 м выше СШВ		в месте СШВ		500 м ниже СШВ	
Дата опробования	15.07.15	22.10.15	15.07.15	22.10.15	15.07.15	22.10.15
pH	8.03	7.78	7	7.93	7.69	8.06
SO ₄	2192	1597	2292	3095	2591	2995
Cl	263.8	269.8	288.5	381.0	412.1	404.8
Na	357.5	543.1	483	1352.0	630.5	1181.0
Mg	139.8	152.0	206.7	249.3	218.9	310.1
Fe	0.47	1.23	5.65	0.10	0.95	0.13
M	3896	3060	3964	5772	4852	5968
Al	0.62	0.62	1.16	0.07	1.3	0.07
Be	0.0027	0.0007	0.0037	0.0006	0.0012	0.0006
Cd	0.0003	0.0015	0.0001	0.0039	0.0005	0.0030
K	12.6	44.20	13.3	47.40	14.1	33.80
Co	0.002	0.029	0.039	0.001	0.001	0.001
Li	0.2	0.23	0.29	0.51	0.38	0.45
Cu	0.004	0.005	0.009	0.004	0.001	0.005
Mn	0.933	4.670	1.9	0.274	0.52	0.258
Ni	0.009	0.185	0.088	0.001	0.003	0.001
Pb	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Se	0.033	0.005	0.024	0.005	0.041	0.005
Sr	3.6	2.66	4.13	6.54	5.41	5.81
Cr	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001
Zn	0.018	0.089	0.0131	0.005	0.029	0.005

Примечание: М (минерализация) учтена в расчетах ее составляющих (SO₄, Na, K, Mg и др.) здесь и в таблицах 5–8.

ляется средним. Частный оценочный балл по кратности превышения для этих ингредиентов менее 3, а для Al, Li, Mn, Se он более высокий – до 4. Экстремально высокого уровня загрязненности по этим показателям не наблюдается.

Более высокие значения частного оценочного балла по кратности превышения ПДК_{р/х} наблюдаются в расчетах того же показателя в створах ниже сброса шахтных вод и, особенно, в створе сброса шахтных вод. В результате высокий уровень загрязненности характерен для основного количества ингредиентов. В створе – в месте СШВ – к ним относятся SO₄, Al, Li, Mn, Se, Fe, Be, Cu; а в створе – ниже СШВ – SO₄, Li, Mn, Se, Fe, Mg, что априори указывает на наиболее загрязненный участок реки в месте сброса шахтных вод (табл. 4).

Таким образом, степень загрязненности воды р. Кадамовки (см. табл. 4) оценивается как экстремально грязная – 5 класс (место СШВ), и

очень грязная – 4 класс, разряд “г” (выше и ниже СШВ).

КАЧЕСТВО ВОДЫ ПО СУММАРНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Расчет суммарного показателя загрязнения вод р. Кадамовка по российским и зарубежным нормативам (табл. 5) свидетельствует, что рос-

Таблица 2. Категории загрязнения вод и окружающей среды

Суммарный показатель	Категории загрязнения вод и окружающей среды
< 2	Норма (удовлетворительная)
≥ 2–16	Риск (напряженная)
≥ 16–128	Кризис (чрезвычайная)
≥ 128–1024	Бедствие
≥ 1024	Катастрофа

Таблица 3. Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды р. Кадамовки

Компонент	Выше СШВ			В месте СШВ			Ниже СШВ			ПДК _{р/х}
	Частный оценочный балл по:		Обобщенный оценочный балл	Частный оценочный балл по:		Обобщенный оценочный балл	Частный оценочный балл по:		Обобщенный оценочный балл	
	повторяемости, S_{α}	кратности превышения, S_{β}		повторяемости, S_{α}	кратности превышения, S_{β}		повторяемости, S_{α}	кратности превышения, S_{β}		
SO ₄	4.00	2.22	8.88	4.00	4.00	16.00	4.00	4.00	16.00	100
Cl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300
Na	4.00	2.03	8.12	4.00	2.32	9.28	4.00	2.32	9.28	120
Mg	4.00	2.21	8.84	4.00	2.46	9.84	4.00	2.83	11.32	40
Fe	4.00	2.81	11.24	4.00	4.00	16.00	4.00	3.02	12.08	0.1
M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000
Al	4.00	3.14	12.56	4.00	3.13	12.52	4.00	3.18	12.72	0.04
Be	4.00	2.81	11.24	4.00	3.02	12.08	4.00	2.31	9.24	0.0002
Cd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.005
K	4.00	1.14	4.56	4.00	1.21	4.84	4.00	0.96	3.84	50
Co	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
Li	4.00	3.12	12.48	4.00	3.42	13.68	4.00	3.44	13.76	0.03
Cu	4.00	2.31	9.24	4.00	2.56	10.24	4.00	2.13	8.52	0.001
Mn	4.00	4.00	16.00	4.00	4.00	16.00	4.00	3.72	14.88	0.01
Ni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
Pb	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.006
Se	4.00	3.23	12.92	4.00	3.11	12.44	4.00	3.33	13.32	0.002
Sr	4.00	1.56	6.24	4.00	2.08	8.32	4.00	2.10	8.40	2
Cr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05
Zn	4.00	2.42	9.68	—	—	—	2.95	2.11	6.22	0.01
Комбинаторный индекс загрязненности	132.00			141.24			139.58			
Удельный комбинаторный индекс, S_j	10.15			11.77			10.74			

Таблица 4. Классификация качества воды р. Кадамовка

Относительные показатели	Воды р. Кадамовка		
	выше СШВ	в месте СШВ	500 м ниже СШВ
1. Комбинаторный индекс загрязненности воды	132.00	141.24	139.58
2. Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды	10.15	11.77	10.74
3. Критические параметры загрязненности воды	8 (Fe, Al, Be, Li, Cu, Mn, Se, Zn)	10 (SO ₄ , Na, Mg, Fe, Al, Be, Li, Cu, Mn, Se)	9 (SO ₄ , Na, Mg, Fe, Al, Be, Li, Mn, Se)
4. Классификация качества воды по степени загрязненности	Очень грязная, 4 класс, разряд “г”	Экстремально грязная, 5 класс	Очень грязная, 4 класс, разряд “г”

Таблица 5. Сравнение состава вод р. Кадамовка с различными ПДК

Компонент	Воды р. Кадамовка, 1000 м выше СШВ	Значения коэффициента концентрации (K_{ic})			
Дата опробования	15.07.15	1	2	3	4
pH	8.03	0	0	0	0
SO ₄	2192	4.38	21.9	8.8	8.8
Cl	263.8	0.75	0.7	1.1	1.1
Na	357.5	1.78	3	1.78	1.78
Mg	139.8	2.8	3.5	2.8	2.8
Fe	0.47	1.57	4.7	1.57	2.35
M	3896	3.9	3.9	7.8	2.6
Al	0.62	3.1	15.5	3.1	3.1
Be	0.0027	13.5	13.5	0.7	0.7
Cd	0.0003	0.3	0.06	0.06	0.06
K	12.6	0.42	0.4	1	1
Co	0.002	0.02	0.2	0.02	0.02
Li	0.2	6.7	6.7	6.7	6.7
Cu	0.004	0.004	4	0.002	0.002
Mn	0.933	9.3	93	18.7	18.7
Ni	0.009	0.45	0.9	0.45	0.45
Pb	0.001	0.1	0.2	0.2	0.2
Se	0.033	3.3	16.5	0.66	3.3
Sr	3.6	0.51	1.8	0.51	0.51
Cr	0.001	0.02	0.02	0.02	0.02
Zn	0.018	0.018	1.8	0.004	0.004
Z_c		32.9	173	25	24

Примечание: 1 – для ПДК питьевых вод РФ; 2 – для ПДК рыбохозяйственных вод РФ; 3 – для ПДК по нормам “Агентства по охране окружающей среды США (US.EPA)””; 4 – для ПДК по “Директиве Европейского Союза по качеству питьевой воды, предназначенной для потребления человеком”.

сийские требования более жесткие по сравнению с нормами США и ЕС (увеличение суммарного показателя с 24–25 до 32.9); показатель для вод рыбохозяйственного назначения четко отражает более высокие требования к составу вод (показатель – 173).

Выполнен детальный анализ степени загрязнения вод р. Кадамовка выше, в месте и ниже СШВ по методу оценки суммарного показателя загрязнения [2, 7, 8]. В табл. 6 приведены результаты расчета коэффициентов концентрации и суммарного показателя загрязнения в 1000 м вы-

Таблица 6. Расчет суммарного показателя загрязнения вод р. Кадамовка выше СШВ

Компонент	Воды р. Кадамовка 1000 м выше СШВ	Значения K_{iC}		Воды р. Кадамовка 1000 м выше СШВ	Значения K_{iC}	
		1	2		3	4
Дата опробования	15.07.15			22.10.15		
pH	8.03	0	0	7.78	0	0
SO ₄	2192	4.38	21.9	1597	5.2	14
Cl	263.8	0.75	0.7	269.8	0.8	0.9
Na	357.5	1.78	3	543.1	2.7	4.5
Mg	139.8	2.8	3.5	152.0	3.0	3.8
Fe	0.47	1.57	4.7	1.23	4.1	12.3
M	3896	3.9	3.9	3060	3.1	3.1
Al	0.62	3.1	15.5	0.62	3.1	15.5
Be	0.0027	13.5	13.5	0.0007	3.5	3.5
Cd	0.0003	0.3	0.06	0.0015	1.5	0.3
K	12.6	0.42	0.4	44.20	1.5	1.5
Co	0.002	0.02	0.2	0.029	0.3	2.9
Li	0.2	6.7	6.7	0.23	7.7	7.7
Cu	0.004	0.004	4	0.005	0.005	5.0
Mn	0.933	9.3	93	4.670	46.7	467
Ni	0.009	0.45	0.9	0.185	9.4	18.5
Pb	0.001	0.1	0.2	0.001	0.1	0.2
Se	0.033	3.3	16.5	0.005	0.5	2.5
Sr	3.6	0.51	1.8	2.66	0.4	1.3
Cr	0.001	0.02	0.02	0.001	0.02	0.02
Zn	0.018	0.018	1.8	0.089	0.09	8.9
Z_c		32.9	173		73.7	573

Примечание: 1 и 3 – сравнение с ПДК вод питьевого водопользования; 2 и 4 – сравнение с ПДК вод рыбохозяйственного назначения.

ше сброса шахтных вод на две даты опробования. По величине суммарного показателя, рассчитанного по требованиям к питьевым водам, ситуация оценена как “кризис”; по отношению к рыбохозяйственным водам – как “бедствие”. Это свидетельствует о том, что выше СШВ воды р. Кадамовка подвержены интенсивному загрязнению (в верховьях реки расположен г. Шахты и несколько угольных шахт). На 15.07.15 наиболее интенсивное загрязнение отмечено по SO₄, Mn, Be, Al, Li, Se; на 22.10.15 – по Mn, Ni, SO₄, Fe, Li, Al.

В табл. 7 приведены результаты расчета коэффициентов концентрации и суммарного показателя загрязнения в месте сброса шахтных вод на две даты опробования. По величине суммарного показателя, рассчитанного по требованиям к питьевым водам, ситуация оценена как “кризис”; по отношению к рыбохозяйственным водам – как “кризис” и “бедствие”. 15.07.15 произошло повышение загрязнения вод (наиболее интенсивное по Mn, Fe, Be, Ni, Li, Se, SO₄), а 22.10.15 –

снижение (высокие концентрации SO₄, Li, Mn, Na, M).

В табл. 8 приведены результаты расчета коэффициентов концентрации и суммарного показателя загрязнения ниже сброса шахтных вод. По величине суммарного показателя, рассчитанного по требованиям к питьевым водам, ситуация оценена как “кризис”; по отношению к рыбохозяйственным водам – как “кризис” и “бедствие”. Произошло некоторое снижение степени загрязнения вод р. Кадамовка, что свидетельствует о незначительном влиянии шахтных вод ш. Глубокая на состав поверхностных вод. На 15.07.15 наиболее интенсивное загрязнение отмечено по концентрациям SO₄, Mn, Al, Li Se; на 22.10.15 – по SO₄, M, Li, Mn, Na, Mg.

Таким образом, воды р. Кадамовка в Восточном Донбассе характеризуются высоким уровнем загрязнения (бедствие и кризис), который формируется под влиянием стоков г. Шахты и ряда угольных шахт; при этом стоки шахты Глубокая существенного влияния на изменение загрязне-

Таблица 7. Расчет суммарного показателя загрязнения вод р. Кадамовка в месте СШВ

Компонент	Воды р. Кадамовка 1000 м выше СШВ	Значения K_{IC}		Воды р. Кадамовка 1000 м выше СШВ	Значения K_{IC}	
		1	2		3	4
Дата опробования	15.07.15			22.10.15		
pH	7.0	0	0	7.93	0	0
SO ₄	2292	4.6	22.9	3095	6.2	31.0
Cl	288.5	0.8	1.0	381.0	1.1	1.3
Na	483	2.4	3.8	1352.0	6.8	11.3
Mg	206.7	4.1	5.2	249.3	5.0	6.2
Fe	5.65	18.8	62.7	0.10	0.3	0.3
M	3964	4.0	4.0	5772	5.8	5.8
Al	1.16	5.8	29	0.07	0.35	0.4
Be	0.0037	18.5	18.5	0.0006	3.0	3.0
Cd	0.0001	0.1	0.02	0.0039	3.9	0.8
K	13.3	0.4	0.4	47.40	1.6	1.6
Co	0.039	0.04	3.9	0.001	0.001	0.1
Li	0.29	9.7	9.7	0.51	17	17
Cu	0.009	0.01	9.0	0.004	0.004	4.0
Mn	1.9	19	190	0.274	2.7	27
Ni	0.088	4.4	8.8	0.001	0.05	0.1
Pb	0.001	0.1	0.2	0.001	0.1	0.2
Se	0.024	2.4	12	0.005	0.5	2.5
Sr	4.13	0.6	0.6	6.54	0.93	3.3
Cr	0.003	0.006	0.06	0.001	0.002	0.02
Zn	0.0131	0.01	1.3	0.005	0.005	0.5
Z_c		75.7	363		35.3	120

Примечание: 1 и 3 – сравнение с ПДК вод питьевого водопользования; 2 и 4 – сравнение с ПДК вод рыбохозяйственного назначения.

ния вод не оказывают. Наибольшую роль в загрязнении вод играют концентрации таких компонентов, как Mn, Al, Fe, Be, Li, Se, M, SO₄.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнена характеристика двух методов оценки степени загрязненности вод: “Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям” (МКОЗ) и “Оценка качества химического состава вод по суммарному показателю загрязнения” (СПЗ) [2, 7, 8]. В данной работе показаны возможности указанных методов на примере оценки степени загрязнения вод р. Кадамовка.

По методу МКОЗ воды квалифицированы в месте слива шахтных вод как экстремально грязные – 5 класс, а выше и ниже места слива как очень грязные – 4 класс, разряд “г”. Высокий уровень загрязненности характерен для основного количества ингредиентов. В створе в месте СШВ – к ним относятся SO₄, Al, Li, Mn, Se, Fe,

Be, Cu; а в створе ниже СШВ – SO₄, Li, Mn, Se, Fe, Mg,

Результаты оценки степени загрязнения вод по методу оценки качества химического состава вод по суммарному показателю загрязнения показали, что относительно питьевых вод суммарный показатель загрязнения соответствует категории “кризис”; относительно вод рыбохозяйственного назначения, в основном, категории “бедствие”. Наиболее интенсивное загрязнение зафиксировано по Mn, Al, Fe, Be, Li, Se, M, SO₄.

Метод МКОЗ разработан Гидрохимическим институтом Росгидромета и позволяет эффективно оценивать загрязненность только поверхностных вод. Этот метод требует наличия серии мониторинговых наблюдений во времени, оценивает загрязненность вод только по ПДК к рыбохозяйственному водопользованию, относительно сложен в реализации.

Метод СПЗ дает возможность оценивать качество химического состава любых типов вод (атмо-

Таблица 8. Расчет суммарного показателя загрязнения вод реки Кадамовка ниже СШВ

Компонент	Воды р. Кадамовка 1000 м ниже СШВ	Значения K_{ic}		Воды р. Кадамовка 1000 м ниже СШВ	Значения K_{ic}	
		1	2		3	4
Дата опробования	15.07.15			22.10.15		
pH	7.0	0	0	7.93	0	0
SO ₄	2591	5.2	24	2995	6.0	30
Cl	412	1.2	1.4	405	1.2	1.35
Na	631	3.15	5.3	1181	5.9	9.7
Mg	219	4.4	5.5	310	6.2	7.7
Fe	0.95	3.2	9.5	0.13	0.4	1.3
M	4852	4.8	4.8	5968	6.0	6.0
Al	1.3	6.5	32.5	0.07	0.4	1.8
Be	0.0012	6.0	6.0	0.0006	3.0	3.0
Cd	0.0005	0.5	0.1	0.0030	3.0	0.5
K	14.1	0.5	0.5	33.80	1.1	1.1
Co	0.001	0.01	0.1	0.001	0.01	0.1
Li	0.38	12.7	12.7	0.45	15	15
Cu	0.001	0.001	1.0	0.005	0.001	1.0
Mn	0.52	5.2	52	0.258	2.6	26
Ni	0.003	0.15	0.3	0.001	0.05	0.1
Pb	0.001	0.1	0.2	0.001	0.1	0.2
Se	0.041	4.1	20	0.005	0.5	2.5
Sr	5.41	0.8	2.7	5.81	0.83	2.9
Cr	0.001	0.02	0.02	0.001	0.02	0.02
Zn	0.029	0.03	2.9	0.005	0.005	0.5
Z_c		35.4	162		32.2	61.7

Примечание: 1 и 3 – сравнение с ПДК питьевых вод; 2 и 4 – сравнение с ПДК рыбохозяйственных вод.

сферные, поверхностные, подземные, техногенные), относительно любых российских и зарубежных нормативных показателей (питьевые, рыбохозяйственные, требования СанПиН, СНиП, ВОЗ, США, ЕС и др.), по набору любых компонентов и прост в реализации и интерпретации результатов.

Оба использованных метода показали, что воды р. Кадамовка в Восточном Донбассе характеризуются высоким уровнем загрязнения, и необходимо принятие эффективных мер по совершенствованию очистных технологий и реабилитации сложившегося положения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает глубокую благодарность за помощь в выполнении настоящих исследований доцентам Е.А. Нырку и Г.Н. Даниловой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гавришин А.И. Состояние окружающей среды в районе угольных шахт Восточного Донбасса // Горный журнал. 2018. № 1. С. 92–96.
2. Гавришин А.И. Оценка качества химического состава поверхностных вод в Восточном Донбассе // Геоэкология. 2019. № 4. С. 61–67. <https://doi.org/10.31857/S0869-78092019461-67>
3. Закруткин В. Е., Скляренок Г. Ю., Гибков Е. В. Особенности химического состава и степень загрязнения подземных вод углепромышленных районов Восточного Донбасса // Известия ВУЗов. Северокавказский регион. Сер. Естественные науки. 2014. № 4. С. 73–77.
4. Закруткин В.Е., Скляренок Г.Ю., Родина А.О. О загрязнении подземных вод Восточного Донбасса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 8-1. С. 47–50.
5. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швеи В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004. 677 с.
6. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. М.: Мир, 1993. 508 с.

7. *Gavrishin A.I.* Quality of surface water in Eastern Donbass, Russia // Int. Conference "Process Management and Scientific Developments". Birmingham. United Kingdom. June 9/2020/ P. 111–116.
<https://doi.org/10.34660/INF.2020.34.82/001>
8. *Gavrishin A.I.* Features of the chemical composition of groundwater in the Eastern Donbass, Russia // Int. University Science Forum "Science. Education. Practice". Canada, Toronto. 2020. Part 1. P. 162–168.
9. *Giulio D.C., Jackson R.B.* Impact to Underground Sources of Drinking Water and Domestic Wells from Production Well Stimulation and Completion Practices in the Pavilion, Wyoming, Field // Environmental Science and Technology. 2016. V. 50 (8). P. 4524–4536.
10. *Pfunt H., Houben G., Himmelsbach T.* Numerical modeling of fracking fluid migration through fault zones and fractures in the North German Basin // Hydrogeology Journal. 2016, V. 1. № 24 (60). P. 1343–1358.
11. *Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Y.* The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass) // International multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. 2015. P. 927–932.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO METHODS FOR ASSESSING WATER QUALITY

A. I. Gavrishin[#]

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)
ul. Prosveshcheniya, 132, Novocherkassk, Rostov-on-Don Region, 346428, Russia*

[#]E-mail: agavrishin@rambler.ru

The aim of the research is to characterize the effectiveness of the two most popular methods of assessing the degree of water pollution, to identify their pros and cons in environmental tasks. The comparison is made for two ways: "A comprehensive assessment of surface water pollution by hydrochemical indicators" and "Assessment of the quality of water chemistry by the total pollution indicator". The effectiveness of the methods is shown on the example of the chemical composition of the waters of river Kadamovka (Eastern Donbass) above, in the place and below the discharge of mine waters m. Glubokala on the 21st limited indicator. According to the first method regarding the requirements for MAC for fisheries water management, the river water is classified as extremely dirty. High levels of contamination are typical for the main number of ingredients, especially SO₄, Al, Li, Mn, Se, Fe, Be, Cu; According to the second method of drinking water requirements, the situation is assessed from an environmental point of view as a "crisis" and the requirements for fisheries water are considered a "disaster". The most intense pollution was recorded by Mn, Al, Fe, Be, Li, Se, M, SO₄. Comparison of water quality by the total pollution indicator on the requirements of Russia, the United States and the European Union showed close results. "The method of comprehensive assessment of surface water pollution by hydrochemical indicators" allows effective assessment of surface water pollution. This method requires a series of monitoring observations over time, assesses water pollution only by MAC to fisheries water use, relatively difficult to implement. The method "Assessment of the quality of the chemical composition of water by the total pollution indicator" makes it possible to assess the quality of the chemical composition of any types of water (atmospheric, surface, underground, man-made), relative to any Russian and foreign regulatory indicators (drinking, fisheries, requirements of WHO, USA, EU, etc.), on the set of any components. It is easy to implement and interpret the results. The paper made recommendations on the need to improve treatment technologies and carry out rehabilitation measures.

Keywords: *water pollution, total pollution indicator, fisheries and drinking water, Eastern Donbass*

REFERENCES

1. *Gavrishin, A.I.* *Sostoyaniye okruzhayushchei sredy v raione ugol'nykh shakht Vostochnogo Donbassa* [The state of the environment in the coal mines of Eastern Donbass]. *Gornyi zhurnal – Mine Journal*, 2018, no. 1, pp. 92–96. (in Russian)
2. *Gavrishin, A.I.* *Otsenka kachestva khimicheskogo sostava poverkhnostnykh vod v Vostochnom Donbasse*. [Assessment of the quality of the surface water chemical composition in the Eastern Donbass]. *Geoekologiya*. 2019, no. 4, pp. 61–67.
<https://doi.org/10.31857/S0869-78092019461-67> (in Russian)
3. *Zakrutkin, V.E., Sclarenko, G.Yu., Gibkov, E.V.* *Oso-bennosti khimicheskogo sostava i stepen' zagrlaznennosti podzemnykh vod uglepromyshlennykh raionov Vostochnogo Donbassa* [Features of chemical composition and the degree of contamination of groundwater coal-industrial areas of Eastern Donbass]. *Izvestiya vusov. Severo-kavkazskii region*. 2014, no. 4, pp. 73–77. (in Russian)
4. *Zakrutkin, V.E., Sklyarenko, G.Yu., Rodina, A.O.* *O sagrlaznenii podzemnykh vod Vostochnogo Donbassa* [On the pollution of groundwater in the East Donbass]. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* [Modern trends in the development of science and technology]. 2015, no. 8-1, pp. 47–50. (in Russian)

5. Krainov, S.R., Ryzhenko, B.N., Shvets, V.M. *Geokhimiya podzemnykh vod* [Groundwater geochemistry]. Moscow, Nauka Publ., 2004, 677 p. (in Russian)
6. Nebel, B. *Nauka ob okruzhayushchei srede. Kak ustroen mir* [The science on the environment. How the world works]. Moscow, Mir, 1993. 508 p. (in Russian)
7. Gavrishin, A.I. Quality of surface water in Eastern Donbass, Russia. Int. Conference “Process Management and Scientific Developments”. Birmingham. United Kingdom. June 9, 2020, pp. 111–116. <https://doi.org/10.34660/INF.2020.34.82/001>
8. Gavrishin, A.I. Features of the chemical composition of groundwater in the Eastern Donbass, Russia. Int. University Science Forum “Science. Education. Practice”. Canada, Toronto. 2020. Part 1, pp. 162–168.
9. Giulio, D.C., Jackson, R.B. Impact to Underground Sources of Drinking Water and Domestic Wells from Production Well Stimulation and Completion Practices in the Pavilion, Wyoming, Field. *Environmental Science and Technology*. 2016, vol. 50 (8), pp. 4524–4536.
10. Pfunt, H., Houben, G., Himmelsbach, T. Numerical modeling of fracking fluid migration through fault zones and fractures in the North German Basin. *Hydrogeology Journal*. 2016, vol. 24 (60), pp. 1343–1358.
11. Zakrutkin, V.E., Sklyarenko, G.Y. The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass). Int. multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. 2015, pp. 927–932.