



УДК 556.56 (262.81)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ МАХАЧКАЛЫ ПО ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

EVALUATION OF SEWAGE WITHIN MAKHACHKALA BY CHEMICAL PARAMETERS

А.Ш. Рамазанов, М.А. Каспарова, И.В. Сараева
A.Sh. Ramazanov, M.A. Kasparova, I.V. Saraeva

Дагестанский государственный университет,
ул. М. Гаджиева, 43а, Махачкала, Республика Дагестан 367002 Россия
Dagestan State University,
M. Gadzhiev str., 43a, Makhachkala, Republic of Dagestan 367002 Russia

Резюме. Приведены результаты определения гидрохимических показателей 9 проб сточных вод, отобранных в пределах административной границы Махачкала 10–11 января 2012 года. Качество исследуемых проб оценено по показателю индекса загрязненности воды и расчетом коэффициента комплексной загрязненности.

Установлено, что сточные воды, отобранные в 2 пунктах, относятся по качеству к очень грязным, в 7 пунктах – к чрезвычайно грязным; во всех пробах сточных вод содержание от 6 до 10 нормируемых компонентов превышает ПДК и по коэффициенту комплексной загрязненности воды 7 проб относятся ко II категории загрязненности и 2 пробы к III категории загрязненности.

Abstract. Theme. Assessment of the quality of wastewater within Makhachkala by chemical parameters.

Location. Makhachkala, Dagestan, Russia.

The aim of the study is to determine the chemical quality of sewage water polluting the Caspian Sea within the city of Makhachkala.

Method. Object of study is the sample of wastewater sampled 10–11 January 2012 within the city of Makhachkala.

Sampling of wastewater and chemical analysis was carried out in accordance with the International Organization for Standardization. Quality test samples evaluated in terms of water pollution index and coefficient calculation integrated pollution.

Results. Using certified measurement techniques in 9 samples of wastewater identified 26 normalized parameters. Found that wastewater selected in two paragraphs refer to quality very dirty, 7 points extremely dirty; in all samples of wastewater content from 6 to 10 standardized components exceeds the MCL and the coefficient of the complex water pollution 7 samples belong to category II and contamination of sample 2 to Category III contamination.

Main conclusion. The data obtained can be considered as the primary material for further chemical monitoring the quality of wastewater into the Caspian Sea within the administrative boundaries of the city of Makhachkala.

Ключевые слова: Каспийское море, сточная вода, качество, индекс загрязненности воды, коэффициент комплексной загрязненности воды.

Key words: Caspian Sea, sewage water, quality, water pollution index, the ratio of a comprehensive water pollution.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из важнейших проблем Российской Федерации – сохранение уникальной экосистемы Каспийского моря, имеющего важное геополитическое, экономическое и экологическое значение.

Для согласованного, сбалансированного использования биологических, минеральных, рекреационных ресурсов и сохранения морских экосистем необходимо создание банка данных источников загрязнения прибрежных морских вод, основными задачами которого должны стать оценка и прогноз изменений состояния морской среды, вызванных природными и техногенными воздействиями.

В работе Каспаровой с соавторами (2014) приведены результаты оценки качества вод Каспийского моря в пределах административной границы Махачкалы. Установлено, что морская вода, отобранная в шести пунктах, относится по качеству к умеренно загрязненной, в восьми пунктах – к загрязненной, по одной пробе – к очень грязной и чрезвычайно грязной.

В ежегодных докладах об экологической ситуации в Республике Дагестан сведения о сточных водах (СВ), загрязняющих Каспийское море в пределах Махачкалы, отсутствуют (Доклад..., URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-214345.html>).



В связи с этим в данной работе представлены результаты оценки качества СВ, загрязняющих воды Каспийского моря в пределах города Махачкала.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования являлись 12 проб СВ, отобранных 10–11 января 2012 года в пределах Махачкалы (рис. 1).

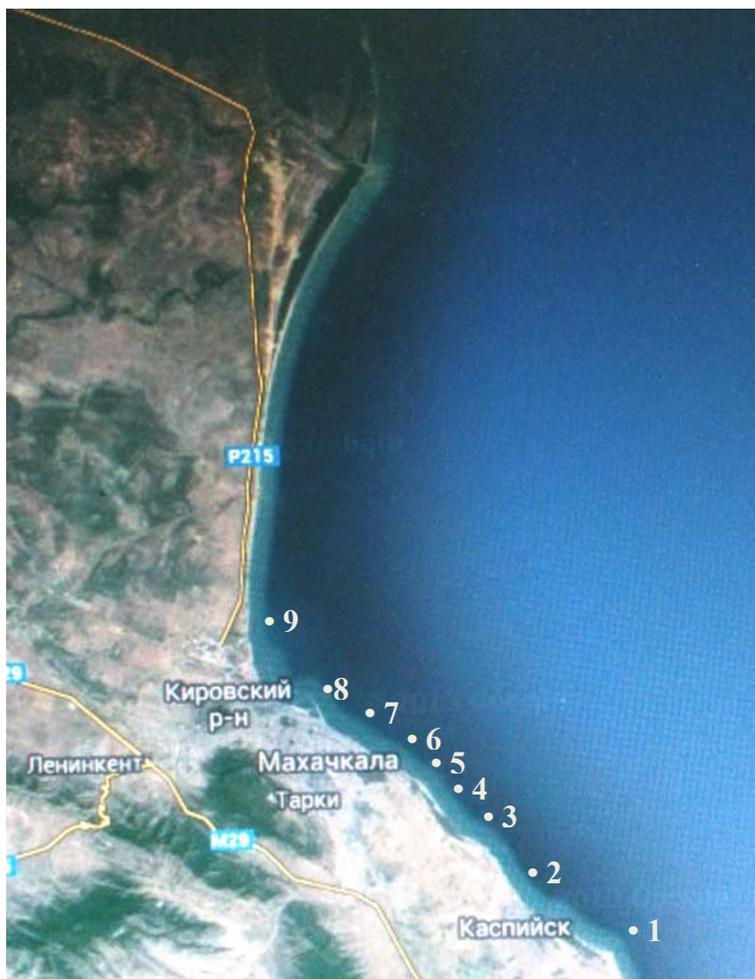


Рис. 1. Карта береговой зоны Махачкалы:

- 1 – очистные сооружения Каспийска; 2 – канава с южной стороны ипподрома; 3 – устье р. Талгинка; 4 – коллектор ГНС; 5 – водосток у газетного комплекса; 6 – водосток у ЛОК «Белый медведь»; 7 – водосток у ЛТП; 8 – водосток у «Аварского театра»; 9 – водосток у пляжа «Березка».

Отбор проб СВ осуществляли в соответствии с требованиями Международной организации по стандартизации (ИСО) по методике «Руководство по отбору сточных вод» ИСО 5667-10 (Фомин, 2000).

Для фиксации свойств воды и веществ, находящихся в ней, консервацию проб воды осуществляли в момент их отбора. В момент отбора проб определяли также температуру воды.

Химический анализ проб СВ производили в лаборатории в соответствии с методиками, приведенными в работе Фомина (2000). Определение величины рН воды проводили потенциометрическим методом на рН-метре рН-150 МИ. Содержание растворенного



кислорода, сероводорода, щелочности, хлорид-ионов, сульфатов-ионов определяли методом титрования. Соленость исследуемых проб вод устанавливали определением сухого остатка. Содержание фосфатов, нитритов, нитратов, аммонийного азота, кремния определяли спектрометрическим методом на спектрофотометре SPECORD 210 (Analytik Jena, Германия).

Массовую концентрацию нефтепродуктов, фенолов, синтетических поверхностно-активными веществ (СПАВ), общее содержание органических веществ (ХПК) определяли флуориметрическим методом (Методические указания..., URL: <http://law7.ru/russia/regulation7r/v318.htm>, <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnye-resursy/ispolzovanie-i-ohrana-vod/6/metodicheskie-ukazaniya-po-izmereniyu-massovoj-koncentracii-fenolov-obschih-i-letuchih-flu.html>) на анализаторе жидкости «Флюарат-02-3М» с термореактором «ТЕРМИОН».

Содержание тяжелых металлов в пробах воды определяли атомно-абсорбционным методом в режиме электротермической атомизации на спектрометре contg AA 700 (Analytik Jena, Германия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из данных, представленных в таблице 1, следует, что СВ, поступающие в Каспийское море с территории Махачкалы по показателям рН и солености соответствуют нормативным требованиям.

Известно, что увеличение температуры морской воды в районах сброса на 5 °С и более приводит к повышению чувствительности морских организмов к химическому загрязнению воды. Температура сброса водостока у «Аварского театра» (более 30 °С) значительно выше установленной нормы, допустимой в зимний период.

Содержание растворенного кислорода в сточных водах ГНС – 1,3 мг/дм³, водостока у «Аварского театра» – 2,0 мг/дм³, водостока у ЛОК «Белый медведь» – 3,5 мг/дм³, водостока у ЛТП – 3,5 мг/дм³, сброса пляжа «Березка» – 3,7 мг/дм³ значительно ниже требований ПДК (не менее 4,0 мг/дм³).

По имеющимся санитарным нормам в сбрасываемых водах сероводород должен полностью отсутствовать, однако его содержание в остальных 11 отобранных пробах колеблется в пределах 0,3–2,6 мг/дм³. Наибольшее количество сероводорода обнаружено в СВ коллектора ГНС (2,6 мг/дм³), очистных сооружений Каспийска, устья р. Талгинка, водостока у ЛОК «Белый медведь», водостока у ЛТП, водостока у «Аварского театра» (2,0–2,3 мг/дм³).



Рис. 2. Сточные воды у лечебно-оздоровительного комплекса «Белый медведь»



Таблица 1

Гидрохимические показатели проб сточных вод,
отобранных 10–11 января 2012 года в пределах Махачкалы

№ п/п	Объект исследования	t°С	рН	соленость, г/дм ³	мг/дм ³													
					щелочность	O ₂	сероводород	фосфаты	нитраты	нитриты	хлориды	сульфаты	аммоний	кремний	нефтепродукты	фенолы	ХПК _{Cr}	СПАВ
1.	Очистные сооружения г. Каспийск	0	8,4	3,5	470	8,7	2,3	0,08	0,24	0,02	1390	710	0,4	0,9	0,06	0,006	130	12
2.	Канавы с южной стороны ипподрома	2	7,9	1,5	159	8,5	1,4	0,08	0,11	0,02	426	378	сл.	0,8	0,04	0,007	50	9,8
3.	Устье р. Талгинка	4	7,7	1,3	189	5,3	2,3	0,42	4,8	0,10	213	446	5,5	1,6	0,04	0,010	110	3,6
4.	Коллектор ГНС	7	7,6	0,6	214	1,3	2,6	2,5	0,09	0,04	107	282	42	2,9	0,37	0,010	30	8,7
5.	Водосток у газетного комплекса	3	7,9	0,92	300	6,7	1,7	1,9	8,8	0,35	89	365	21	2,3	0,04	0,010	10	3,3
6.	Водосток у ЛОК «Белый медведь»	10	7,6	0,57	226	3,5	2,3	2,3	0,62	0,03	107	149	40	2,2	0,16	0,010	30	8,6
7.	Водосток у ЛТП	11	7,6	0,97	262	3,5	2,3	2,0	0,23	0,03	298	164	38	3,0	0,14	0,011	70	10
8.	Водосток у «Аварского театра»	30	7,6	0,39	153	2,0	2,0	1,7	0,57	0,02	43	98	12	1,9	0,07	0,009	10	8,9
9.	Водосток у пляжа «Березка»	5	7,9	8,5	220	3,7	1,4	0,36	0,88	0,09	2660	1165	4,5	1,3	0,23	0,008	180	3,4
10.	ПДК	-	6,5-8,5	-	-	≥4,0	-	0,05	40,0	0,08	350	500	0,5	2,0	0,05	0,001	30	0,1



Рис. 3. Сточные воды у лечебно-трудового профилактория (ЛТП)

Концентрация фосфатов изменялась в пределах от 0,08 мг/дм³ (очистные сооружения Каспийска, канава с южной стороны ипподрома) до 2,5 мг/дм³ (коллектор ГНС). Во всех пробах содержание нитритов и нитратов ниже ПДК.



Рис. 4. Городская насосная станция (ГНС).

Пробы вод, отобранные на очистных сооружениях города Каспийска и стока южной стороны ипподрома, по содержанию аммонийного азота соответствовали нормативным требованиям. В остальных пробах этот показатель колеблется в интервале от 9 до 84 ПДК.

Содержание нефтепродуктов в анализируемых пробах СВ колеблется в пределах от 0,04 до 0,37 мг/дм³. Наиболее загрязненными нефтепродуктами являлись СВ коллектора ГНС (7,4 ПДК), пляжа «Березка» (4,6 ПДК), водостока у ЛОК «Белый медведь» (3,2 ПДК), водостока у ЛТП (2,8 ПДК).

По содержанию фенолов все пробы СВ не соответствовали требованиям, превышение ПДК составляло от 3 до 11 раз.

Все девять отобранных проб содержат высокие концентрации синтетических ПАВ – 3,3–12,0 мг/дм³, что превышает ПДК в 33–120 раз.

По содержанию растворенных органических веществ (ХПК) к сильно загрязненным можно отнести СВ у пляжа «Березка» – 180 мг/дм³, очистных сооружений Каспийска – 130 мг/дм³, устья р. Талгинка – 110 мг/дм³, водостока ЛТП – 70 мг/дм³, стока южной стороны ипподрома – 50 мг/дм³.

Содержание тяжелых металлов (Cd, Pb, Cu, Co, Ni, Cr, Zn, Mn) во всех проанализированных пробах СВ ниже соответствующих ПДК. Содержание железа в шести пробах колебалось в пределах от 1 до 4 ПДК (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание тяжелых металлов в пробах сточных вод,
отобранных 10–11 января 2012 года в пределах Махачкалы**

№ п/п	Объект исследования	Кадмий, мг/дм ³	Свинец, мг/дм ³	Медь, мг/дм ³	Кобальт, мг/дм ³	Никель, мг/дм ³	Хром, мг/дм ³	Цинк, мг/дм ³	Марганец, мг/дм ³	Железо, мг/дм ³
1.	Очистные сооружения Каспийска	0,0002	0,0002	0,0007	0,0002	0,0002	0,0002	0,004	0,0005	0,09
2.	Канавы с южной стороны ипподрома	0,0002	0,0001	0,0011	0,0001	0,0001	0,0002	0,002	0,0004	0,11
3.	Устье р. Талгинка	0,0001	0,0002	0,0008	0,0002	0,0001	0,0002	0,004	0,0006	0,04
4.	Коллектор ГНС	0,0002	0,0002	0,0015	0,0002	0,0003	0,0001	0,001	0,0008	0,03



5.	Водосток у газетного комплекса	0,0001	0,0003	0,0014	0,0002	0,0002	0,0001	0,002	0,0002	0,02
6.	Водосток у ЛОК «Белый медведь»	0,0001	0,0002	0,001	0,0003	0,0001	0,0002	0,004	0,0002	0,20
7.	Водосток у ЛТП	0,0001	0,0003	0,0006	0,0002	0,0001	0,0002	0,003	0,0001	0,19
8.	Водосток у «Аварского театра»	0,0001	0,0001	0,0008	0,0003	0,0001	0,0001	0,003	0,001	0,09
9.	Водосток у пляжа «Березка»	0,0001	0,0001	0,0008	0,0002	0,0003	0,0002	0,002	0,0009	0,05
10.	ПДК	0,01	0,01	0,005	0,005	0,01	-	0,05	0,05	0,05

Оценку качества СВ проводили по показателю индекса загрязненности воды (ИЗВ), который является аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК индивидуальных ингредиентов (Руководящий документ..., 2004):

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_j}{\text{ПДК}_j}, \text{ где}$$

C_i - концентрация компонента;

n – число показателей, используемых для расчета индекса;

ПДК_j – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Предварительную оценку степени загрязненности проб СВ также проводили с помощью расчета коэффициента комплексной загрязненности воды K (Руководящий документ..., 2004):

$$K_{fj} = \frac{N'_{fj}}{N_{fj}} \cdot 100\%, \text{ где}$$

K_{fj} – коэффициент комплексной загрязненности воды в f -м результате анализа для j -го створа;

N'_{fj} – количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, содержание или значение которых превышает соответствующие им ПДК в f -м результате анализа для j -го створа;

N_{fj} – общее количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, определенных в f -м результате анализа для j -го створа.

Результаты анализов (табл. 1, 2) и проведенных расчетов (табл. 3) свидетельствуют о том, что во всех пробах СВ содержание от 6 до 10 нормируемых компонентов превышает ПДК и по коэффициенту комплексной загрязненности воды (K) 7 проб относятся ко II категории загрязненности и 2 пробы (водосток у лечебного комплекса «Белый медведь», сброс у пляжа «Березка») к III категории загрязненности.

Таблица 3

Классы качества и категории сточных вод в пределах Махачкалы

№ п/п	Объект исследования	ИЗВ	Качество вод	К	Категория воды	
1.	Очистные сооружения Каспийска	16,54	чрезвычайно грязные	VII	II	загрязненность по 6 ингредиентам
2.	Канавы с южной стороны ипподрома	13,82	чрезвычайно грязные	VII	II	загрязненность по 6 ингредиентам
3.	Устье р. Талгинка	8,81	очень грязные	VI	II	загрязненность по 7 ингредиентам
4.	Коллектор ГНС	34,75	чрезвычайно грязные	VII	II	загрязненность по 9 ингредиентам
5.	Водосток у газетного комплекса	16,18	чрезвычайно грязные	VII	II	загрязненность по 8 ингредиентам



6.	Водосток у лечебного комплекса «Белый медведь»	29,73	чрезвычайно грязные	VII	43,5	III	загрязненность по 10 ингредиентам
7.	Водосток у ЛТП	30,32	чрезвычайно грязные	VII	39,1	II	загрязненность по 9 ингредиентам
8.	Водосток у «Аварского театра»	22,43	чрезвычайно грязные	VII	34,8	II	загрязненность по 8 ингредиентам
9.	Водосток у пляжа «Березка»	9,13	очень грязные	VI	43,5	III	загрязненность по 10 ингредиентам

По содержанию сероводорода и СПАВ все анализируемые пробы относятся к высоко или экстремально загрязненным. Проба с коллектора ГНС по содержанию растворенного кислорода относится к экстремально загрязненным, а водостока у «Аварского театра» – высоко загрязненным.

Выявлено, что наиболее загрязненными водами являются стоки у ГНС, ЛОК «Белый медведь», ЛТП, у «Аварского театра» и пляжа «Березка».

Полученные данные можно рассматривать как первичный материал для дальнейшего мониторинга качества водостоков в Каспийское море в административных границах города Махачкала.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», проект 10 С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Доклад об экологической ситуации в Республике Дагестан за 2010 год. URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-214345.html>.
- Каспарова М.А., Рамазанов А.Ш., Сараева И.В. 2014. Гидрохимическая оценка качества морских вод в административных границах г. Махачкала. *Вестник Дагестанского государственного университета*. 1: 172–178.
- Методические указания по измерению массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах питьевой воды и воды поверхностных и подземных источников водопользования. МУК 4.1.068-96. URL: <http://law7.ru/russia/regulation7r/v318.htm>.
- Методические указания по измерению массовой концентрации фенолов общих и летучих флуориметрическим методом в пробах питьевой воды и воды поверхностных и подземных источников водопользования. МУК 4.1.069-96. URL: <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnye-resursy/ispolzovanie-i-ohrana-vod/6/metodicheskie-ukazaniya-po-izmereniyu-massovoj-koncentracii-fenolov-obshchih-i-letuchih-flu.html>.
- Руководящий документ. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643-2002. 2004. М.: Росгидромет. 21 с.
- Фомин Г.С. 2000. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. М.: Протектор. 848 с.

REFERENCES

- Doklad ob ekologicheskoy situatsii v Respublike Dagestan za 2010 god [Report on the environmental situation in the Republic of Dagestan in 2010]. Available at: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-214345.html>. (in Russian).
- Fomin G.S. 2000. Voda. Kontrol' khimicheskoy, bakterial'noy i radiatsionnoy bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam. Entsiklopedicheskiy spravochnik [Water. Control of chemical, bacterial and radiation safety to international standards. Encyclopedic Reference]. Moscow: Protector. 848 p. (in Russian).
- Kasparova M.A., Ramazanov A.Sh., Saraeva I.V. 2014. Hydrochemical evaluation of the quality of marine waters within the administrative boundaries Makhachkala. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 1: 172–178 (in Russian).
- Metodicheskie ukazaniya po izmereniyu massovoy kontsentratsii fenolov obshchikh i letuchikh fluorimetricheskim metodom v probakh pit'evoy vody i vody poverkhnostnykh i podzemnykh istochnikov vodopol'zovaniya. MUK 4.1.069-96 [Methodological guidelines for measuring the mass concentration of oil fluorimetric method in samples of drinking water and surface water and groundwater sources. MUK 4.1.069-96]. Available at: <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnye-resursy/ispolzovanie-i-ohrana-vod/6/metodicheskie-ukazaniya-po-izmereniyu-massovoj-koncentracii-fenolov-obshchih-i-letuchih-flu.html>.



vod/6/metodicheskie-ukazaniya-po-izmereniyu-massovoj-koncentracii-fenolov-obschih-i-letuchih-flu.html.
(in Russian).

Metodicheskie ukazaniya po izmereniyu massovoy kontsentratsii nefteproduktov fluorimetricheskim metodom v probakh pit'evoy vody i vody poverkhnostnykh i podzemnykh istochnikov vodopol'zovaniya. MUK 4.1.068-96 [Methodological guidelines for measuring the mass concentration of oil fluorimetric method in samples of drinking water and surface water and groundwater sources. MUK 4.1.068-96]. Available at: <http://law7.ru/russia/regulation7r/v318.htm>. (in Russian).

Rukovodyashchiy dokument. Metodicheskie ukazaniya. Metod kompleksnoy otsenki stepeni zagryaznennosti poverkhnostnykh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam. RD 52.24.643-2002 [Guidance document. Methodical instructions. Method of comprehensive assessment of surface water pollution by hydrochemical parameters. RD 52.24.643-2002]. 2004. Moscow: RosHydromet. 21 p. (in Russian).