

ISSN 2072-8158

# ВОДА

## ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

10-12 / 2019





# СОДЕРЖАНИЕ

## Вопросы экологии

- 3 А.И. Крылов, А.Ю. Михеева, А.Г. Будко, С.Г. Харитонов, М.В. Беляков

О результатах исследований степени загрязненности органическими токсикантами донных отложений Балтийского моря и Финского залива в связи со строительством газопровода «Северный поток – 2»

- 12 М.А. Абдуев

Водный и ионный сток р. Араз (Аракс) в современный период

- 18 А.М. Визер, Л.С. Визер, М.А. Дорогин

Биота р. Обь и искусственных водоемов в черте г. Новосибирска

- 25 А.П. Белоусова, Е.Э. Руденко

Оценка защищенности напорных подземных вод от загрязнения

## Мониторинг водных объектов

- 34 П.В. Бедова, Г.А. Богданов

Лимнологические исследования уникального для Среднего Поволжья озера Соленое

- 42 С.Я. Ибадова, Р. И. Мамедова

Проблемы в водоснабжении Азербайджана и пути их решения

- 48 Т.Н. Жумалиев

Радиационная обстановка и качество водной среды на территории урановых природно-техногенных провинций Мин-Куш

- 52 С.С. Хочаева

Динамика изменения физико-химического состава вод, централизованных источников водоснабжения Республики Калмыкия

- 60 Л.М. Захарчук, Н.В. Татарина

Санитарно-бактериологический мониторинг качества воды на скальных ваннах о. Костьян в период максимального антропогенного воздействия

- 68 Е.А. Чекмарева

Качество воды рекреационно-доступных водоемов и водотоков ЦФО России

- 74 Т.А. Пристова

Химический состав поверхностных вод ручья бассейна р. Вымь

## Технологии промышленной и бытовой очистки вод

- 80 Тхан Зо Хтай, Д.В. Масляникова, Хейн Тху Аунг, В.А. Колесников

Влияние ионов магния, кальция и бария на электрофлотационный процесс извлечения гидроксидов железа (III)

## Environmental issues

- 3 A.I. Krylov, A.Yu. Miheeva, A.G. Budko, S.G. Kharitonov, M.V. Belyakov

The results of organic toxicants studie in sediments of Baltic sea and gulf of Finland in construction sites of gas pipeline «Nord stream – 2»

- 12 M. Abdu Abduyev

Water and ion flow of the Araz river (Arax) in the modern period

- 18 A.M. Vizer, L.S. Vizer, M.A. Dorogin

Biota of Ob river and artificial reservoirs within the Novosibirsk boundaries

- 25 A.P. Belousova, E.E. Rudenko

Assessment of the protection of pressure fresh groundwater from pollution

## Monitoring of water bodies

- 34 P.V. Bedova, G.A. Bogdanov

Limnological studies of the lake Saline – the unique lake to the Middle Volga region

- 42 S.Y. Ibadova, R.I. Mammadova

Problems in water supply of azerbaijan and ways of their solution

- 48 T. N. Zhumaliev

Assessment of water-ecological state of uranium natural-technogenic provinces of Min-Kush

- 52 S.S. Khochaeva

Dynamics of change of physical and chemical composition of water, centralized sources of water supply of the republic of Kalmykia

- 60 L.M. Zakharchuk, N.Yu. Tatarinova

Sanitary-bacteriological monitoring of water quality of rocky baths of Kostyan island during the maximum anthropogenic impact

- 68 E.A. Chekmareva

Quality of water of recreational-available water bodies and watercourses of the central federal district of Russia

- 74 T.A. Pristova

Chemical composition of surface waters (stream) of the Vym river basin

## Technology of industrial and household water purification

- 80 Than Zaw Htay, D. V. Maslennikova, Hein Thu Aung, V. A. Kolesnikov

Effect of magnesium, calcium and barium ions on the electroflotation process of iron hydroxide extraction (III).

86 **Е.Е.Ергожин, А.А.Цхай, Т.К.Чалов,  
Т.В.Ковригина, Е.А.Мельников**

Иновационные мембранные технологии для увеличения кратности действующих систем оборотного водоснабжения нефтеперерабатывающих предприятий

### **Гидробиология**

93 **Е.Б.Романова, Е.С.Рябинина,  
К.В.Шаповалова, А.В.Боряков**

Цитогенетическая нестабильность и накопление тяжелых металлов в тканях озерных лягушек урбанизированной территории

99 **И.Р.Левенец, Е.Б.Лебедев, Е.А.Дмитриева,  
А.Б.Васильева**

Изменение таксономического состава бентосной флоры под влиянием марикультуры приморского гребешка в бухте Миноносок (залив Посыета, Японское море)

### **Материалы для водоподготовки**

106 **Е. Н. Калюкова, Н.Н. Иванская, В. А. Глушков**  
Сорбционная способность некоторых природных материалов по отношению к катионам цинка

### **Научно-аналитические обзоры**

114 **А.В.Артемов, А.В.Переславцев,  
С.А.Вошинин, С.С.Тресвятский,  
С.В.Коробцев**

Переработка отходов байкальского целлюлозно-бумажного комбината с использованием плазменных технологий: технико-экономический анализ

120 **С. В. Свергузова, И.Г. Шайхиев,  
А.Н. Ярочкина, С.Е. Спесивцева**

Чешуя рыб как биосорбент поллютантов из сточных и природных вод

### **Химия воды и водных растворов**

131 **В.А.Хуторянский, В.В.Хахинов,  
О.В.Кустова, А.Г.Горшков**

Оценка стабильности препарата выделенного из сульфидной минеральной воды Новонукутская

137 **Е.А.Полуосьмак**

Изучение влияния железа (II) на осаждение карбоната кальция

### **Short communications**

144 **Л.З.Жинжакова, Е.А.Чередник**

Состав ледниковых и речных вод бассейна реки Чегем

149 **С.А.Саргсян, Р.О.Кобелян**

Исследование некоторых гидрохимических показателей воды и количество сапрофитных бактерий в осенний период по течению реки Раздан

154 **Л.М.Титова, А.Х.Нугманов, М.А.Никулина,  
М.Ш.Арабов**

Научно-аналитический обзор использования твердых отходов водоочистных сооружений: мировые тенденции, зарубежный опыт и возможности его применения на территории Российской Федерации

162 **Правила оформления статей для публикации  
в журнале «Вода: химия и экология»**

86 **E.E. Ergozhin, A.A. Tskhai, T.K. Chalov,  
T.V. Kovrigina, Ye.A. Melnikov**

Innovative membrane technologies for increasing the difference of existing systems of reversible water supply of oil refining enterprises

### **Hydrobiology**

93 **E.B. Romanova, E.S. Ryabinina,  
K.V. Shapovalova, A.V. Boryakov**

Cytogenetic instability and the accumulation of heavy metals in the tissues of pelophylax ridibundus living in the urban area

99 **I.R. Levenets, E.B. Lebedev, E.A. Dmitrieva,  
A.B. Vasilyeva**

Changes in taxonomic composition of benthic flora under Japanese Scallop's mariculture influence in Minonosok Bight, Posyet Bay

### **Materials for water treatment**

106 **E. N. Kaljukova, N.N. Ivanskaya, V. A. Glushkov**  
Sorption capacity of some natural materials in relation to zinc cations

### **Research and analytical reviews**

114 **A.V. Artemov, A.V. Pereslavl'tsev,  
S.A. Voshchinin, S.S. Tresvyatskii,  
S.V. Korobtsev**

The treatment of Baikal pulp and paper mill wastes by the using of plasma technologies, technical economic analysis

120 **S.V. Sverguzova, I.G. Shaikhiev,  
A.N. Yarochkina, S.E. Spesivtseva**

Fish scales as a biosorbent for pollutants from natural and waste waters

### **Chemistry of water and water solutions**

131 **V.A. Khutoryanskiy, O.V. Kustova,  
V.V. Khakhinov, A.G. Gorshkov**

Assessment of the stability of the drug isolated from sulphide mineral water Novonukutskaya

137 **E.A. Poluosmak**

The effect of iron (II) on the sedimentation of calcium carbonate

### **Short communications**

144 **L.Z. Zhinzhakova, E.A. Cherednik**

Composition of glacial and river waters of the basin of river Chegem

149 **S.A. Sargsyan, H.H. Kobelyan**

A study of some hydrochemical indicators water and the number of saprophytes bacteria in the autumn period along the course of the river Hrazdan

154 **L.M. Titova, A.H. Nugmanov, M.A. Nikulina,  
M.Sh. Arabov**

Scientific and analytical review of the use of solid wastewater treatment facilities: world trends, foreign experience and opportunities for its application in the Russian Federation

162 **Requirments for manuscripts submitted  
to «Water: chemistry and ecology»**

# КАЧЕСТВО ВОДЫ РЕКРЕАЦИОННО-ДОСТУПНЫХ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ ЦФО РОССИИ

## QUALITY OF WATER OF RECREATIONAL-AVAILABLE WATER BODIES AND WATERCOURSES OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT OF RUSSIA

В статье представлены результаты оценки качества воды водоемов и водотоков центрального федерального округа (ЦФО). ЦФО РФ является небольшой по площади территорией (3,8 % площади РФ) с высокой концентрацией населения (до 60,5 чел./км<sup>2</sup>) и низкой обеспеченностью водными ресурсами. В центральной части России формируется дефицит рекреационно-доступных водоемов и водотоков, отмечается ухудшение качества воды в местах высокой концентрации населения. В качестве объектов исследования выбраны доступные для рекреации водохранилища, озера, пруды и реки г. Москвы, Московской и Тверской областей.

Установлено, что в исследуемых водных объектах антропогенное воздействие приводит к увеличению концентраций сульфатов и хлоридов, натрия и калия, нефтепродуктов и БПК<sub>5</sub> относительно фонового содержания. Рекреационному водопользованию в водах замкнутых водоемов (озер, прудов и обводненных карьеров) могут препятствовать: повышенная мутность, водородный показатель pH>8,5 ед. pH (щелочные воды), высокие концентрации нефтепродуктов. Природные и антропогенные факторы равнозначно влияют на формирование качества воды в реках ЦФО по таким показателям как нитраты, железо общее, ХПК.

В статье приведен список водных объектов ЦФО с удовлетворительным качеством воды, безопасным для рекреационного водопользования.

---

**Ключевые слова:** качество воды, водные объекты, ЦФО, рекреация, химический анализ, микробиология

---

The article presents the results of water quality assessment of water bodies and watercourses of the central federal district (CFD). CFD of the Russian Federation has a small territory (3,8 % of the area of the Russian Federation) with a high concentration of population (60,5 persons/km<sup>2</sup>) and low availability of water resources. In the central part of Russia there is a shortage of recreational-available water bodies and watercourses, the water quality is worse in places of high concentration of the population. Reservoirs, lakes, ponds and rivers of the city of Moscow, Moscow and Tver regions were chosen as objects of research.

It is established that in the studied water objects anthropogenic influence leads to an increase in the concentration of sulfates and chlorides, sodium and potassium, oil products and BOD<sub>5</sub> of rather to the background contents. Recreational water use in the waters of closed reservoirs (lakes, ponds and quarries with water) can be hampered by: high turbidity, pH>8,5 (alkaline water), high concentrations of oil products. Natural and anthropogenic factors equally affect the formation of water quality in the rivers of the Central Federal District on indicators such as nitrates, total iron, COD. The article provides a list of water bodies of the Central Federal District with a satisfactory water quality that is safe for recreational water use.

---

**Keywords:** water quality, water bodies, Central Federal District, recreation, chemical analysis, microbiology

---

**Е.А. Чекмарева**, младший научный сотрудник, Ивановская научно-исследовательская станция Института водных проблем Российской академии наук (ИВНИС ИВП РАН)

**E.A. Chekmareva**, junior researcher The Ivankovskaya Research Station, Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences

---

\*Адрес для корреспонденции: e\_al\_cheva@iwp.ru

---

Е.А. Чекмарева // № 10-12 октябрь-ноябрь-декабрь 2019. с. 68–73.

---

DOI: 10.18334/watchemec.12.121.68-73

### Введение

В конце XX века появилось и интенсивно начало развиваться понятие «рекреационная география» и «рекреационное водопользование». Разработкой методик оценки рекреационного потенциала водных ресурсов РФ, оценкой нагрузки на водные объекты в разные периоды занимались: А.С. Сорокин и В.П. Чижова (конец 70-х гг.), Ю. С. Васильев и В.А. Кукушкин (конец 80-х гг.), С.Г. Захаров, А.О.

Голактионова и И.В. Кулик (2010-е гг.), И.В. Ланцова и И.Л. Григорьева (90-е – 2010-е гг.) [1, 2, 3, 4].

Как вид антропогенной нагрузки, рекреационное водопользование «оказывает значительное воздействие на качество воды водных объектов», при этом оно носит «локальный и сезонный характер» [5]. Проблемой современных водоемов, в особенности водохранилищ, также является интенсивная застройка береговых зон. Плотная застройка приводит к ограничению доступа отдыхающих к воде, и усилению

процессов дигрессии природных комплексов на свободных для отдыха территориях [6]. Какова степень негативного влияния на человека при рекреационном водопользовании и как выбрать подходящий для отдыха водный объект, остается нерешенным вопросом.

Мы предлагаем ввести термин «рекреационно-доступные» водоемы и водотоки. Рекреационно-доступными следует считать водные объекты, к которым можно добраться без существенных препятствий. При этом к береговой полосе и акватории есть свободный доступ, гидрологический режим, гидрохимическое, микробиологическое и тепловое состояние объектов не влекут за собой угрозы здоровью человека при их эксплуатации.

Территория ЦФО была выбрана для исследования, так как центральная часть РФ площадью 650,2 тыс. км<sup>2</sup> с высокой численностью населения — 39,3 млн. человек (26,8% населения РФ) имеет низкую обеспеченность водными ресурсами — 328,2 км<sup>3</sup>/год [7]. За последние десятилетия вода в водных объектах ЦФО характеризуется классами качества от «загрязненной» до «грязной», за исключением некоторых единичных озер и участков рек и водохранилищ. Это приводит к формированию дефицита мест на берегах рекреационно-доступных водоемов и водотоков с удовлетворительным качеством воды. В целом же, рекреация оказывает отрицательное воздействие на водные объекты, которое выражается в непосредственном загрязнении воды в ходе рекреационного водопользования (купание, утечки нефтепродуктов, внесение прикормки для рыб и др.), либо в качественных и количественных изменениях поверхностного и подземного стока с территорий отдыха, приводящих к ухудшению качества воды [8].

Целью исследования была оценка качества воды по химическим и микробиологическим показателям в водоемах и водотоках различной рекреационной доступности.

Объекты исследования: от крупных водохранилищ, озер, искусственных прудов и водоемов в бывших карьерах, до средних и малых рек, расположены в пределах г. Москвы, Московской и Тверской областей.

## Материалы и методы

Полевые работы были проведены летом 2018 года. Отбор проб воды на гидрохимический и микробиологический анализ производили с глубины 0,4-0,5 метров на участках водопользования, подверженных наибольшей рекреационной нагрузке согласно ГОСТ 3161-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 31942-2012 «Вода. Отбор проб для

микробиологического анализа» [9, 10]. Анализ проб осуществлялся в аттестованной химической лаборатории ИВНИС ИВП РАН (г. Конаково, Тверская область; аттестат аккредитации RA.RU.21АН96 от 28.10.2016) по апробированным методикам. Химический анализ воды проводили по физико-химическим показателям (температура, рН, электропроводимость, мутность, взвешенные вещества), макрокомпонентному составу (НСО<sub>3</sub>, Са, Mg, SO<sub>4</sub>, Cl, Na и К), биогенным элементам (Fe, Si, соединения N и P), показателям содержания органических соединений (БПК<sub>5</sub>, ХПК, ПО, цветности), содержанию кислорода, нефтепродуктов, СПАВ. Методы исследования: титриметрический, йодометрический, гравиметрический, потенциометрический (рН-метр-ионометр «Экотест 2000И»), фотометрический (спектрофотометр В-1100), ИК-спектрофотометрия (концентрагомер КН-2м ИШВЖ.010). Микробиологические исследования (содержание общих колиформных бактерий, термотолерантных колиформных бактерий, колифагов, возбудителей кишечных инфекций) выполнены в аттестованной лаборатории филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» (г. Клин, Московская область). Систематизация данных химического анализа качества воды проведена различными графическими приемами.

## Результаты и их обсуждение

Качество воды в местах купания оценивали с использованием предельно-допустимых концентраций (ПДК) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (водоемы второй категории), в соответствии с СанПиНом 2.1.5.980-00 [11].

Результаты химического анализа отобранных проб показали, что вода водохранилищ Московской и Тверской областей имеет гидрокарбонатный состав (по классификации природных вод О.А. Алекина [12]) с диапазоном концентраций гидрокарбонатов от 134 до 238 мг/дм<sup>3</sup>, средней жесткости, не превышающей 4 мг/дм<sup>3</sup>, процентное соотношения кальция и магния в среднем — 78,22 %. Максимальное значение минерализации составляет 370 мг/дм<sup>3</sup> (Пяловское вдхр.), а средняя концентрация — 258 мг/дм<sup>3</sup>. Как следствие антропогенного загрязнения, вблизи населенных пунктов на водохранилищах, были отмечены наиболее высокие концентрации: в Угличском, Ивановском и Пяловском — соответственно 19,3, 17,8, 16,9 мг/дм<sup>3</sup> сульфатов; в Пяловском и Истринском — 20,0, 15,4 мг/дм<sup>3</sup> хлоридов; Пялов-

ском, Истринском, Ивановском – 25,3, 22,3, 15,5 мг/дм<sup>3</sup> суммы натрия и калия; Икшинском, Пяловском, Клязьминском – 0,22, 0,30, 0,39 мг/дм<sup>3</sup> нефтепродуктов. На исследуемых участках Истринского, Пяловского и Угличского водохранилищ показатель БПК<sub>5</sub> (до 7 мгО/дм<sup>3</sup>) был выше ПДК<sub>в</sub> (4 мгО/дм<sup>3</sup>), что связано с содержанием биохимических окисляемых органических веществ (табл. 1).

Исследования качества воды проводили среди рекреационно-доступных (рр. Волга, Клязьма, Москва, Сестра) и рекреационно-труднодоступных (рр. Озерна, Орша, Сережа) водотоков. На нормированной линейчатой диаграмме представлены данные концентраций главных ионов (рис. 1), биогенных элементов и БПК<sub>5</sub> (рис. 2) вышеперечисленных водотоков.

Воды гидрокарбонатные по О.А. Алекину [12] (128-348 мг/дм<sup>3</sup>), слабощелочные (рН изменяется в диапазоне 7,7-8,5 ед. рН), средней жесткости (от 1,9 до 6,1 мг-экв./дм<sup>3</sup> в р. Клязьма). Качество воды водотоков: мутность от 1,0 мг/дм<sup>3</sup> (р. Сережа) до 3,8 мг/дм<sup>3</sup> (р. Сестра в г. Клин), нефтепродукты от 0,005 мг/дм<sup>3</sup> (р. Волга в г. Тверь) до 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (р. Москва в г. Москва), СПАВ до 0,020 мг/дм<sup>3</sup> (р. Москва в г. Москва), содержание общего железа от 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Сестра и Озерна) до 0,2-0,35 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Сережа, Москва, Клязьма, Орша), содержание марганца – 0,03-0,15 мг/дм<sup>3</sup>, содержание кальция и магния изменяется в диапазонах 28,9-89,2 мг/дм<sup>3</sup> и 5,8-24,1 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Показатель цветности составляет в сред-

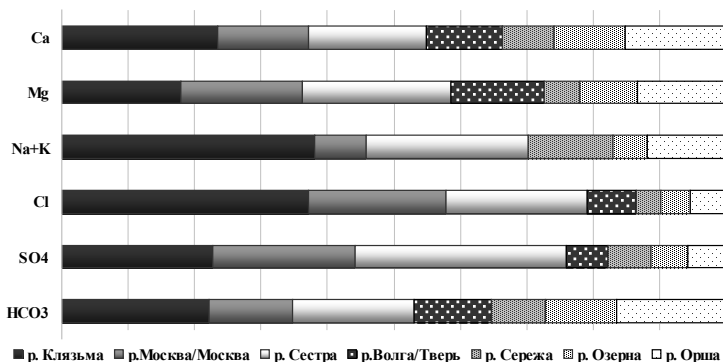


Рис. 1. Нормированная линейчатая диаграмма. Концентрации главных ионов, мг/дм<sup>3</sup>.

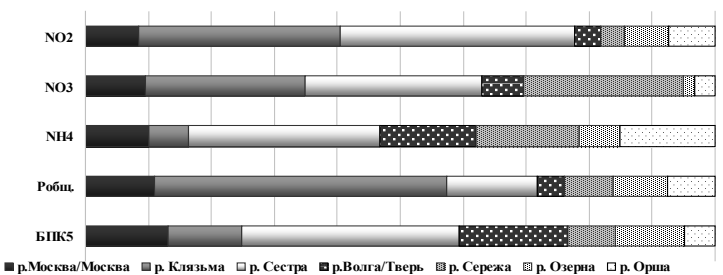


Рис. 2. Нормированная линейчатая диаграмма. Концентрации биогенных элементов и БПК<sub>5</sub>, мг/дм<sup>3</sup> (кроме P<sub>общ.</sub> — мгР/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> — мгО/дм<sup>3</sup>).

нем 30 градусов Pt-Co шкалы, за исключением р. Орша (130 градусов Pt-Co шкалы), вытекающей из болотного массива «Оршинский мох». Окисляемость по БПК<sub>5</sub> от 0,7 до 5,0 мгО/дм<sup>3</sup> (р. Сестра), ХПК от 13,3 мгО/дм<sup>3</sup> (рр. Клязьма и Озерна) до 54,4 мг/дм<sup>3</sup> (р. Орша). Концент-

Таблица 1

Макрокомпонентный состав крупных водохранилищ Московской и Тверской областей, мг/дм<sup>3</sup> (кр. P<sub>общ.вал.</sub> — мгР/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> — мгО/дм<sup>3</sup>)

Водохранилище	S, км <sup>2</sup> / V, км <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub>	Ca	SO <sub>4</sub>	Cl	Na+K	ΣN	P <sub>общ. вал.</sub>	БПК <sub>5</sub>
Иваньковское/ г. Конаково	316/112	183,1 ± 22,0	42,1 ± 4,6	17,8 ± 2,2	6,8*	15,5	0,63	0,150	2,1 ± 0,5
Икшинское/ д. Хлябово	8,4/0,008	164,8 ± 19,8	37,9 ± 4,2	7,4 ± 1,0	5,7*	7,0	0,85	0,16	2,6 ± 0,7
Истринское/ д. Якиманское	33,6/0,183	225,8 ± 27,1	43,8 ± 4,8	9,3 ± 1,2	15,4 ± 2,5	22,3	2,80	0,24	7,0** ± 0,9
Клязьминское/ д. Капустно	16,2/0,09	152,6 ± 18,3	33,7 ± 3,7	7,8 ± 1,0	5,7*	10,8	0,57	0,12	1,6 ± 0,4
Озернинское/ ИСЕ пляж	23,1/0,144	170,9 ± 20,5	42,1 ± 4,6	5,6 ± 0,8	8,6*	6,5	0,28	0,10	2,5 ± 0,6
Пестовское/ д. Подольниха	11,6/0,0543	164,8 ± 19,8	38,7 ± 4,3	7,6 ± 1,0	5,7	5,5	0,54	0,10	2,2 ± 0,6
Пяловское/ д. Юрьево	6,3/0,0091	238,0 ± 28,6	53,9 ± 5,9	16,9 ± 2,1	20,0 ± 3,2	25,3	0,62	0,42	5,1** ± 0,7
Рузское/ д/о Лужки	33/0,216	152,6 ± 18,3	32,0 ± 3,5	5,9 ± 0,8	5,7*	7,3	0,41	0,08	3,0 ± 0,8
Угличское/ г. Дубна	249/1,24	134,2 ± 16,1	32,9 ± 3,6	19,3 ± 3,9	7,2*	9,5	1,39	0,087	4,3 ** ± 1,1

\* вне диапазона методики измерений, \*\* превышает ПДК<sub>в</sub>

рации хлоридов изменяются от 4,6 мг/дм<sup>3</sup> до 26,4-47,0 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Москва, Сестра, Клязьма), сульфатов — от 7,2 мг/дм<sup>3</sup> до 27,7-41,2 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Москва, Клязьма, Сестра). Наибольшие концентрации фосфора общего растворимого были зафиксированы в р. Клязьма (0,388 мгР/дм<sup>3</sup>), нитратов — в рр. Клязьма и Сережа (до 4,5 мг/дм<sup>3</sup>) и р. Сестра (до 5,0 мг/дм<sup>3</sup>). Минерализация вод высокая: от 355 мг/дм<sup>3</sup> (р. Орша) до 479 и 582 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Сестра и Клязьма).

Для систематизации химического состава воды озер и прудов г. Москвы использовали псевдоформулу М.Г. Курлова [13]. В числителе псевдоформулы указаны анионы в порядке убывания их содержания, в знаменателе — катионы. Слева от дроби записывается содержание газов и некоторых микроэлементов, общая минерализация воды, справа от дроби — рН и температура. В формулу включаются ионы с содержанием более 10 % [14]. В настоящей работе формула Курлова была адаптирована, в формуле указан макрокомпонентный анионно-катионный состав, минерализация, соединения азота, и железо общее в мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2).

В составе воды изучаемых водоемов (см. табл. 2) диапазоны концентраций анионов следующие: гидрокарбонаты — 73-220 мг/дм<sup>3</sup>, хлориды — 8-99 мг/дм<sup>3</sup>, сульфаты — 0,9-100 мг/дм<sup>3</sup>, нитраты — 0,14-2,7 мг/дм<sup>3</sup> и катионов: кальция — 16-82 мг/дм<sup>3</sup>, суммы натрия и калия — 9-77 мг/дм<sup>3</sup>, магния — 4-17 мг/дм<sup>3</sup>, ион аммония — 0,04-1,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Оценка качества воды по ПДК<sub>в</sub>, в данном случае с использованием эталонной адаптированной формулы Курлова (см. табл. 2), не вы-

явила нарушений качества воды. Исключение составили воды оз. Бисерово и Большого городского пруда (г. Зеленоград) с водородным показателем рН>8,5 ед. рН (щелочные воды). Мутность воды в водоемах изменялась в широком диапазоне 0,52 (карьер Константиновский) — 3,3 (оз. Сенеж) мг/дм<sup>3</sup> до 31,4 (Царицынские пруды) — 34,4 (Большой городской пруд) мг/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация нефтепродуктов была зафиксирована в Царицынских прудах — 0,25 мг/дм<sup>3</sup>. Для рекреационного водопользования, оптимальными по качеству, можно считать воды озер Черное и Школьное (г. Зеленоград) и карьера Константиновский (г. Тверь).

Многие водоемы подвержены сильному вирусному и бактериальному загрязнению в результате сброса сточных вод [16]. Колиформные бактерии в воде часто являются индикаторами фекального загрязнения, и представляют собой угрозу для здоровья человека, погруженного или потребляющего (например, заглатывание при купании) воду водоема. В то же время микробиологическая активность имеет важное значение для разложения органических соединений антропогенного происхождения, которые часто присутствуют в водах озер и водохранилищ в густонаселенных и промышленно развитых районах [17].

Согласно нормативам РФ [11] были проведены микробиологические исследования изучаемых водоемов. Они показали, что содержание общих колиформных показателей, термотолерантных колиформных бактерий, колифагов, а также возбудителей кишечных инфек-

**Таблица 2**

Адаптированная формула Курлова. Характеристики анионно-катионного состава воды некоторых водоемов Московской области, мг/дм<sup>3</sup> (кроме рН-ед.рН, t-°C)

Оз. Бисерово/Купавна	Fe <sub>общ.0,07</sub> M <sub>294</sub> HCO <sub>3</sub> 110 SO <sub>4</sub> 86 Cl 21 NO <sub>3</sub> 0,50 рН <sub>8,9</sub> T <sub>26,5</sub> Ca 42 Mg 17 Na+K 16 NH <sub>4</sub> 1,1
Оз. Сенеж/г. Солнечногорск	Fe <sub>общ.0,06</sub> M <sub>318</sub> HCO <sub>3</sub> 171 SO <sub>4</sub> 49 Cl 14 NO <sub>3</sub> 2,7 рН <sub>7,9</sub> T <sub>21,8</sub> Ca 45 Na+K 21 Mg 15 NH <sub>4</sub> 0,08
Оз. Белое/Косино	Fe <sub>общ.0,09</sub> M <sub>337</sub> HCO <sub>3</sub> 134 Cl 58 SO <sub>4</sub> 52 NO <sub>3</sub> 0,42 рН <sub>8,5</sub> T <sub>21,0</sub> Ca 46 Na+K 30 Mg 17 NH <sub>4</sub> 0,42
Оз. Школьное/г. Зеленоград	Fe <sub>общ.0,09</sub> M <sub>135</sub> HCO <sub>3</sub> 85 Cl 12 SO <sub>4</sub> 4 NO <sub>3</sub> 0,14 рН <sub>8,2</sub> T <sub>23,5</sub> Ca 20 Na+K 9 Mg 5 NH <sub>4</sub> 0,04
Оз. Черное/г. Зеленоград	Fe <sub>общ.0,17</sub> M <sub>110</sub> HCO <sub>3</sub> 73 Cl 8 SO <sub>4</sub> 0,9 NO <sub>3</sub> 0,23 рН <sub>7,6</sub> T <sub>24,2</sub> Ca 16 Na+K 9 Mg 4 NH <sub>4</sub> 0,10
Тропаревский пруд/г. Москва	Fe <sub>общ.0,04</sub> M <sub>252</sub> HCO <sub>3</sub> 122 Cl 44 SO <sub>4</sub> 15 NO <sub>3</sub> 0,34 рН <sub>8,3</sub> T <sub>19,5</sub> Ca 40 Na+K 23 Mg 8 NH <sub>4</sub> 0,07
Большой городской пруд/ г. Зеленоград	Fe <sub>общ.0,07</sub> M <sub>181</sub> HCO <sub>3</sub> 92 Cl 28 SO <sub>4</sub> 11 NO <sub>3</sub> 0,17 рН <sub>9,7</sub> T <sub>24,0</sub> Ca 24 Mg 7 Na+K 18 NH <sub>4</sub> 0,32
Царицынские пруды/г. Москва	Fe <sub>общ.0,07</sub> M <sub>600</sub> HCO <sub>3</sub> 220 SO <sub>4</sub> 100 Cl 99 NO <sub>3</sub> 2,3 рН <sub>8,1</sub> T <sub>24,8</sub> Ca 82 Na+K 77 Mg 17 NH <sub>4</sub> 0,10
Константиновский карьер/ г. Тверь	Fe <sub>общ.0,05</sub> M <sub>188</sub> HCO <sub>3</sub> 116 Cl 12 SO <sub>4</sub> 11 NO <sub>3</sub> 1,0 рН <sub>8,2</sub> T <sub>23,5</sub> Ca 31 Na+K 14 Mg 4 NH <sub>4</sub> 0,09
Эталонная формула Курлова по ПДК <sub>в</sub> [15]	Fe< <sub>0,3</sub> M< <sub>1000</sub> SO <sub>4</sub> <500 Cl <350 NO <sub>3</sub> <45 рН <sub>6,5-8,5</sub> Na <200 Mg <50 NH <sub>4</sub> <1,5

ций, в целом, соответствуют нормативам, либо не обнаружены. Из 36 проб воды не соответствовало санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям 17% проб, где содержание общих колиформных бактерий составляло 500 и более КОЕ в 100 мл исследуемой воды. К неблагоприятным объектам можно отнести: р. Москва на юго-западе г. Москва и г. Химки, р. Клязьма в районе аэропорта Шереметьево, Большой городской пруд (р. Сходня) в г. Зеленоград, Пяловское водохранилище в Юрьевском заливе. В воде пляжа на Икшинском водохранилище общее число колиформных бактерий составило 400 КОЕ в 100 мл. Наибольшее число термотолерантных колиформных бактерий отмечено в Мошковичском заливе Ивановского водохранилища, где оно составляет 3000 КОЕ в 100 мл. Температура воды в Мошковичском заливе — приемнике теплых вод, отводимых с Конаковской ГРЭС, выше на 3-7 °С, чем на фоновых участках в естественных условиях. Температура влияет на скорость химических реакций, скорость фотосинтеза водорослей и водных растений, скорость метаболизма других организмов, а также на то, как загрязнители, паразиты и другие патогены взаимодействуют с водными обитателями [18]. Поэтому участок активного рекреационного водопользования (несанкционированный пляж) на Мошковичском заливе представляет угрозу здоровья для отдыхающих по микробиологическим показателям.

В европейских стандартах оценки качества воды для купания микробиологический анализ (по Директиве 2006/7/ЕС) включает в себя определение кишечного энтерококка (ориентировочное значение 100 КОЕ/100 мл) и кишечной палочки (ориентировочное значение 100 КОЕ/100 мл, обязательное значение 2000 КОЕ/100 мл) [19]. Данные показатели считаются достаточными для выявления микробиологического загрязнения.

Загрязнение водной среды означает внесение человеком прямо или косвенно веществ или энергии, которые приводят к пагубным последствиям: наносится вред живым организмам, формируется опасность для здоровья человека, создаются препятствия для водопользования [20]. Рекреационная доступность водного объекта, часто, является приоритетной при выборе места отдыха в ЦФО, но важно также учитывать качество воды в водоеме. Водный объект, согласно п. 1 ст.18 ФЗ №52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»

## Литература

1. Чижова В.П., Применение системного подхода к изучению рекреационной дигрессии при-

[21] «не должен являться источником биологических, химических и физических факторов воздействия на человека».

## Заключение

**В**одохранилищах Московской и Тверской областей (Иваньковском, Икшинском, Истринском, Клязьминском, Озернинском, Пестовском, Рузском и Угличском) антропогенное воздействие приводит к увеличению концентраций сульфатов и хлоридов (в 3-3,5 раза относительно фонового содержания), суммы натрия и калия (в 4,6 раза фон), нефтепродуктов (в 20-35 раз фон), а также БПК<sub>5</sub> (до 7 мгО/дм<sup>3</sup>).

Препятствиями для рекреационного водопользования замкнутых водоемов (озер, прудов, обводненных карьеров) центральной части России могут быть: повышенная мутность, например, в Царицынских прудах и Большом городском пруде (до 31,4 и 34,4 мг/дм<sup>3</sup>), формирование щелочных вод рН>8,5 ед. рН, которые могут вызывать раздражение и являются благоприятной средой для развития кожных заболеваний, а также локальное загрязнение нефтепродуктами (до 0,25 мг/дм<sup>3</sup> в Царицынских прудах).

Качество воды рек ЦФО различно. Минерализация связана с природными (питание грунтовыми водами) и антропогенными факторами. Высокие концентрации загрязняющих веществ (сульфатов, хлоридов, фосфора общего растворимого, БПК<sub>5</sub>, нефтепродуктов, СПАВ) обусловлены антропогенными факторами, в частности, сбросом сточных вод, что приводит к загрязнению рекреационно-доступных водотоков. Природные и антропогенные факторы равнозначно влияют на формирования качества воды в водотоках по таким показателям как нитраты, железо общее, ХПК.

Наиболее удовлетворительное качество воды в сравнении с ПДК<sub>в</sub> и фоном в водных объектах:

- Икшинском, Клязьминском, Озернинском, Пестовском, Рузском водохранилищах;
- озерах Черное и Школьное (г. Зеленоград) и карьере Константиновский (г. Тверь);
- реках Сережа, Озерна, Орша и р. Волга в г. Тверь (городской пляж).

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-35-00609 мол\_а*

родных территориальных комплексов // Вестник Моск. ун-та, серия география. 1974. №1. С. 88-90.



2. Васильев Ю.С., Использование водоемов и рек в целях рекреации. // Ю.С. Васильев, В.А. Кукушкин. Л., Гидрометеиздат, 1988, С. 229.
3. Захаров С.Г. Рекреационная нагрузка на побережье и акваторию озера Еловое / С.Г. Захаров, А.О. Голактонова // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. №5 (220). С. 81-83.
4. Ланцова И.В., Водохранилища как объект рекреационного использования / И.В. Ланцова, И.Л. Григорьева, О.А. Тихомиров // Тверь: ТГУ, 2004. 160 с.
5. Ланцова И.В., Рекреационное водопользование как фактор формирования качества воды // Вода: Химия и экология. 2009. №2. С. 2–7.
6. Григорьева И.Л., Влияние рекреационного водопользования на качество воды Ивановского водохранилища / И.Л. Григорьева, Е.А. Чекмарева // Известия РАН. Серия географическая. М.: Наука. 2013. №3. С. 63-70.
7. Государственный доклад. О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 году. М.: НИИ-Природа, 2017. 300 с.
8. Авакян А.Б., Некоторые вопросы рекреационного использования водохранилищ / А.Б. Авакян, В.К. Бойченко, В.П. Салтанкин // Вод. ресурсы. 1986. №3. С. 77–84.
9. ГОСТ 3161-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб», М.: Стандартинформ, 2013. 32 с.
10. ГОСТ 31942-2012 «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа», М.: Стандартинформ, 2011. 24 с.
11. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод, М.: Стандартинформ, 2000. 18 с.
12. Алекин О.А. Общая гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1948. 207 с.
13. Курлов М.Г., Классификация сибирских целебных минеральных вод / Томск: изд-во Физioterпевтического института, 1928. 74 с.
14. Никаноров А.К. / Гидрохимия: учебник, изд. 3-е, доп. Ростов-на-Дону: НОК, 2008. 461 с.
15. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Стандартинформ, 2003. 84 с.
16. Water quality assessments – a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring – second edition / edited by Deborah Chapman. 1996. 651 p.
17. Oskam G. Quality aspects of the Biesbosch reservoirs //Aqua. 1983. Vol. 6. p. 497-504
18. Water quality for ecosystem and Human Health // Prepared and published by the United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System (GEMS). 2006. 132 p.
19. Quality of bathing water – 2009 bathing season // EEA Report. 2010. Vol. 3. 40 p.
20. M. Meybeck. Chemical characteristics of rivers // Fresh surface water. Vol. 1. 2009. p. 310-319.
21. Федеральный закон №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. с изм. 21.10.2018 г. Москва, 2008.