

# ВОДА

## ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

В С Е Р О С С И Й С К И Й  
научно-практический журнал

2 • 2011

### Главный редактор:

**Кулов Н.Н.**

д.т.н., проф., заместитель председателя Научного совета РАН по научным основам химической технологии, вице-президент Российского химического общества им. Д.И. Менделеева

### Заместитель главного редактора:

**Мельников И.О.**

к.х.н., заведующий сектором прикладной экологии воды Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН

### Выпускающий редактор:

к.б.н., ст.н.с. **Шаги-Мухаметова Ф.Ф.**

### Координатор проекта по России, странам СНГ и Восточной Европы:

**Бондаренко А.А.**

### Редакционная коллегия:

д.х.н., проф. **Артемов А.В.**

д.т.н., проф. **Барзов А.А.**

к.х.н., проф. **Беренгартен М.Г.**

к.х.н. **Бусыгина Н.С.**

д.т.н., проф. **Десятков А.В.**

к.х.н. **Елинсон И.С.**

д.х.н., проф. **Зволинский В.П.**

д.т.н., проф. **Каграманов Г.Г.**

проф. **Кролли О.А.**

к.х.н. **Куцева Н.К.**

д.т.н., проф. **Лаптев А.Г.**

д.х.н., проф. **Лященко А.К.**

к.ф.-м.н. **Пацаева С.В.**

д.б.н. **Решетилова Т.А.**

д.т.н., проф. **Сироткин А.С.**

**Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.**

**Импакт-фактор журнала за 2009 г. составляет 0,244.**

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-31640 от 10.04.2008 г.

АДРЕС ДЛЯ ПИСЕМ:

117049, г. Москва, ул. Крымский вал, д. 8

ТЕЛ./факс: (495) 648-6241

E-MAIL:

editor@watchemec.ru

(по вопросам публикации статей),

market@watchemec.ru

(по вопросам размещения рекламы и подписки),

info@watchemec.ru

(по общим вопросам)

За достоверность сведений, указанных в рекламных объявлениях, ответственность несут рекламодатели. За достоверность приведенных в статьях результатов исследований ответственность несут авторы публикации. Точка зрения редакции может не совпадать с мнением авторов.

При перепечатке ссылка на журнал «Вода: химия и экология» обязательна.

Отпечатано в типографии ЗАО «Корпорация Знак».

Тираж 3000 экз.

© ООО Издательство «Креативная экономика», 2010.

Дизайн и компьютерная верстка – Егоров Г.Д., Столбова М.С.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Вопросы экологии

- 2 Д.Ю. Нохрин, Ю.Г. Грибовский, Н.А. Давыдова ♦  
Химический состав воды ряда водохранилищ Южного Урала

- 9 С.А. Колесникова, А.Н. Бармин ♦  
Экологические аспекты загрязнения подземных вод на территории Астраханской области

### Технологии промышленной и бытовой очистки вод

- 13 Н.В. Мальцевская, В.В. Бирюков ♦  
Применение мерцающего света при культивировании *Chlorella* sp. как способ снижения энергозатрат при очистке стоков и газовых выбросов

- 18 Ю.М. Аверина, Д.В. Павлов, С.О. Вараксин ♦  
Обезжелезивание воды с замкнутым циклом водопользования

### Научно-аналитические обзоры

- 23 К.С. Голохваст, Д.С. Рыжаков, В.В. Чайка, А.Н. Гульков ♦  
Перспективы использования электрохимической активации растворов

- 31 Обзор патентов

### Гидробиология

- 35 А.В. Глызин, О.Ю. Глызина, С.А. Любченко ♦  
Изучение байкальских гидросимбионтов с помощью экспериментальных аквариумных установок

### Материалы для водоподготовки

- 41 Д.А. Филатов, Л.И. Сваровская, Л.К. Алтунина ♦  
Отмыв нефтешлама композициями ПАВ с последующей биодеструкцией нефти в отработанном растворе

- 48 Е.В. Дербишер, Е.В. Овдиенко, В.Е. Дербишер ♦  
Технология очистки ливневых сточных вод с урбанизированных территорий с применением модифицированных полимерных сорбентов

### Химия воды и водных растворов

- 54 А.А. Артамонов, В.В. Цетлин ♦  
Суточные вариации физических свойств воды

### Аналитические методы и системы контроля качества воды

- 60 А.И. Авербух, О.М. Розенталь ♦  
Метрологическое обеспечение контроля качества вод

### Short communications

- 66 В.Ж. Биккулова, Ф.М. Латыпова, Л.Х. Мухаметдинова, Ф.Р. Саетгалиева ♦  
Новые модифицированные сорбенты на основе глины для очистки сточных вод от ионов железа

- 69 А.С. Литвинов, Л.А. Кучай, Е.Н. Соколова ♦  
Ветровое волнение и термическая структура в Главном плесе Рыбинского водохранилища

- 74 Анонс конференций

- 78 Правила оформления статей для публикации в журнале «ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ»

# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ РЯДА ВОДОХРАНИЛИЩ ЮЖНОГО УРАЛА

**Капиллярно-электрофоретическим, атомно-абсорбционным спектрофотометрическим и химико-аналитическими методами изучен состав воды семи Южноуральских водохранилищ. С использованием графических методов (диаграмма Пайпера, цветовое ранжирование) выявлены общие закономерности и особенности водоёмов по 35 показателям состава воды.**

## Введение

**К**онтроль экологического состояния водохранилищ представляет особую сложность ввиду их многоцелевого использования и невозможен без знания основных закономерностей формирования естественного химического состава воды в местных геохимических условиях. Количество доступной информации по гидрохимии Южноуральских водохранилищ невелико: большая её часть не была опубликована и содержится в преимущественно утративших актуальность отчётах о НИР [1-3]. За последнее десятилетие в ходе работ по оценке экологического и ветеринарно-санитарного состояния рыбохозяйственных водоёмов в рамках исследовательской тематики ВНИИВСГЭ РАСХН (ОНТП 05.03.28) авторами был накоплен значительный материал по гидрохимическим особенностям ряда водохранилищ. Цель работы заключалась в обобщении полученной информации.

## Материалы и методы исследования

**О**bjectами исследования стали 7 водохранилищ Челябинской области. Долгобродское (ДВ, север области) – молодой и слабозагрязнённый водоём в стадии заполнения; Аргазинское (АВ) – наиболее крупное, находится в ближайшей зоне влияния Карабашского медеплавильного комбината и принимает воды, дренирующие его хвостохранилища; Шершнёвское (ШВ) – питьевой водоём г. Челябинска, расположен-

**Д.Ю. Нохрин\*,**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Уральского филиала Государственного научного учреждения Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии Российской академии сельскохозяйственных наук (Уральский филиал ГНУ ВНИИВСГЭ РАСХН)

**Ю.Г. Грибовский,**

доктор ветеринарных наук, директор Уральского филиала ГНУ ВНИИВСГЭ РАСХН

**Н.А. Давыдова,**

соискатель, младший научный сотрудник Уральского филиала ГНУ ВНИИВСГЭ РАСХН



ный на его окраине, с повышенной техногенной и рекреационной нагрузками; Южноуральское (ЮУВ) и Троицкое (ТВ) – водохранилища-охладители ГРЭС, работающих на высокотемпературных углях; Верхнеуральское (ВУВ) – второй по величине водоём с минимальной техногенной нагрузкой; Магнитогорское водохранилище (МВ, юг области) – делит г. Магнитогорск на 2 части и включает Заводский пруд, принимающий разогретые технологические воды Магнитогорского металлургического комбината (ММК). Параметры водохранилищ приведены в *табл. 1*.

Пробы воды отбирались в 2000-2008 гг., в безледный период, преимущественно со среднего горизонта. Определение температуры и растворённого кислорода проводилось *in situ*. Анализ содержания главных ионов, соединений азота и фосфора, а также ионов  $F^-$ ,  $Li^+$ ,  $Si^{2+}$  и  $Ba^{2+}$  был проведен методом капиллярного электрофореза на системе «Капель 103-Р» (НПФАП «Люмэкс», Россия) по методикам [4-5]. Сбор данных, анализ полученных электрофореграмм и расчеты выполнены в пакете «МультиХром для Windows» (версии 1.5-1.52u, ЗАО «Амперсенд»). Щёлочность определялась титриметрией с метиловым оранжевым, окисляемость – перманганатным методом Кубеля, сероводород – реакцией со свинцово-уксус-

\* Адрес для корреспонденции: nokhrin8@mail.ru

ной бумагой [6], жёсткость и углекислый газ – расчётными методами [7]. Пробоподготовка для определения Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb проводилась методом сухой минерализации без предварительной фильтрации [8], анализ – на атомно-абсорбционном спектрофотометре «AAS-1» («Karl Zeiss Jena», Германия) в пламени смеси ацетилен-воздух или пропан-воздух.

Средние значения для элементов, содержащих цензурированные наблюдения (менее предела обнаружения) находили по робастному методу Хелсела в пакете UnCensor (v. 4.0). При интерпретации результатов анализа химического состава воды использовались значения предельно допустимых концентраций веществ в водоемах рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>ВР</sub>) [9], а также диаграмма Пайпера, построенная в пакете GW\_Chart (v. 1.21).



## Результаты и их обсуждение

**Д**анные о составе воды изученных водохранилищ представлены в *табл. 2*. Во всех водоемах вода была пресной (в ДВ – ультрапресной, в ТВ – с относительно повышенной минерализацией) и, за исключением ЮУВ, имела нейтральную или слабощелочную реакцию.

На *рис. 1* соотношение главных ионов изображено на диаграмме Пайпера.

Как видно из её правой части, все водоёмы сосредоточились в малом треугольнике гидрокарбонатных вод. Особенности анионного состава были повышенная доля  $\text{SO}_4^{2-}$  в ДВ и  $\text{Cl}^-$  в ТВ. В целом, разнообразие анионного состава обеспечивалось приблизительно равными долями изменчивости  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  при вдвое меньшей доле изменчивости  $\text{Cl}^-$ . В случае катионов 6 из 7 водоёмов демонстрировали смешанный (преимущественно кальциево-магниевый) состав и только в ДВ наблюдалось отчётливое преоблада-

**Таблица 1**

Параметры семи Южноуральских водохранилищ

| Показатели                          | Долгобродское | Аргазинское | Шершнёвское | Южноуральское | Троицкое    | Верхнеуральское | Магнитогорское |
|-------------------------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|----------------|
| Река                                | Уфа           | Миасс       | Миасс       | Увелька       | Увелька, Уй | Урал            | Урал           |
| Бассейн                             | Волга         | Обь         | Обь         | Обь           | Обь         | Урал            | Урал           |
| Год создания                        | 1989          | 1946        | 1969        | 1952          | 1960        | 1964            | 1937           |
| Регулирование стока                 | многолет.     | многолет.   | сезонное    | сезонное      | сезонное    | многолет.       | сезонное       |
| Тип                                 | русловый      | озёрный     | озёрный     | озёрный       | русловый    | озёрный         | русловый       |
| Каскад, № п/п                       | –             | 1           | 1           | 2             | 2           | 3               | 3              |
| Положение в каскаде, № п/п          | –             | 1           | 2           | 1             | 2           | 1               | 2              |
| НПУ, м                              | 366,0         | 274,5       | 224,5       | 201,0         | 161,0       | 382,0           | 351,0          |
| Полный объём, млн. м <sup>3</sup>   | 333,0         | 966,1       | 157,0       | 71,6          | 45,1        | 601,0           | 174,0          |
| Полезный объём, млн. м <sup>3</sup> | 273,0         | 786,1       | 67,0        | 61,7          | 22,1        | 569,0           | 27,0           |
| Площадь зеркала, км <sup>2</sup>    | 35,2          | 102         | 39,0        | 18,2          | 10,8        | 78,0            | 33,4           |
| Длина, км                           | 19            | 22          | 18          | 10            | 20          | 35              | 18             |
| Ширина максимальная, км             | 2,2           | 11,6        | 4,0         | 2,2           | 0,78        | 4,0             | 2,2            |
| Глубина максимальная, м             | 32            | 14,5        | 14          | 12            | 14          | 25              | 12             |
| Глубина средняя, м                  | 9,5           | 9,5         | 4,0         | 3,9           | 4,2         | 7,7             | 5,2            |
| Наполнение, %                       | 51            | 71–92       | 84,7–89,2   | 99,7–103      | 99,9–104    | 89–94           | 100,1–101      |