

**В.Н. ПРОКШИЦ, В.А. ДМИТРИЕВ, Л.М. БАЛАШОВА**  
(Волгоград)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ НА СОДЕРЖАНИЕ МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ОБЩЕГО СОЛЕВОГО СОСТАВА**

*Приведены результаты исследовательской работы по химическому анализу состава природных поверхностных и грунтовых вод Волго-Ахтубинской поймы, являющейся природным парком.*

*Ключевые слова: природные воды, Волго-Ахтубинская пойма, аналитический контроль, тяжелые металлы, железо, марганец*

Вода – уникальное вещество, без которой невозможно существование ни одной биологической системы на любом уровне ее организации, начиная с молекулярного и заканчивая биосферным. Велика роль воды и в процессах неживой природы – она участвует в выветривании и разложении горных пород и минералов, в формировании рельефа; с водой в ее жидкой и газообразной форме косвенно связаны практически все атмосферные метеорологические явления. Нельзя отделять действие воды в биосистемах от действия воды в неорганической природе, более того, следует отметить, что именно благодаря воде облик Земли таков, каким мы привыкли его видеть. Таким образом, трудно переоценить важность сохранения природных вод от загрязнений, необходимость поддержания их естественного химического состава. Очень часто опасность нарастающего загрязнения водоемов не воспринимается всерьез, между тем вода с высокой концентрацией вредных продуктов технической и аграрной деятельности человека наносит самому человеку вред не меньший, чем прочим биологическим видам. Постоянно публикуются научные и учебные исследования, посвященные мониторингу химического состава природных вод, но поскольку отрицательное влияние человека на окружающую среду пока только возрастает, исследования в этой области не потеряли своей актуальности. В рамках данной проблемы мы провели исследования по химическому анализу образцов вод Волго-Ахтубинской поймы, являющейся природным парком, при непосредственном участии учеников школы с углубленным изучением предметов НОУ СОШ «Гармония – Альфа». Химический эксперимент выполнен на кафедре химии ВГСПУ.

Приоритетным направлением новых учебных образовательных стандартов в школе является развитие личности в системе образования, которое обеспечивается, прежде всего, через формирование универсальных учебных действий (УУД), которые выступают инвариантной основой образовательного и воспитательного процесса. Владение учащимися УУД при выполнении исследований создает возможность в дальнейшем самостоятельного усвоения новых знаний, умений и компетенций и способствует более широкой ориентации в различных предметных областях деятельности (химия, биология, экология и др.) и построению самой учебной деятельности.

Большая роль в формировании УУД играет организация и проведение учебно-исследовательской работы учащихся на базе вузов, на условиях договоров о сотрудничестве школ с кафедрами институтов. Обладая большими возможностями, преподаватели кафедр могут организовать исследовательскую работу учащихся на должном научно-методическом уровне, ориентируясь на научную проблематику своих кафедр и вести работу профориентационной направленности.

Учебно-исследовательская деятельность учащихся формирует умения ставить цели и задачи исследования, способы их достижения, контролировать и оценивать ход и результат работы, делать выводы. В процессе выполнения указанной исследовательской работы учащиеся приобретают навыки проведения химического эксперимента, осваивают методики качественного и количественного анализа реальных природных объектов с применением физических приборов. Все это отвечает современным требованиям развития познавательной деятельности и научного мышления учащихся, способствует повышению их теоретической и экспериментальной подготовки по химии, уровня экологического мировоззрения и понимания проблем охраны окружающей среды.

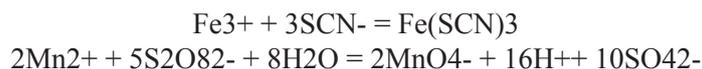
Объектами нашего исследования явились пробы воды, которые были отобраны для анализа из рек Волги и Ахтубы, ериков и в населенных пунктах из колодцев и скважин по пути следования от г. Краснослободска до поселка «Калинова» (Средняя Ахтуба).

Места отбора проб:

- проба №1 – р. Волга в районе г. Краснослободска;
- проба №2 – водонапорная колонка в г. Краснослободске на пересечении ул. Шестакова и пер. Донского;
- проба №3 – поселок Госпитомник, из водопровода, обеспечиваемого водой из местной скважины;
- пробы № 4–5 – поселок Колхозная Ахтуба из местных колодцев;
- проба №6 – поселок Калинова из колодца;
- проба №7 – хутор Бурковский из колодца;
- проба №8 – ерик Судомойка;
- проба №9 – ерик Гнилой;
- проба №10 – ерик Осинки;
- проба №11 – скважина спортлагеря ВГСПУ;
- проба №12 – р. Ахтуба в районе рабочего поселка Средняя Ахтуба;
- проба №13 – скважина № 3 в г. Краснослободске;
- проба №14 – скважина № 4 в г. Краснослободске;
- проба №15 – скважина № 1 на острове Сарпинский;
- проба №16 – скважина № 2 на острове Сарпинский.

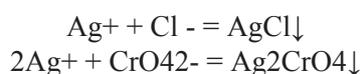
Отобранные пробы были проанализированы по ряду химических параметров. В первую очередь был проведен анализ на содержание общего железа и марганца, что явилось главной целью данной работы. Наличие в грунтовых водах Волго-Ахтубинской поймы высокого содержания ионов этих тяжелых металлов отмечалось ранее в подобных исследованиях [5]. Данная работа характеризует состояние некоторых водоемов поймы на период весна-лето 2014 г. Поскольку в работе изучались и ранее не анализируемые водные источники, полученные результаты могут быть полезны для расширения уже имеющихся информации по составу поверхностных и грунтовых вод и изучения динамики содержания различных веществ в водах поймы.

Методики анализа [1; 3; 4; 6; 7]. Анализ вод на содержание ионов железа и марганца проведен спектральным методом на фотоэлектроколориметре КФК-2. При этом были приготовлены серии стандартных растворов солей марганца и железа с применением соответствующих реактивов, дающих характерно окрашенные растворы, подчиняющиеся закону светопоглощения Бугера–Ламберта–Бера. Путем фотоколориметрирования определена оптическая плотность стандартных растворов. На основании полученных данных были построены соответствующие графики зависимостей оптической плотности растворов от концентраций железа и марганца. В исследуемых пробах ионы железа были предварительно переведены в трехвалентную форму. Затем железо было связано в окрашенное соединение тиоцианат (роданид) железа (III), а марганец окислен персульфатом аммония до перманганата в присутствии азотнокислого серебра в качестве катализатора и солей ртути (II) для связывания хлорид-ионов в малодиссоциирующее соединение. Реакции для железа и марганца протекают в соответствии с данными схемами:

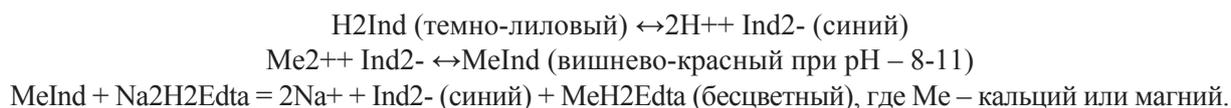


Сульфаты определены полуколичественно, с применением реакции осаждения сульфат-ионов ионами бария в кислой среде:  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$

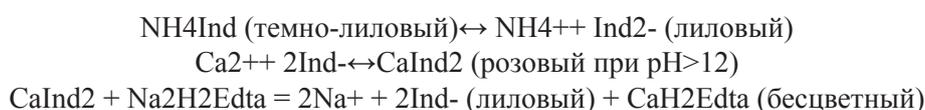
Была приготовлена стандартная шкала, с которой сравнивались исследуемые растворы по количеству образовавшегося осадка (в виде взвеси). Хлориды определены путем титрования пробы стандартным раствором азотнокислого серебра в присутствии хромата калия для определения окончания титрования. При этом последовательно протекают реакции:



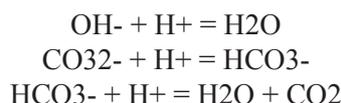
Общая и кальциевая жесткость определены комплексонометрическим методом, в качестве хелатирующего агента использовался стандартный раствор трилона Б. Применены индикаторы кислотный хром темно-синий и мурексид. Для создания необходимой величины pH были использованы аммиачный буфер и растворы сильных оснований. Общие схемы реакций, протекающие при определении жесткости:



Реакции, протекающие при анализе на кальциевую жесткость:



Магниева жесткость определялась по разности общей и кальциевой жесткости. Временная жесткость определена путем титрования исследуемых проб стандартным раствором соляной кислоты в присутствии индикатора метилоранжа. При этом протекают следующие реакции:



Кислотность среды определена методом прямой потенциометрии с использованием pH-селективного электрода. Общее солесодержание определялось методом кондуктометрии, т.е. измерением удельной электрической проводимости растворов. Измерения велись на приборах ИПЛ-101 и КСЛ-101 марки «Мультитест».

Результаты исследований. Усредненные данные, полученные в ходе анализа, представлены в таблице. Последняя строка отражает требования ПДК [6].

В ходе исследования в отдельных пробах были выявлены превышения значений ПДК по содержанию ионов железа и марганца, хлорид-ионов, по жесткости и общему солесодержанию (пробы 3–7, 12–15). Обнаружено опасное превышение значений ПДК по содержанию тяжелых металлов железа (пробы 4, 5, 11, 13, 15) и марганца (пробы 4, 5, 12, 14, 15). Было установлено, что железо и марганец встречаются в воде скважин, как правило, совместно и обычно высокому содержанию железа соответствует высокое содержание марганца (пробы 4, 5, 15), что подтверждается научными данными (в поверхностных водах эта взаимосвязь не выявлена). Использование таких вод в хозяйственно-бытовых целях может быть опасно для здоровья людей и требует применения дополнительных мер по их очистке (или поиска другого места или горизонта отбора воды). Однако причины высокого содержания ионов железа и марганца на различных уровнях залегания грунтовых вод в этом районе не установлены, и этот вопрос требует дальнейшего комплексного изучения с привлечением специалистов смежных дисциплин, с накоплением большего числа экспериментальных данных. Ранее было выдвинуто предположение о концентрировании марганца и железа в грунтовых водах поймы в результате разложения продуктов жизнедеятельности древних животных и растительных организмов [2].

На наш взгляд, необходимо продолжить мониторинг состояния поверхностных и грунтовых вод природного парка «Волго-Ахтубинская пойма», территории которого подвергаются возрастающему антропогенному воздействию, увеличив число изучаемых объектов и исследовав сезонные изменения их химического состава. К решению этой проблемы могут быть также привлечены студенты и школьники в рамках организации их учебно-исследовательской деятельности химико-экологической направленности.

Пробы и параметры	Fe (общее), мг/л	Mn <sup>2+</sup> , мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Карбонатная жесткость, мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л
Проба №1	<0,025	<0,005	35	164,7	49,7
Проба №2	0,092	<0,005	25	172,0	49,8
Проба №3	0,35	<0,005	40	225,7	43,3
Проба №4	1,37	0,46	160	201,3	1065
Проба №5	1,47	1,0	320	427,0	1207
Проба №6	0,08	<0,005	450	427,0	284
Проба №7	0,04	<0,005	470	372,1	372
Проба №8	0,25	<0,005	12,5	176,9	42,6
Проба №9	<0,025	<0,005	20	183,0	42,4
Проба №10	0,05	<0,005	92,5	189,1	49,7
Проба №11	8,8	<0,005	20	195,2	177
Проба №12	<0,025	0,24	35	164,7	56,8
Проба №13	22,0	<0,005	170	152,5	213,0
Проба №14	0,3	4,3	75	244	253,4
Проба №15	1,2	0,53	120	183,0	77,0
Проба №16	<0,025	<0,005	110	152,5	49,4
ПДК	0,3	0,1	500	300	350
Пробы и параметры (продолжение таблицы)	Ca <sup>2+</sup> , мг/л	Mg <sup>2+</sup> , мг/л	Общая жесткость, ммоль·эquiv/л	Общее солесо- держание, мг/л	pH, ед. pH
Проба №1	60,1	14,4	4,2	231,2	8,3
Проба №2	60,1	14,4	4,2	232,2	8,0
Проба №3	54,2	16,8	4,1	108,5	7,6
Проба №4	166,3	33,6	11,1	1643	8,2
Проба №5	290,6	66,0	20,0	1832	7,2
Проба №6	224,5	33,6	14,0	697,0	7,5
Проба №7	220,4	84,0	18,0	973,5	7,8
Проба №8	64,1	9,6	4,0	228,8	8,2
Проба №9	60,1	14,4	4,2	232,2	8,5
Проба №10	60,1	18,0	4,5	232,0	8,1
Проба №11	72,2	19,2	5,2	175,7	7,6
Проба №12	60,1	9,7	3,8	224,8	8,5
Проба №13	160,3	42,5	11,5	682,2	8,4
Проба №14	200,4	66,8	15,5	946,5	7,4
Проба №15	76,4	26,7	6,0	364,7	7,8
Проба №16	72,2	20,7	5,5	340,8	8,0
ПДК	135	65	7	1000	6-9

### Литература

1. Государственный стандарт Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества».
2. Курьшова Ю.В., Прокшиц В.Н. Изучение химического состава водных объектов Волго-Ахтубинской поймы // Сборник научных и методических статей всероссийской научно-практической конференции «Основные вопросы теории и практики преподавания химии». М. : Планета. 2013. 15 нояб.
3. Мартынова Е.И., Прокшиц В.Н. Химия и окружающий мир. Волгоград: Лицей, 2006.
4. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. СПб.: «Крисмас+», 2004
5. СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
6. Таубе П.Р., Баранова А.Г. Практикум по химии воды М. : Высшая школа, 1971.
7. Шицкова А.П. Методы определения вредных веществ в воде водоемов. М.: Медицина, 1981.



### ***Research of surface and ground water of the Volga-Akhtuba floodplain concerning manganese and ferrum and the general salt composition***

*There are given the research results in chemistry analysis of the natural surface and ground water of the Volga-Akhtuba floodplain, which is a natural park.*