

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 504.4.054 (470.3331)

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ СТАРИЦКОГО РАЙОНА (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С.М. Дементьева, Е.М. Тарасова

Тверской государственный университет, Тверь

С помощью метода АЭС-ИСП в образцах воды, собранных в Старицком районе, определено валовое и среднее содержание 18 металлов (3 щелочных: Na, K, Li; 3 щелочноземельных: Ca, Mg, Ba; и 12 металлов и металлоидов: Al, As, B, Mn, Pb, Fe, Sb, Sn, Cu, V, W, Bi). Проведено сравнение содержания металлов в водах Старицкого района и города Твери. Показатели валовых концентраций в поверхностных водах в Старицком районе и г. Твери не превышают ПДК_{пв}.

Ключевые слова: АЭС-ИСП, щелочные и щелочноземельные металлы, металлы, поверхностные воды, Тверская область, Тверь, Старицкий район, р. Волга.

Введение. Тверская область обладает густой речной сетью, которая равномерно распределена по ее территории. Главный водораздел Европейской части России, разделяющий реки Каспийского, Балтийского и Чёрного морей располагается на западной окраине области. Большинство рек области являются притоками Верхней Волги, лишь на северо-западе и юго-западе протекают реки, относящиеся к бассейнам Мсты и Западной Двины. Вблизи южных границ области берёт своё начало река Днепр.

Самой крупной рекой является река Волга, это главная водная артерия Тверской области. Площадь её бассейна 59650 км², т.е. более двух третей территории Тверской области. У реки Волга очень разветвлённая речная сеть, она принимает около 150 притоков (Загорский, 1960).

Старицкий район полностью расположен в бассейне верхнего течения р. Волги. Эту часть территории по традиции называют Ржевско-Старицкое Поволжье. Река Волга протекает с юга на север, пересекая район практически посередине, и является главной водной артерией района. Её притоки: Малая Коша, Тьмака, Шоша, Черемошня, Старченка, Нижняя Старица, Холохольня.

В районе площадь рек и озёр составляет примерно 1% территории. Средняя густота речной сети - 0,17-0,20 км/км², а вблизи

Волги до 0,38 км/км². (Коронкевич, 1996)

Все реки Старицкого района относят к Восточно-Европейскому типу водного режима и питания (снегодождевой). Реки относятся к Восточному гидрологическому району - это реки с высоким пиком половодья, которые незначительно регулируются озёрами и лесами.

(Загорский, 1960)

В настоящее время в мире и в России осталось немного рек, которые не были загрязнены продуктами жизнедеятельности человека. Основными источниками загрязнения крупных водотоков Тверской области остаются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды, а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реки или через их притоки (Государственный доклад...2015). Проблема загрязнения поверхностных вод стала очень актуальной, поэтому вопросы, касающиеся мониторинга, методов защиты и охраны поверхностных вод, являются первостепенными.

Цель данной работы - анализ содержания щелочных, щелочноземельных и тяжелых металлов в поверхностных водах Старицкого района и сравнение содержания их в некоторых реках города Твери. Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1) определение пунктов сбора (ПС) образцов с поверхностных водоемов Старицкого района и г. Твери

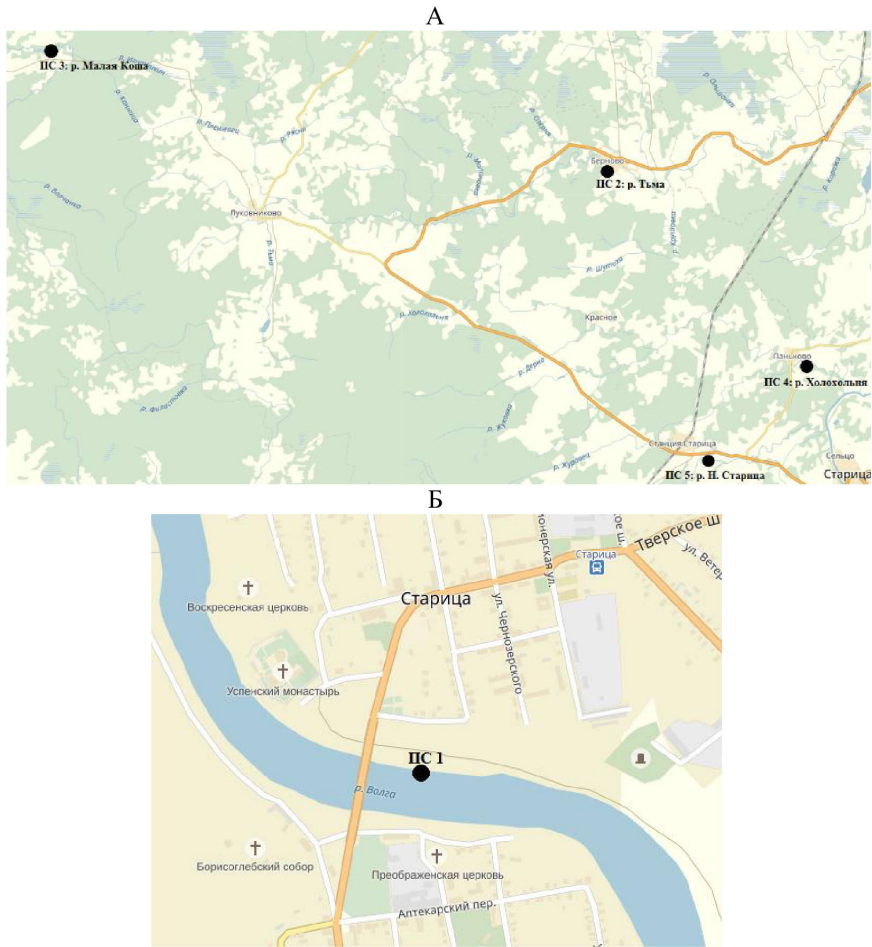
2) выявление содержания щелочных и щелочноземельных металлов в образцах вод из пунктов сбора (ПС) с помощью метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП)

3) выявление содержания тяжелых металлов в образцах вод, из ПС Старицкого района и г. Твери.

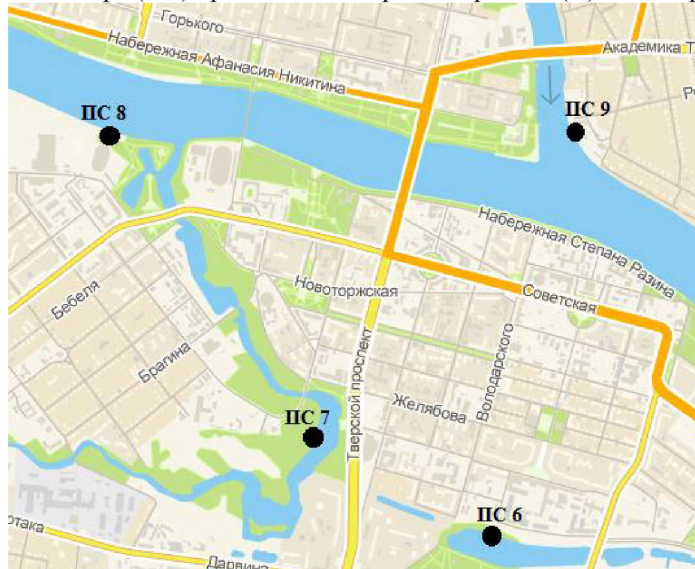
4) проведение сравнительной оценки загрязнения металлами рек Старицкого района и города Твери.

Методика. Основными водными объектами на территории Старицкого района являются река Волга и ее притоки. Район обеспечен как поверхностными, так и подземными водами (Схема территориального планирования 2008 г). Отбор проб вод производили в соответствии с ГОСТ Р 51592-200 «Вода. Общие требования к отбору проб». Исследования проводили в осенний период 2015 года на территории города Старицы, и Старицкого района:

- ПС 1: река Волга (г. Старица: ул. Адмирала Октябрьского)
- ПС 2: река Тьма (с. Берново)
- ПС 3: река Малая Коша (с. Орешки)
- ПС 4 : река Холохольня (с. Паньково)
- ПС 5: река Нижняя Старица (с. Лужи)



Р и с . 1 . Пункты сбора (ПС) проб воды в Старицком районе (А) и г. Старица (Б)



Р и с . 2 . Пункты сбора (ПС) проб воды в г. Тверь

На территории города Твери были взяты образцы вод из рек:

- ПС 6: река Лазурь (Центральный район, набережная реки Лазури, напротив Парка Победы)

- ПС 7: река Тьмака (Центральный район, Тверской проспект; пляж напротив)

- ПС 8: река Волга (Центральный район, Волжский проезд; рядом со стадионом «Химик»)

- ПС 9: река Тверца (Заволжский район, набережная реки Волги, напротив речного вокзала.

Всего проанализировано 27 образцов (рис. 1,2).

В лабораторных условиях проведен анализ образцов воды, с помощью метода АЭС-ИСП, в 5-ти кратном повторении измерений. Валовое содержание металлов определили с помощью АЭС-ИСП – спектрометра iCAP 6300 DUO (Thermo Scientific, USA) в Центре коллективного пользования Тверского Государственного Университета (ПНДФ 14.1:2:4.135-98). Значения содержаний выявленных металлов сравнили с ПДК для поверхностных вод (ПДК_{пв}) (ГН 2.1.5.1315-03, СанПин №4630-88).

Результаты и обсуждение. В образцах воды, собранных с поверхностных водоемов на территории Старицкого района (р. Волга и ее притоки в Старицком районе: р. Тьма, р. Малая Коша, р. Холохольня, р. Нижняя Старица), были обнаружены 18 металлов (Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sb, Sn, V, W), из которых 3 щелочноземельных (Ba, Ca, Mg) и 2 щелочных (K, Na) металла (табл.1,2). Значения концентраций обнаруженных металлов не превышают значения ПДК (ГН 2.1.5.1315-03). В некоторых реках г. Твери (Волга, Тьмака, Лазурь, Тверца) также были обнаружены 16 металлов (Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Pb, Sb, Sn, V, W) (табл. 1, 2). Превышение ПДК_{пв} не было обнаружено ни по одному элементу, но стоит отметить, что в р. Лазурь отмечено большое количество таких щелочных металлов, как K и Na, что не характерно для водоемов такого типа. Это связано с дождевыми смывами с почв и грунтов и сточными водами жилищно-коммунального хозяйства. Обнаруженные металлы с учетом их экологической опасности представляют собой 3-й класс опасности (ГН 2.1.5.1315-03).

Количественный анализ образцов воды из реки Волга в верховьях (Старица) и городе Твери показал разный уровень содержания металлов в пробах. Прослеживается тенденция увеличения значений почти по всем показателям в городе Твери, что обуславливается загрязнением реки сточными водами городского коммунального и промышленного хозяйства (табл. 1).

Таблица 1

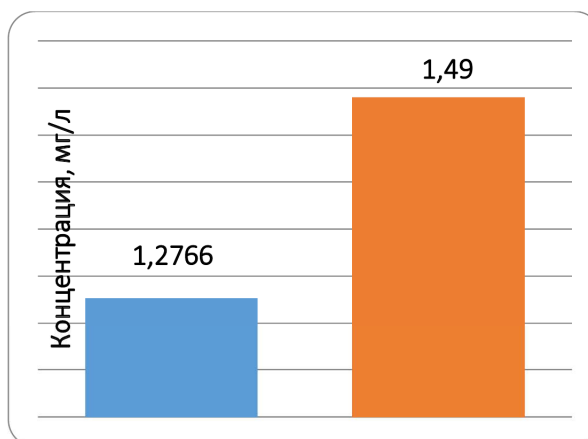
Концентрации металлов в исследуемых образцах вод из реки Волга, мг/л

№ п/п	Металл	р Волга (Старица)	р. Волга (Тверь)	ПДК (ГН 2.1.5.1315-03)
1	Al	-	0,0042 ± 0,0008	0,2 (0,5*)
2	As	-	0,0053 ± 0,0006	0,01
3	B	0,0086 ± 0,0002	0,011 ± 0,0001	0,5
4	Ba	0,0446 ± 0,0001	0,0531 ± 0,0002	0,7 (0,1*)
5	Ca	31,94 ± 0,08	42,70 ± 0,073	80
6	Cu	0,0052 ± 0,0002	0,0008 ± 0,0001	1
6	Fe	-	0,033 ± 0,0004	0,3 (0,1*)
7	K	2,059 ± 0,007	1,801 ± 0,012	200 *
8	Li	0,0031 ± 0,0001	0,0035 ± 0,0001	0,03
9	Mg	8,252 ± 0,037	13,973 ± 0,066	50
10	Mn	0,0026 ± 0,0002	0,0032 ± 0,0004	0,1
11	Mo	0,001 ± 0,0003	0,0016 ± 0,0007	0,25
12	Na	4,912 ± 0,016	4,941 ± 0,012	200
13	Pb	0,0105 ± 0,0025	0,0032 ± 0,0008	0,1
14	Sb	0,0027 ± 0,002	0,0036 ± 0,0011	0,005
15	V	0,0143 ± 0,0001	0,0235 ± 0,0001	0,1
16	W	0,0035 ± 0,0005	-	0,05

Примечание. * нормативы по СанПин №4630-88.

Такие металлы как As и Al в верховьях Волги (Старицкий район) обнаружены не были, в Твери эти металлы присутствуют в образцах вод из реки Волга, в количествах не превышающих ПДК_{пв}. Металлы B, Ba, Li, Mg, Sb, V в образцах воды из реки Волга в городе Твери имеют значения немного выше, чем в образцах воды из реки Волга в Старицком районе. Валовая концентрация Ca и Mg в образцах вод из р. Волга в гор. Твери выше, чем в образцах вод р. Волга Старицкого района, что является косвенным показателем увеличения жесткости воды.

В образцах воды из р. Волга Старицкого района обнаружены такие металлы как Pb, Cu в концентрациях выше, чем в образцах вод из р. Волга г. Твери. Это обусловлено тем, что рядом с точкой отбора проб в Старицком районе находится мост через реку Волга, что и обуславливает более значительное содержание этих металлов в пробах вод из Старицкого района. Также в образцах вод из Старицкого района обнаружен такой элемент как W, который не был обнаружен в реке Волга в г. Тверь, но содержание данного металла незначительно, и в 15 раз ниже ПДК_{пв}. Всего общими элементами для 2 ПС из р. Волга являются 13 элементов (B, Ba, Ca, Cu, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Pb, Sb, V). Сравнительная характеристика по средней концентрации металлов показывает, что в р. Волга Старицкого района содержится меньше солей и загрязнителей, чем в г. Твери (рис. 3)



Р и с . 3 . Средняя концентрация металлов в р. Волга Старицкого района и гор. Твери.

С помощью АЭС – ИСП в реке Малая Коша обнаружено 18 металлов (Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sb, Sn, V, W), в р. Холохольня – 15 металлов (As, B, Ba, Bi, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, V, W), в р. Тьма – 14 металлов (As, B, Ba, Bi, Ca, Cu, K, Li, Mg, Na, Pb, Sb, V, W), в р. Нижняя Старица – 16 металлов (As, B, Ba, Bi, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sb, V, W). Количественный анализ образцов вод из р. Малая Коша, Тьма, Холохольня и Нижняя Старица показал, что ионов Са в них больше чем в р. Лазурь, Тьмака, Тверца и Волга (табл.2). Выявлено, что самое большое содержание Са - 63,22 мг/л обнаружено в р. Нижняя Старица и в р. Тьма – 56,843 мг/л Са.

Основными источниками загрязнения являются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды, а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реки. Валовое содержание металлов 1, 2 и 3 класса опасности в притоках р. Волги в Старицком районе значительно ниже установленных ПДК_{пв}, что является закономерным ввиду отсутствия крупных промышленных предприятий в районе. Такие металлы как Al и Sn отсутствуют в образцах воды из рек Холохольня, Тьма и Нижняя Старица.

металлов в исследуемых образцах вод из рек Старицкого района				Т
Старицкий район				Т
ельня	Тьма	Нижняя Старица	Лазурь	Т
0,0011	0,0029 ± 0,0006	0,0042 ± 0,0012	0,0123 ± 0,0014	0,0024
0,0001	0,0101 ± 0,0002	0,0121 ± 0,0003	0,0052 ± 0,0012	0,0053
0,0001	0,0739 ± 0,0002	0,089 ± 0,0002	0,0867 ± 0,0002	0,0123
0,0006	0,0062 ± 0,0006	0,0063 ± 0,0009	0,0408 ± 0,0002	0,0480
± 0,14	56,843 ± 0,16	63,22 ± 0,12	0,0053 ± 0,0012	0,0050
0,0002	0,0054 ± 0,0001	0,0050 ± 0,0002	43,27 ± 0,14	50,2
0,0006	-	0,0191 ± 0,0007	0,0097 ± 0,0003	-
± 0,01	2,351 ± 0,008	3,416 ± 0,016	0,1447 ± 0,0151	0,1680
0,0001	0,0042 ± 0,0001	0,0060 ± 0,0001	8,835 ± 0,119	1,600
0,056	13,203 ± 0,077	18,436 ± 0,06	0,0096 ± 0,0001	0,0034
0,0002	-	0,0052 ± 0,0002	11,66 ± 0,106	14,1
± 0,01	5,722 ± 0,019	7,896 ± 0,1	0,044 ± 0,0033	-
0,0027	0,0099 ± 0,0023	0,0158 ± 0,0028	50,257 ± 0,12	4,772
-	0,0025 ± 0,0007	0,0024 ± 0,0003	0,0039 ± 0,0009	0,0031
-	-	-	0,0025 ± 0,0002	-
0,0001	0,0215 ± 0,0001	0,0298 ± 0,0002	0,0200 ± 0,001	0,024
0,0008	0,004 ± 0,0004	0,0040 ± 0,0006	-	0,0012
04	5,59	5,48	7,15	5

В реке Тьма также не обнаружено Fe и Mn, а в реке Холохольня не обнаружено Al, Sb и Sn. В реках Тьма и Нижняя Старица такие металлы, как В и Ва присутствуют в образцах в значительно больших концентрациях, чем в реках Малая Коша и Холохольня (табл.2). В р. Лазурь бор присутствует в самой высокой концентрации, чем в остальных исследованных реках – 0,0867 мг/ л, а так же установлено достаточно высокое содержание таких щелочных металлов, как К - 8,835 мг/л и Na - 50,257 мг/л, что обусловлено сливами сточных вод коммунальных хозяйств в русло реки. Содержание Рb в образцах вод из рек города Твери намного ниже установленного ПДК_{нв}, так как отбор проб был произведен на удалении от оживленных дорог.

Сопоставление значений средних концентраций металлов выявило, что самая высокая средняя концентрация металлов в Старицком районе установлена на реке Нижняя Старица и составляет 1,9965 мг/л (рис.4).

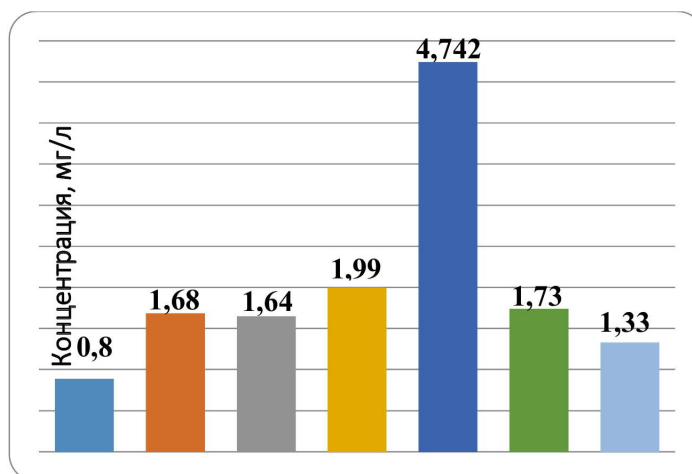


Рис. 4. Средняя концентрация металлов в реках Старицкого района и города Твери.

Самая низкая средняя концентрация металлов в реке Малая Коша – 0,8896 мг/л. Самая высокая средняя концентрация в городе Твери установлена в реке Лазурь – 4,7424 мг/л, а самая низкая в реке Тверца – 1,3308 мг/л (рис.4).

Заключение. При помощи метода АЭС-ИСП в образцах вод из рек Старицкого района было обнаружено 18 металлов (3 щелочных: Na, K, Li; 3 щелочноземельных: Ca, Mg, Ba; и 12 металлов и металлоидов: Al, As, B, Mn, Pb, Fe, Sb, Sn, Cu, V, W, Bi). В реках города Твери было обнаружено 16 металлов. По обнаруженным металлам превышения ПДК_{пв} выявлено не было. В Старицком районе самая высокая средняя концентрация металлов выявлена в р. Нижняя Старица, в Твери – в р. Лазурь. Значения концентраций обнаруженных металлов в реках Старицкого района соответствуют району со слабо развитой промышленной структурой и отсутствием крупных промышленных предприятий. В образцах воды из р. Волга в г. Старица концентрации обнаруженных металлов (щелочных, щелочноземельных и металлоидов) значительно ниже, чем в образцах воды из р. Волга в г. Твери, что объясняется разной по объемам хозяйственно-экономической структурой городов.

Список литературы

- Гигиенические нормативы* ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно- бытового водопользования.
- ГОСТ 31861-2012.* Вода. Общие требования к отбору проб. Москва. Стандартиформ. 36 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2015 году». 2015 / Министерство природных ресурсов и экологии по Тверской области. Тверь.

Загорский Г.Ф. 1960. Реки Калининской области // Природа и хозяйство Калининской области. Калинин: КГПИ.

Коронкевич Н.И., Зайцева И.С. 1996. Малые реки в системе Волга // Известия РАН.сер.География №1. С. 33-34.

ПНДФ 14:1:2:4 135. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в пробах питьевой, природных, сточных вод и атмосферных осадков методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. М.

СанПин 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.

Схема территориального планирования Тверской области Старицкий район, 2008. 10 с.

ANALYSIS OF METAL CONTENTS IN WATER BODIES OF THE STARITSKY DISTRICT (TVER REGION, RUSSIA)

S.M. Dementeva, E.M. Tarasova

Tver State University, Tver

Using the AES-ISP method, the gross and average contents of 18 metals (3 alkaline: Na, K, Li, 3 alkaline earth metals: Ca, Mg, Ba, and 12 metals and metalloids: Al, As, B, Mn, Pb, Fe, Sb, Sn, Cu, V, W, Bi) were determined in the samples of water collected in the Staritsa District. The content of metals in the waters of the Staritsa District and the city of Tver is compared. The indicators of gross concentrations in surface waters in the Staritsky District and the city of Tver do not exceed MPCs.

Key words: NPP-ISP, alkaline and alkaline-earth metals, metals, surface water, Tver Region, Tver, Staritsky District, The Volga.

Об авторах:

ДЕМЕНТЬЕВА Светлана Михайловна – кандидат биологических наук, доцент, декан биологического факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: dementeva1948@mail.ru.

Вестник ТвГУ. Серия "Биология и экология". 2017. № 1.

ТАРАСОВА Екатерина Михайловна – инженер лаборатории биотехнологических измерений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: biolabtvgu@yandex.ru.

Дементьева С.М. Анализ содержания металлов в гидрологических объектах Старицкого района (Тверская область) / С.М. Дементьева, Е.М. Тарасова // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2017. № 1. С. 255-264.