

УДК 574

Д.А. ВОЛКОВА, студентка гр. ЭП-41 (МарГУ)
Научный руководитель Е.А. СКОЧИЛОВА, к.б.н., доцент (МарГУ)
г. Йошкар-Ола

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И
СУЛЬФАТ-ИОНОВ В ПРОБАХ РЕКИ ИЛЕТЬ**

В последнее время довольно часто поднимается вопрос о важности водных ресурсов в жизни человека. Однако, даже задаваясь им, человечество продолжает нерационально использовать водные ресурсы и способствовать ухудшению экологического состояния водоёмов, порой даже не осознавая серьёзность этой проблемы. Нерациональное антропогенное воздействие в виде чрезмерного загрязнения, очевидно, негативно сказывается на экологическом состоянии водоёма, — в частности, оно может привести к эвтрофикации.

Во многих странах наблюдается катастрофическая нехватка питьевой воды. Живущие на таких территориях люди ясно понимают ценность воды, чего нельзя сказать о жителях тех частей планеты, которые ещё не столкнулись с проблемами нехватки питьевой воды или даже воды в целом. Человечество ежедневно использует воду не только для питья и бытовых нужд, но и в ходе производства. Однако уже очевидно, что излишнее использование воды для удовлетворения потребностей человека зачастую приводит к серьёзным проблемам. Одной из таких проблем является загрязнение водных объектов, и важную роль в этом процессе играют сточные воды.

В сточных водах содержатся катионы калия, железа, марганца и других элементов, а также хлориды, сульфаты, фосфаты, нитриты, нитраты и многие другие загрязнители. Объём сточных вод, которые состоят из бытовых и промышленных стоков, к сожалению, постоянно увеличивается. [5] При этом не стоит забывать, что данная проблема негативно сказывается не только на состоянии природных объектов, но и на здоровье населения, провоцируя в рядах последнего различные заболевания. Реки, относясь к наиболее «чувствительным» природным объектам, первыми реагируют на деятельность человека и являются прекрасными индикаторами состояния территорий, по которым они протекают. [1]

Целью данного исследования является определение содержания тяжёлых металлов и сульфат-ионов в пробах реки Илеть, протекающей по территории Республики Марий Эл.

Республика Марий Эл известна красотами своей природы, а живописные реки всегда дополняют и украшают любой пейзаж, радуя глаз смотрящего. Именно благодаря богатствам природы рекреационный потенциал региона продолжает расти. Одним из излюбленных мест для визи-

та туристов считается именно река Илеть, чьи исток и устье находятся на территории республики Марий Эл. Длина исследуемой реки — 190 км, ширина — 10 м, а максимальная глубина достигает 3,6 м. При этом вода в реке обладает большой жёсткостью. [4]

Для проведения данного исследования были отобраны пробы в ряде точек реки Илеть: на 500 м выше места сброса, непосредственно в месте сброса и ниже на 500 м от места сброса. Отбор проб воды является важной частью ее анализа, а также необходимым условием правильности получаемых результатов и применимости их на практике. [2] При отборе проб были учтены все требования ГОСТа 31942-2012.

В ходе исследования проводились измерения массовой концентрации общего железа, марганца и сульфат-ионов в лаборатории ГУП ТЦ «Маргеомониторинг». Концентрация общего железа и сульфат-ионов определялась фотометрическим методом, а сульфат-ионов — турбидиметрическим методом.

Тяжелые металлы считаются опасными из-за высокой токсичности. К наиболее токсичным тяжёлым металлам относят марганец, свинец, кадмий, ртуть и мышьяк. Железо же в малых количествах является необходимым микроэлементом для всего живого, однако при чрезмерном содержании в воде оно может привести к отравлению людей или ухудшению органолептических показателей водоёма. Данные о содержании железа общего в отобранных пробах приведены на рисунке 1.

На основании этих данных можно сделать вывод, что во всех трёх точках значения показателя превышают значение ПДК. Наибольшее превышение ПДК (в 2,1 раза) отмечено в месте сброса. Разница между точками отбора проб по содержанию железа общего является статистически значимой (см. табл. 2). Из результатов однофакторного дисперсионного анализа видно, что место отбора проб также является статистически значимым (см. табл. 1).

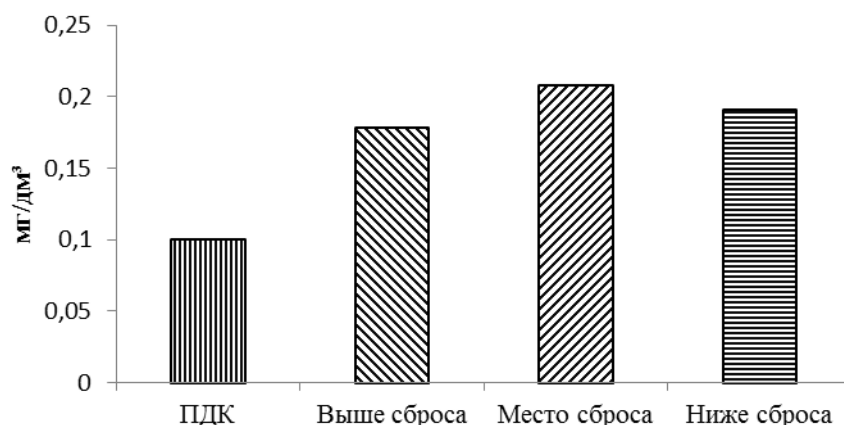


Рисунок 1. Содержание железа общего в пробах реки Илеть

Таблица 1. Результаты однофакторного дисперсионного анализа по содержанию железа общего в пробах воды

Эффект	SS	D	MS	F	p
Место отбора	0,002	2	0,001	152,6	0,001*

Таблица 2. Результаты множественного сравнения (*Scheffe test*) по количеству железа общего в пробах воды

Место исследования	{1}	{2}	{3}
	0,17800	0,20800	0,19060
Выше сброса (1)		0,000001	0,000001
Место сброса (2)	0,000001		0,000038
Ниже сброса (3)	0,000001	0,000038	

Марганец также является необходимым микроэлементом, регулирующим множество биохимических реакций и способствующим активации процессов окисления. Однако избыток этого тяжёлого металла влечёт за собой негативные последствия не только для гидробионтов, но также для людей и растений. [3] Исходя из данных, представленных на рисунке 2, можно утверждать, что во всех трёх пробах, отобранных в реке Илеть, наблюдается значительное превышение ПДК данного элемента. Наибольшее превышение (в 17 раз) отмечено в месте сброса, а в точках выше и ниже сброса ПДК превышен в 14 раз. Подчеркнём, что причина превышения марганца может носить природный характер. Фактор места отбора проб является статистически значимым (см. табл. 3). Статистически значимая разница по содержанию марганца в воде обнаружена только между местом сброса и местами 500 м выше/500 м ниже места сброса. (см. табл. 4)

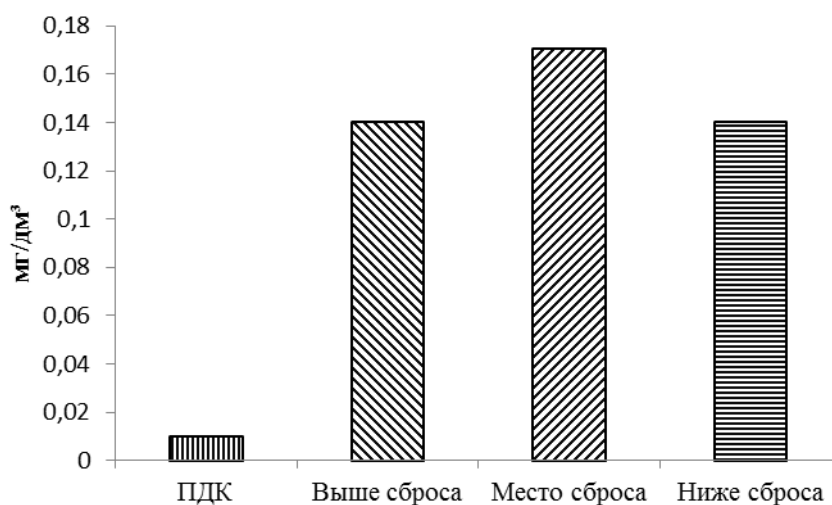


Рисунок 2. Содержание марганца в пробах воды реки Илеть

Таблица 3. Результаты однофакторного дисперсионного анализа по содержанию марганца в пробах воды

Эффект	SS	D	MS	F	p
Место отбора	0,003	2	0,002	1391	0,001*

Таблица 4. Результаты множественного сравнения (*Scheffe test*) по количеству марганца в пробах воды

Место исследования	{1}	{2}	{3}
	0,14040	0,17060	0,14020
Выше сброса (1)		0,000001	0,955727
Место сброса (2)	0,000001		0,000001
Ниже сброса (3)	0,955727	0,000001	

Сульфаты являются анионами солей серной кислоты, которая, в свою очередь, относится ко второму классу опасности (т.е. очень опасна). Сами же сульфат-ионы могут привести к ухудшению состояния здоровья людей, воздействуя на пищеварительную систему, а также к снижению качества органолептических показателей водоёма. На рисунке 3 видно превышение ПДК во всех точках отбора проб, а место отбора проб является статистически значимым (см. табл. 5). Высокое содержание сульфат-ионов, вероятнее всего, связано с наличием вблизи р. Илеть родников. Наибольшее содержание сульфат-ионов отмечено в месте сброса сточных вод (наблюдаемое превышение — в 1,6 раза). Разница между точками отбора проб по содержанию железа общего является статистически значимой (см. табл. 6).

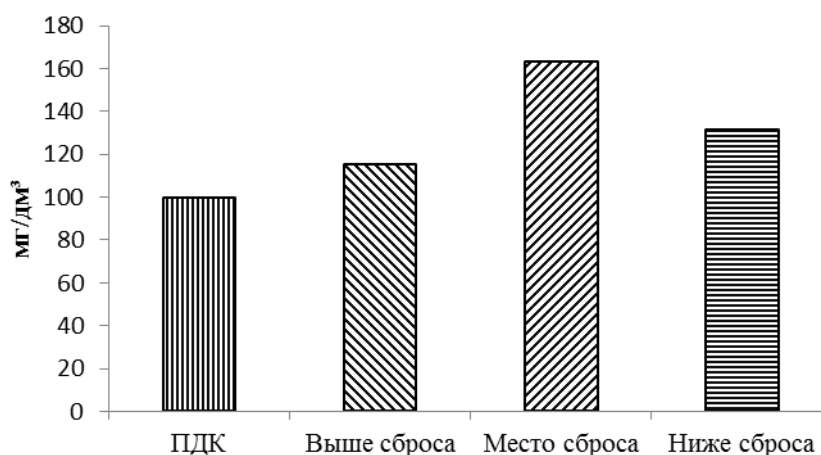


Рисунок 3. Содержание сульфат-ионов в пробах реки Илеть

Таблица 5. Результаты однофакторного дисперсионного анализа по содержанию сульфат-ионов в пробах воды

Эффект	SS	D	MS	F	p
Место отбора	5920	2	2960	814,7	0,001*

Таблица 6 - Результаты множественного сравнения (*Scheffe test*) по количеству сульфат-ионов в пробах воды

Место исследования	{1}	{2}	{3}
	115,60	163,40	131,60
Выше сброса (1)		0,000001	0,000001
Место сброса (2)	0,000001		0,000001
Ниже сброса (3)	0,000001	0,000001	

Таким образом, в отобранных пробах воды реки Илеть по всем исследуемым показателям (содержание железа общего, марганца, сульфат-ионов) наблюдается превышение ПДК. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что антропогенное воздействие на реку Илеть является существенным: проблема загрязнения не обошла стороной и этот водный объект. Необходимо принять комплекс мер, направленных на улучшение состояния реки, — в частности, модернизировать систему очистки сточных вод, сбрасываемых в данную реку.

Список литературы:

1. Елецкая А.Ю., Барабаш Ю.А., Тихонова И.О. Экологическое обследование малых рек г. Москва — р. Серебрянка // Успехи в химии и химической технологии. 2014. №5. С. 18-21.
2. Жукова Н.В., Берест Е.В., Начаркина О.В. Оценка экологического состояния поверхностных вод городского округа Саранск // Успехи современного естествознания. 2018. № 10. С. 7-11.
3. Ревуцкая И.Л., Христофорова Н.К., Суриц О.В. Марганец в гидросфере Еврейской автономной области: поверхностные воды // Вестник Евразийской науки. 2020. №6. С. 1-12.
4. Тарасова Н.Г. Фитопланктон реки Илеть: таксономический состав, эколого-географическая характеристика, сезонная динамика // Институт экологии Волжского бассейна РАН. 2008. С. 325-339.
5. Хилюк А.В. Исследование влияния загрязняющих веществ и электроактивированной воды на гидробионтов // Техносферная безопасность. 2018. С. 69-70.