ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ МАЛЫЙ НЕСВЕТАЙ В РАЙОНЕ КОШКИНСКОГО КАРЬЕРА ПО УДЕЛЬНОМУ КОМБИНАТОРНОМУ ИНДЕКСУ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ (УКИЗВ)

Вашест А., Пялина О.

г. Новошахтинск Ростовской области, МБОУ СОШ №24, 11 класс

Научный руководитель: Протопопова Н.Г., МБОУ СОШ №24

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте III Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: https://www.school-science.ru/0317/2/29364.

В настоящее время на территории Восточного Донбасса Ростовской области остро стоит проблема питьевой и технической воды. Поэтому особенно актуальной для Ростовской области является охрана и сохранение малых рек, составляющих основу ее местного стока. [4]

Закрытие в конце 20-го и начале 21-го вв. большинства угольных шахт Восточного Донбасса сопровождалось их затоплением, которое привело к выходу на поверхность агрессивных шахтных и техногенных вод. Выход этих вод на поверхность вызвал изменение состава воды в водоемах-приемниках. Наиболее агрессивными являются техногенные воды, высачивающиеся из-под породных отвалов, особенно расположенных в карьерных выработках. [2, 3]

После закрытия шахты им. Ленина (1999 г.), с 2000 г. из-под основания бывшего каменного карьера на всем его протяжении началось высачивание техногенных вод бурого цвета, мутных, с запахом железа, которые напрямую стали попадать в реку Малый Несветай. Вода в реке ниже Кошкинского карьера стала непригодной не только для разведения рыбы, но и для технических нужд.

На протяжении более чем 10 лет члены геоэкологического кружка «Скиф» МБОУ СОШ №24 ведут наблюдения за р. Малый Несветай, изучают химический состав речной воды, оценивают сложившуюся ситуацию.

Цель работы – продолжить изучение химического состава речной воды в 2016 г. в районе Кошкинского карьера, дать комплексную оценку качества воды по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ), сравнить ее с показателями прошлых лет и спрогнозировать состояние речной воды при сохранении существующей ситуации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **задачи**:

- провести маршрутные обследования в районе Кошкинского карьера;
- сделать гидрометрические замеры в р. Малый Несветай выше и ниже загрязнения, с целью определения дебита техногенных вод;
- отобрать пробы воды на химический анализ;
- изучить химический состав техногенных вод Кошкинского карьера и вод р. Малый Несветай (выше и ниже карьера) за 2016 г.;
- дать оценку качества речной воды по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды выше и ниже загрязнения по годам;
- изучить динамику изменения качества воды в реке за 2011–2016 гг.;
- спрогнозировать состояние речной воды при сохранении существующей ситуации.

Методика исследования включает: полевые работы (отбор проб речной и техногенной воды, гидрометрические замеры на реке выше и ниже загрязнений, маршрутные обследования исследуемой территории); лабораторные работы (определение качества воды по сухому остатку, определение наличия сульфатов, хлоридов и железа); камеральные работы (изучение литературных источников, обработка, анализ и обобщение полученных результатов).

В качестве основной литературы были взяты руководящие документы, методические указания по отбору проб воды на химический анализ и комплексной оценки качества поверхностных вод, наставления, сборник практических работ по определению качества воды, экологические справочники, а также отчеты филиала «Южгеология» «Несветаевская ГРЭ» и «ЦСЭМ ВД» г. Шахты.

Как проведут себя техногенные воды, как долго они будут выходить на поверхность и загрязнять речные воды? К сожалению, опыта в данной области исследования почти нет, поэтому необходим мониторинг, который позволит найти ответы на все вопросы.

Авторы данной работы, под руководством педагога дополнительного образования Протопоповой Наталии Георгиевны, проводили:

отбор проб воды; гидрометрические замеры на реке; маршрутные обследования; лабораторные исследования на определение качества воды по сухому остатку, определение наличия сульфатов, хлоридов и железа; обрабатывали, анализировали и обобщали полученные результаты. Для более детального изучения качества воды, ученики обращались за помощью в химическую лабораторию г. Шахты, где проводился анализ отобранной нами воды по 19 показателям.

Теоретическая часть

Характеристика р. Малый Несветай

Река Малый Несветай берет свое начало на южном склоне Донецкого кряжа, в северо-восточной части г. Новошахтинска. Течет с севера на юг и впадает в реку Большой Несветай. Протяженность реки составляет около 48 км. Долина реки неясно выражена. Русло реки извилистое, в верхней части имеются пороги и водопады (рис. 1). Питание осуществляется за счет талых вод, атмосферных осадков и грунтовых вод [2]. В последние годы на режим реки Малый Несветай влияют техногенные и шахтные воды ликвидированных шахт №15 ШУ «Несветаевское» и имени Ленина.

время был городской свалкой промышленных отходов. В 60-х годах свалка была перекрыта породной массой и глиняным экраном. После закрытия шахты (1999 г.) с 2000 г. из-под основания карьера на всем его протяжении началось высачивание техногенных вод. Карьерная вода имеет бурый цвет, сильно мутная, с запахом железа. Сухой остаток в отдельные периоды достигал 49000 мг/дм^3. Содержание железа, сульфатов, ионов, кальция, магния натрия и калия в отдельные годы превышало ПДК в 100 и 1000 раз. Карьерные воды очень кислые и имеют pH 3,0 – 4,4 [2, 3].

В декабре 2006 г. между основанием карьера и рекой была прорыта дренажная траншея по сбору воды и сбросу ее на Кировские очистные сооружения. Однако дренажная система быстро вышла из строя, траншея заполнилась водой, что привело к ее прорыву в южной части и сбросу техногенных вод напрямую в реку. В настоящее время продолжается выход техногенных вод.

Практическая часть

Маршрутные обследования

Маршрутные обследования в 2016 г. проводились в апреле, июне, августе и октябре.

Рис. 1. Водопад на р. М. Несветай

Кошкинский каменный карьер

Бывший Кошкинский каменный карьер расположен на высоком правом берегу р. Малый Несветай, на территории бывшей шахты им. Ленина. Его протяженность составляет около 400 м. Выработанный карьер долгое

В 500 м выше створа №1 река перегорожена плотиной, сложенной из углепородной массы отвала шахты им. Ленина. Вода ниже плотины и в створе №1, прозрачная, без запаха и естественного цвета речной воды (рис. 2).

Рис. 2. Река Малый Несветай, выше Кошкинского карьера

Дно реки каменистое, берега поросшие камышом, осокой и травой. Правый берег крутой, левый пологий и заболоченный, поросший пойменной луговой растительностью. В 500 м ниже створа №1 расположен бывший каменный карьер, протяженностью 400 м. Из-под основания карьера высачиваться техногенная вода бурого цвета с сильным запахом железа. Карьерная вода стекает в дренажную траншею, которая до предела заполнена водой. Грунт, по которому течет вода, покрыт мощными налетами бурого цвета, местами с желтыми и зелеными прожилками (рис. 3).

Рис. 3. Стоки техногенных вод из-под основания карьера ноябрь 2016 г.

Рис. 4. Река Малый Несветай в районе Кошкинского карьера

В районе Кошкинского карьера вода в реке становится непрозрачной, белого цвета (рис. 4). Между дренажной траншеей и рекой образовались лужи техногенных вод. Между лужами почва покрыта белым сульфатным налетом (рис. 5).

Рис. 5. Наличие техногенных вод между траншеей и рекой

Белый цвет воды в реке прослеживается до пруда, расположенного ниже по течению реки на расстоянии 300 м от Кошкинского карьера. В настоящее время качество воды в пруду не соответствует нормативам. Вода мутная и неестественного бирюзового цвета (рис. 6). В верхней части пруда происходит сильное заиливание наносами белого цвета, а в нижней части – наличие белой пены, что хорошо видно на спутниковом снимке (рис. 7). В створе №2, расположенном в 500 м ниже загрязнения, вода в реке прозрачная, без цвета и запаха. Правый берег крутой, имеются выходы коренных горных пород. Левый берег пологий, поросший травой. Дно реки каменистое. Далее река протекает по восточной части г. Новошахтинска с севера на юг. Русло реки узкое, заросшее камышом. Вода в реке прозрачная, без запаха и цвета.

Рис. 6. Пруд, расположенный ниже Кошкинского карьера

Рис. 7. Спутниковый снимок пруда, 2016 г.[12]

Гидрометрические наблюдения на р. Малый Несветай

Для расчета дебита техногенных вод, на реке выше и ниже загрязнения проводились гидрометрические замеры и расчет расхода воды в реке согласно Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам Выпуск 2. [1].

Измерение глубин производилось мерной линейкой, скорость течения реки измерялся гидрометрической вертушкой (рис. 8). Полученные данные: расстояние между промерными вертикалями, глубина на промерных вертикалях, скорость течения на скоростных вертикалях, температура воды – заносились в полевую книжку. Расход воды вычислялся в школе, полученные результаты заносились в журнал «Данные по створам». Дебит техногенной воды, в среднем за год оставил 28,6 м^3/ч.

Рис. 8. Измерение скорости течения

Данные по створам на р. М. Несветай, 2016 г.

Дата замера	Расход воды		Площадь водного сечения, м^2	Средняя скорость водного потока, м/с	Ширина реки, м	Средняя глубина, м
	м^3/с	м^3/ч				
Створ №1, 500 м выше Кошкинского карьера						
24.04	0,072	259,2	0,202	0,356	1,70	0,11
22.06	0,047	169,2	0,123	0,145	1,34	0,09
25.08	0,024	86,4	0,092	0,268	1,30	0,07
30.10	0,027	97,2	0,093	0,287	1,30	0,07
среднее	0,043	153,0	0,128	0,264	1,41	0,085
Створ №2, 50 м ниже Кошкинского карьера						
24.04	0,081	291,3	0,409	0,278	2,3	0,13
22.06	0,055	199,1	0,231	0,239	2,0	0,11
25.08	0,031	112,9	0,153	0,206	1,7	0,08
30.10	0,034	122,9	0,167	0,204	2,1	0,10
среднее	0,050	181,6	0,240	0,232	2,0	0,105

Отбор проб воды

Отбор проб воды на химический анализ проводился в двух створах реки (500 м выше и 500 м ниже загрязнения) и в дренажной траншее, согласно ГОСТ 17.1.3.07–82 [8]. Вода отбиралась в пластиковые бутылки емкостью 1,5 литра, которые подписывались и вместе с актами отправлялись в химическую лабораторию города Шахты и в школьную химическую лабораторию.

Лабораторные исследования

В школьной химической лаборатории нами определены минерализация воды, наличие сульфат-ионов, ионов хлора и железа [6]. Минерализация в створе №1 составила 2–3 г/дм^3, в створе №2 – 3–4 г/дм^3.

При определении наличия сульфат-ионов отмечалось быстрое выпадение белого осадка, что соответствует > 500 мг/дм^3 (рис. 9).

Рис. 9. Определение наличия сульфат-ионов в речной воде

О наличии ионов хлора в воде (более 100 г/дм^3) мы определили по образованию рыхлого белого осадка. О высоком содержании железа говорит красный цвет раствора в пробирке. Более точные результаты химического анализа воды получены в химической лаборатории города Шахты.

Анализ полученных результатов

Качество воды в створе №1 по 13–ти показателям (из 19) превышает ПДК. Не отмечалось превышение нормативов лишь по Cl, Cd, Co, Ni, Pb, и Zn (Приложение 1). Это связано с тем, что в верховье река подвергается воздействию плотины, сложенной из углепородной массы отвалов шахты им. Ленина. Водородный показатель (pH) воды находился в пределах 7,7–7,8 и соответствует нейтральной среде.

Техногенная вода Кошкинского карьера сильноагрессивная, pH = 3,4, что соответствует кислой среде. По всем компонентам, кроме ионов хлора, отмечается превышение ПДК. Концентрация 12 компонентов соответствует экстремально высокому загрязнению (Приложение 1).

Качество воды в створе №2 сильно ухудшается по сравнению с водой в створе №1 (приложение 1, рис. 10). Превышение ПДК отмечалось во всех пробах по 16 показателям. Увеличилось не только число загрязнителей, но и их концентрация. Не отмечалось превышение ПДК по содержанию Cl, Cd и Pb.

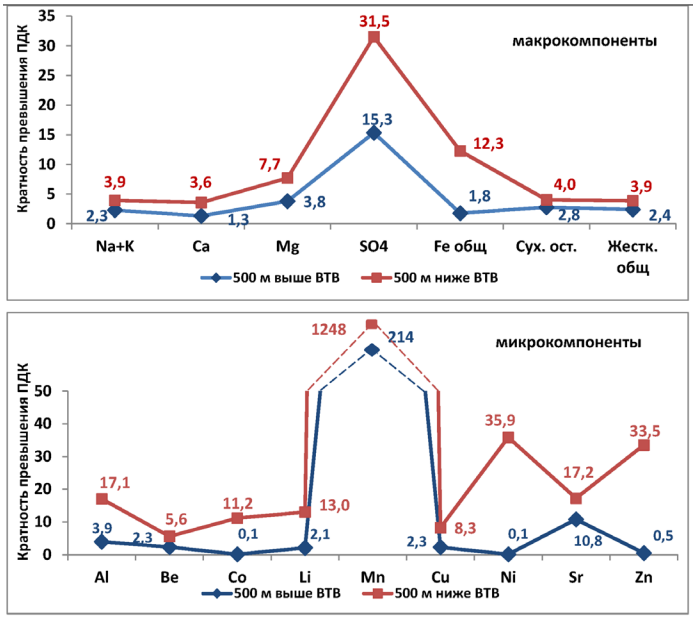

Рис. 10. Кратность превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) в воде р. Малый Несветай

Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ)

Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды производился согласно Руководящего документ 52.24.643–2002 [5]. Для расчета УКИЗВ были использованы данные по 19 компонентам (Na+K, Ca, Mg, Cl, SO_4, $Fe_{общ}$, сухой остаток, жесткость общая, Al, Be, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Ni.Pb,Sr и Zn).

На первом этапе был рассчитан коэффициент комплексности загрязненности воды (К). В каждой пробе он превысил 10 %: в верхнем створе составил 68 %, а в нижнем – 84 %. Такой высокий показатель (К≥10 %) говорит о сильном антропогенном загрязнении и необходимости расчета УКИЗВ [5].

Частота концентраций, превышающих ПДК, равная 100 % во всех пробах за год в верхнем створе отмечалась по 12 компонентам, а в нижнем – по 16 из 19 исследуемых. Из приложения 2 и 3 видно, что число критических показателей воды и значение УКИЗВ в верхнем створе составили соответственно 4 и 6,3 (класс качества воды 4–в, «очень грязная»); в нижнем створе – 12 и 9,9 (класс качества воды 5, «экстремально грязная»).

Химические загрязнители, являющиеся критическими показателями загрязнения воды: сульфаты и металлы – являются основными загрязнителями техногенной воды Кошкинского карьера, что подтверждает негативное влияние техногенных вод Кошкинского карьера на качество вода в р. Малый Несветай.

Список литературы

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 2. Часть II. Гидрологические наблюдения на постах (издание третье, переработанное и дополненное.). – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 264 с.

2. Отчеты филиала «Южгеология» «Несветаевская ГРЭ» за 1987–2000 гг.

3. Отчеты «ЦСЭМ ВД» за 2002–2011 гг. г. Шахты.

4. Природа, население и хозяйство Ростовской области. Часть 1,2 / под ред. Т.А. Смагиной и М.К. Кизицкого. – Ростов-на-Дону, 1995.

5. Руководящий документ 52.24.643–2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям, 2004. – 53 с.

6. Сборник практических работ по определению качества воды // Советы учителю. – Ростов-на-Дону, 2000.

7. http://www.infokart.ru/karta-rossii-so-sputnika-onlajn/.

8. http://gostinform.ru/gosty/gost-17.1.3.07–82.shtml.