

УДК 502/504

Оценка экологического состояния водных объектов вблизи полигона твердых коммунальных отходов (поселок Кашхатау, Кабардино-Балкарская Республика)

Хучунаева Л. В.

*Высокогорный геофизический институт
Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия
Buzgigit@mail.ru*

В работе для оперативной оценки качества воды в водных объектах вблизи полигона захоронения отходов «Полигон ТКО вблизи поселка Кашхатау Кабардино-Балкарской республики» был применен метод «Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения)» совместно с анализом состояния донных отложений. Выявлен высокий уровень хронического загрязнения водного объекта по свинцу, цинку, марганцу, никелю, меди. Оценка загрязненности донных отложений проводилась на основе сравнения концентрации каждого из загрязняющих веществ в пробах донных отложений, отобранных в створах наблюдений и в фоновом створе, при условии идентичности типов донных отложений в абсолютной форме в виде коэффициентов загрязнения, факторов загрязнения, представляющих обнаруженной концентрации к фоновой. В качестве фоновой использовались измеренные значения загрязняющих веществ в водном объекте до полигона твердых коммунальных отходов (ТКО). Загрязнение донных отложений и водного объекта происходит овоздействия техногенных факторов. Коэффициент донной аккумуляции (КДА) ниже полигона ТКО (вдоль тела свалки) в 0,75–2,0 раз выше, чем КДА до полигона ТКО (фоновая). Определение уровня загрязненности поверхностных вод возле полигона ТКО показало, что водные объекты имеют высокий уровень и устойчивый высокий уровень превышения ПДК по некоторым гидрохимическим показателям. Для оперативной оценки состояния водных объектов рекомендуется воспользоваться методикой «Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения)» с дополнительным анализом донных отложений с определением коэффициента донной аккумуляции.

Ключевые слова: полигоны ТКО, загрязнение, водные объекты, ПДК, коэффициент донной аккумуляции, хронические загрязнения.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема загрязнения рек и других естественных водоемов остается достаточно актуальной задачей. Это связано с тем, что многие заболевания людей, проживающих в экологически неблагополучных регионах, вызвано некачественным, антисанитарным состоянием воды (Мажайский, Гусева, 2017; Жукова, 2018). Основными источниками загрязнения водных объектов являются промышленные предприятия, осуществляющие сброс неочищенных стоков в природные воды (Шавшина, 2018.; Быкова, 2002). Сточные воды значительно снижают биосферные функции воды. Большую опасность для природных вод представляют несанкционированные полигоны, твердые коммунальные отходы, (Илюшин, 2011; Белюченко, 2017; Ткаченко, Гладких, 2017). Поэтому оценка экологической опасности (ЭО) и экологического риска (ЭР) является основной задачей при исследовании воздействия на окружающую среду полигонов ТКО. Методические основы таких исследований не до конца разработаны. Оценка ЭР затруднена, так как связана с экономической неопределённостью. Что касается ЭО, оценка связана с угрозой деградации водного объекта вследствие его загрязнения, является более конкретной задачей, которая может быть решена на основе использования данных о загрязнении водного объекта. Целью исследования: является оценка экологического состояния водных объектов, находящихся в зоне потенциального воздействия несанкционированных полигонов ТКО на примере полигона ТКО вблизи поселка Кашхатау Кабардино-Балкарской Республики.

Цель наших исследований – оценить экологического состояния водных объектов в бассейне реки Черек вблизи полигона твердых коммунальных отходов на примере Полигона ТКО вблизи поселка Кашхатау Кабардино-Балкарской Республики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – воды реки Черек на участке, расположенного до полигона ТКО и после. Исследовалась гидрологическая сеть участка реки Черек, протекающей в 400 м к юго-востоку от полигона ТКО, и безымянного ручья, протекающего непосредственно вдоль восточной окраины участка и впадающего в реку Черек. Исток ручья расположен на склонах Лесистого хребта на высоте 1050 м, длина его 2,7 км, площадь водосбора 1,75 км². Уклон русла по карте высот составляет 122 ‰. Ширина ручья на момент исследования 0,7–1,0 м, глубина 0,2 м, скорость течения 0,6 м/с, расход воды около 100 л/с.

Для оценки уровня загрязнения среды отбирали пробы воды и затем, в условиях лаборатории, определяли концентрацию загрязняющих веществ в водном объекте. Для анализа массива гидрохимических данных использовали интегральные оценки и индексы, в частности, удельный комбинаторный индекс загрязненности (УКИЗВ).

Как известно, существующие методы интегральной оценки загрязненности суточных вод трудно применимы к воде из водных объектов вблизи полигонов (Zubarev, 2014). В первую очередь, это связано с высоким уровнем загрязненности вод по многим показателям и вариабельностью показателей содержания отдельных загрязнителей (Drovovozova et al., 2019). Для оценки загрязнения водных объектов вблизи полигонов ТКО нами был использован метод «Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения) (Рекомендации..., 2011)» с дополнительным анализом донных отложений.

В этой методике уровень токсического загрязнения ранжирован на 5 классов качества воды (КВ):

- ранг «условно нетоксичная» соответствует классу качества воды «условно чистая»,
- ранг «слабо токсичная» – классу КВ «слабо загрязненная»,
- ранг «умеренно токсичная» – классу КВ «загрязненная»,
- ранг «высокотоксичная» – классу КВ «грязная»,
- ранг «чрезвычайно токсичная» – классу КВ «экстремально грязная».

Критерии оценки токсичного загрязнения водных экосистем по химическим показателям с учетом класса опасности загрязняющих веществ с некоторыми изменениями представлены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии оценки токсичного загрязнения водных экосистем по химическим показателям с учетом класса опасности загрязняющих веществ (Рекомендации..., 2011 с изменениями)

Уровень токсического загрязнения воды (класс качества воды)	Превышение ПДК
Условно нетоксичная (условно чистая)	Сумма ЗВ 1 - 2 КО не превышает ПДК; сумма всех ЗВ не превышает ПДК
Слабо токсичная (слабо загрязненная)	Сумма ЗВ 1 - 2 КО не превышает ПДК; сумма ЗВ 3 - 4 КО от 1 до 2 ПДК; сумма всех ЗВ не более 1 ПДК
Умеренно токсичная (загрязненная)	Сумма ЗВ 1 - 2 КО от 1 до 2 ПДК; сумма ЗВ 3 - 4 КО до 10 ПДК
Высоко токсичная (грязная)	Сумма ЗВ 1 - 2 КО от 3 до 5 ПДК; сумма ЗВ 3 - 4 КО от 10 до 50 ПДК

Подробное изложение методики оценки загрязнения донных отложений приводится ниже в соответствующем подразделе работы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 2 приводят результаты анализа воды из ручья до полигона ТКО и после полигона

Таблица 2

Результаты анализа воды из ручья до полигона ТКО и после полигона

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований (ниже полигона)	Результаты исследований (выше полигона)	Гигиенический норматив	Класс опасности	Превышения ПДК (ниже полигона)	Превышения ПДК (до полигона)
1	Свинец	менее 0,002	менее 0,002	0,01	2	0,2	0,2
2	Кадмий	менее 0,0002	менее 0,0002	0,001	2	0,2	0,2
3	Цинк	менее 0,005	менее 0,005	0,01	3	0,5	0,5
4	Медь	0,0045	0,0017	0,001	3	4,5	1,64
5	Никель	менее 0,005	менее 0,005	0,01	2	0,5	0,5
6	Марганец	0,0062	0,0067	0,01	3	0,6	0,67
7	Кальций	120,24	100,24	180	4	0,7	0,55
8	Магний	26,8	21,5	50	3	0,54	0,43
9	Хлориды	560,0	370,0	350	4	1,6	1,05
10	Сульфаты	192,1	160,1	500	4	0,38	0,32
Суммарный						9,72	6,06

В соответствии с данными таблицы 2 вода в ручье до и после полигона относится к умеренно токсичной (загрязненной).

Экологическое состояние реки Черек в районе ТКО. Река Черек – крупный правый приток реки Баксана. Общая протяженность реки Черек – 131 км. Река Черек образуется от слияния у села Бабугент двух рек: Черек Безенгийского (51 км) и Черек Балкарского (54 км), имеющих примерно одинаковые площади водосбора: Черек – Безенгийский – 627 км², Черек Балкарский – 701 км².

В формировании водного стока реки Черек основную роль играют ледниковые (36 %), грунтовые (35 %) и дождевые (27 %) воды.

Для оценки влияния полигона ТКО на загрязнение ручья были отобраны и проанализированы пробы воды из ручья до полигона и после, были анализированы пробы воды из реки Черек, отбор проб производился на расстоянии 500 метров вверх и вниз от места впадения ручья.

Результаты анализов приводятся в таблице 3.

Как видно из данных таблицы 3, химическое загрязнение реки Черек за исключением одного показателя ХПК (потребление кислорода) не превышает допустимых норм. Повышенное значение ХПК не связано с полигоном ТКО, так как точка отбора пробы находилась на 500 метров выше по течению реки.

При оценке экологического состояния поверхностных вод важное значение имеет изменчивость загрязнения водного объекта. Обеспечить непрерывный отбор проб воды технически и материально затруднительно.

Но важная информация содержится о загрязнении водного объекта в донных отложениях, совместное использование его с выше приведенной оценкой позволяет более корректно оценить состояние данного объекта.

Таблица 3

Содержание химических загрязнителей в водах реки Черек, 500 метров выше и ниже полигона ТКО

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты измерений на расстоянии 500 м выше полигона ТКО	Результаты измерений на расстоянии 500 м ниже полигона ТКО	Гигиенический норматив
1	Окисляемость перманганатная	мг/дм ³	1,40 ± 0,28	0,90 ± 0,18	не более 7
2	Массовая концентрация железа	мг/дм ³	менее 0,05	менее 0,05	не более 0,3
3	Фенол	мг/л	менее 0,002	менее 0,002	0,001
4	Никель	мг/дм ³	менее 0,005	менее 0,005	не более 0,02
5	Хром (6+)	мг/дм ³	менее 0,05	менее 0,05	не более 0,05
6	Сульфаты	мг/дм ³	94,90 ± 9,49	86,60 ± 8,66	не более 500
7	рН	единицы рН	8	8,1	от 6 до 9
8	Гидрокарбонаты	мг/дм ³	122,00 ± 14,64	146,00 ± 17,52	не нормируется
9	Массовая концентрация взвешенных веществ	мг/дм ³	менее 3	менее 3	не нормируется
10	БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,800 ± 0,112	0,600 ± 0,084	не более 4
11	Кислород растворенный	мг/дм ³	9,700 ± 1,358	10,0 ± 1,4	не менее 4
12	Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	224,00 ± 42,56	204,00 ± 38,76	не более 1500
13	ХПК (химическое потребление кислорода)	мг/дм ³	38,50 ± 11,55	менее 10	30
14	Нитриты (по N02)	мг/дм ³	менее 0,2	менее 0,2	не более 3
15	Литий	мг/дм ³	менее 0,015	менее 0,015	не более 0,03
16	Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	менее 0,005	менее 0,005	не более 0,1
17	Аммиак	мг/дм ³	менее 0,5	менее 0,5	не более 1,5
18	Барий	мг/дм ³	менее 0,5	менее 0,1	не более 0,7
19	ПАВаниоактивные	мг/дм ³	менее 0,01	менее 0,01	не более 0,5
20	Фосфаты	мг/дм ³	менее 0,25	менее 0,25	не более 3,5
21	Мышьяк	мг/дм ³	менее 0,001	менее 0,001	не более 0,01
22	Кадмий	мг/дм ³	менее 0,0005	менее 0,0005	не более 0,001
23	Ртуть	мг/дм ³	менее 0,0005	менее 0,0005	не более 0,0005
24	Медь	мг/дм ³	менее 0,0005	0,003100 ± 0,000775	не более 1

Состояние донных отложений. Донные отложения представляют собой сложную многокомпонентную систему и играют чрезвычайно важную роль в формировании гидрохимического режима водных масс и функционировании экосистем водоемов и водотоков. Они активно участвуют внутри водоемном круговороте веществ и энергии и являются средой обитания многочисленных групп животных организмов – бентоса. (Техногенное загрязнение..., 2002)

Оценка загрязненности донных отложений проводится на основе сравнения концентрации каждого из загрязняющих веществ в пробах донных отложений, отобранных в створах наблюдений и в фоновом створе, при условии идентичности типов донных отложений в абсолютной форме в виде коэффициентов загрязнения, факторов загрязнения,

представляющих обнаруженной концентрации к фоновой.

Коэффициент донной аккумуляции (КДА) рассчитывался по формуле:

$$\text{КДА} = \text{Сдо} / \text{Свода},$$

где: Сдо – концентрация загрязняющего вещества в донных отложениях, мг/кг или мкг/кг;
Свода – концентрация этого вещества в воде, отобранной одновременно в этом же створе, мг/л или мкг/л.

Результаты оценки загрязнения донных отложений, исследованных участков, представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

Концентрации загрязняющих веществ в донных отложениях ниже и выше участка твердых коммунальных отходов

№	Определяемые показатели	Единица измерения	Выше полигона ТКО	Ниже полигона ТКО	Отношение к фону
1	Свинец	мг/кг	8,1±2,3	9,1±2,6	1,12
2	Кадмий	мг/кг	<0,10	<0,10	1
3	Цинк	мг/кг	38,2±10,7	72,4±20,3	1,9
4	Медь	мг/кг	3,22±0,9	3,14±0,88	0,71
5	Никель	мг/кг	2,88±0,81	2,76±0,8	1,03
6	Марганец	мг/кг	85,6±24,0	42,7±1,0	2,00

Таблица 5

Коэффициент аккумуляции донных отложений в ручье выше и ниже твердых коммунальных отходов

№	Металл	КДА проба 1 (выше полигона)	КДА проба 2 (ниже полигона)	КДА1/КДА2	Уровень загрязнения
1	Свинец	4050	4550	1,12	Высокий уровень хронического загрязнения водного объекта
2	Кадмий	500	500	1	Удовлетворительное загрязнение
3	Цинк	7640	14480	1,89	Высокий уровень хронического загрязнения
4	Медь	3140	2220	0,71	Высокий уровень хронического загрязнения
5	Никель	555	576	1,03	Удовлетворительное загрязнение
6	Марганец	6887	13806	2,00	Высокий уровень хронического загрязнения водного объекта

Величины КДА, равные $\bar{n} \times 10$ (где $\bar{n}=1$ до 9), при низких концентрациях загрязняющих веществ в воде и донных отложениях обычно характеризует обстановку в водном объекте как относительно удовлетворительную (без признаков хронического загрязнения).

Невысокие значения КДА и повышенные концентрации загрязняющих веществ в воде указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения, в результате чего отношения Сдо/Свода снижаются и не превышают двух порядков при концентрациях загрязняющего вещества в воде.

Значения КДА, равные от 10^{-2} – 10^{-4} при концентрациях загрязняющего вещества в воде существенно превышающих величину ПДК, свидетельствуют о высоком уровне хронического загрязнения водного объекта.

Проба донных отложений, отобранная выше участка изысканий – фоновая.

Согласно данным таблиц, можно сделать вывод о высоком уровне хронического загрязнения водного объекта по свинцу, цинку, марганцу, никелю, меди. Загрязнение донных отложений и водного объекта происходит от воздействия техногенных факторов. Коэффициент донной аккумуляции (КДА) ниже автодороги (вдоль тела свалки) в 0,75–2,0 раз выше, чем КДА выше автодороги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение уровня загрязненности поверхностных вод в бассейне реки Черек вблизи поселка Кашхатау Кабардино-Балкарской республики в районе полигона ТКО показало, что водные объекты имеют высокий уровень хронического загрязнения и устойчивый высокий уровень превышения ПДК по некоторым гидрохимическим показателям.

Выявлен высокий уровень хронического загрязнения водного объекта по свинцу, цинку, марганцу, никелю, меди.

Оценка загрязненности донных отложений проведена на основе сравнения концентрации каждого из загрязняющих веществ в пробах донных отложений, отобранных в створах наблюдений и в фоновом створе, при условии идентичности типов донных отложений. Оценка осуществлена в ходе сравнения коэффициентов загрязнения водных объектов, расположенных до и после полигона ТКО. В качестве фоновых использовались значения загрязняющих веществ в водном объекте до полигона ТКО.

Загрязнение донных отложений и водного объекта происходило в результате выброса в среду веществ техногенного происхождения. Коэффициент донной аккумуляции (КДА) ниже полигона ТКО (вдоль тела свалки) в 0,75–2,0 раз выше, чем КДА до полигона ТКО (фоновый).

Для оперативной оценки состояния водных объектов можно рекомендовать методику «Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения)» с дополнительным анализом донных отложений.

Список литературы

- Белюченко И. С. Функционирование степных рек Краснодарского края и перспективы их развития // Экология речных ландшафтов (сб. стат. по матер. I Международ. науч. экологич. конф. – Краснодар: КубГАУ, – 2017. – С. 28–43.
- Быкова О.Г. Комплексная оценка состояния водных экосистем Чановского региона // Гео-Сибирь. – 2002. – Т. 4, – № 2. – С. 149–152.
- Жукова Н. В., Берест Е. В., Начаркина О. В. Оценка экологического состояния поверхностных вод городского округа Саранск // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 1. – С. 7–11.
- Игошкин В. В. Влияние полигона твердых бытовых отходов г. Оренбурга на качество подземных вод // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 16 (135). – С. 148–150.
- Мажайский Ю. А., Гусева Т. М. Мониторинг тяжелых металлов в экосистеме малой реки Окского бассейна // Теоретическая и прикладная экология – 2017. – № 2. – С. 54–59.
- Рекомендации (Р 522.24.756-2011). Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения). – Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – 2011. <https://docs.cntd.ru/document/1200088330>
- Техногенное загрязнение речных экосистем / [Под ред. Райнина В. Н. и Виноградовой Г. Н]. – М.: Научный мир, 2002. – 140 с.
- Ткаченко Л. Н., Гладких А. В. Оценка экологического состояния водной экосистемы реки Афипс станицы Смоленской // Экология речных ландшафтов. Сб. стат. по матер. I Международ. научн. экологич. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С. 251–254.
- Шавшина А. В. Экологический мониторинг состояния вод Таганрогского залива для оценки комфортности жизни // Наука настоящего и будущего. – 2018. – Т. 1. – С. 467–470.
- Drovovozova T.I., Panenko N.N., Leshchenko A V. Integral indicator of the quality of wastewater discharged into a water body // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. – N 3. – P. 31–36.
- Zubarev V. A. Hydrochemical indices of surface water quality assessment // Regional wastewater discharged into a water body // 2014. – Vol. 17, N 2. – P. 71–77.

Khuchunaeva L. V. Assessment of the ecological state of water bodies near the municipal solid waste landfill (Kashkhatau village, Kabardino-Balkar Republic) // Ekosistemy. 2023. Iss. 34. P. 234–240.

In the work, for the operational assessment of water quality in water bodies near the waste disposal site "MSW landfill near the village of Kashkhatau, Kabardino-Balkaria Republic, the method" Criteria for assessing the risk of toxic pollution of surface waters of land in emergency situations (in cases of pollution) was applied together with an analysis of the state of bottom sediments. A high level of chronic pollution of the water body by lead, zinc, manganese, nickel, and copper was obtained. The assessment of bottom sediment contamination was carried out on the basis of a comparison of the concentration of each of the pollutants in samples of bottom sediments taken in observation sites and in the background section, provided that the types of bottom sediments are identical in absolute form in the form of pollution coefficients, pollution factors representing the detected concentration to the background one. The measured values of pollutants in the water body up to the MSW landfill were used as the background. Pollution of bottom sediments and a water body occurs from the impact of technogenic factors. The coefficient of bottom accumulation (CDA) below the MSW landfill (along the body of the landfill) is 0.75–2.0 times higher than the CDA before the MSW landfill (background). Determining the level of surface water pollution near the MSW landfill showed that water bodies have a high level and a stable high level of exceeding the MPC for some hydrochemical indicators. For an operational assessment of the state of water bodies, it is recommended to use the methodology "Criteria for assessing the risk of toxic pollution of land surface waters in emergency situations (in cases of pollution)" with an additional analysis of bottom sediments with the determination of the bottom accumulation coefficient.

Key words: MSW landfills, pollution, water bodies, MPC, bottom accumulation factor, chronic pollution.

Поступила в редакцию 03.12.22

Принята к печати 28.12.22