

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И УТИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Андрюенко И.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бычек И.В. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Одними из крупных загрязнителей поверхностных и подземных вод являются полигоны твердых коммунальных отходов и производства электронной техники. Проведено исследование по установлению содержания веществ, влияющих на пригодность воды к использованию в хозяйственно-бытовых целях, из источников, расположенных на территориях, сопредельных с полигонами отходов. Показано, что воду из данных источников не рекомендуется использовать в неочищенном виде для питья и для хозяйственно-бытовых нужд.

Ключевые слова: поверхностные воды, подземные воды, полигон твердых коммунальных отходов, электронная техника, загрязняющие вещества.

Введение. Одной из важнейших задач государственной политики Республики Беларусь является рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды, обеспечение благоприятных условий проживания людей, успешное решение которой во многом определяет особенности устойчивого развития страны. Наличие чистой воды, пригодной не только для питья, но и для хозяйственно-бытовых нужд, является одним из важнейших аспектов благоприятной жизни людей [1].

Крупными загрязнителями поверхностных и подземных вод в г. Гомеле являются полигоны твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) и производства электронной техники. Более 15 % бытового мусора составляют электрические приборы или их отдельные части – гальванические элементы, микросхемы, провода и их изоляция.

В последние десятилетия в г. Гомеле и Гомельской области остро стоит вопрос о количестве и размерах полигонов захоронения электронной техники. Так, с ростом города увеличиваются объемы бытовых и промышленных отходов, производимых его жителями. В свою очередь, это ведет к тому, что количество полигонов растет и их пагубное влияние на окружающую среду и человека становится все более выраженным. Поэтому актуальным является определение состояния поверхностных и подземных вод, расположенных в зоне влияния полигонов ТКО г. Гомеля.

Основная часть. Для определения состояния поверхностных и подземных вод необходимо решить следующие задачи: определить современное состояние проблемы загрязнения поверхностных и подземных вод; провести сравнительный анализ содержания загрязняющих веществ в отобранных пробах воды; рассмотреть сезонные изменения содержания загрязняющих веществ. Объектом исследования является вода из поверхностных и подземных источников, расположенных на территориях, сопредельных с полигоном твердых коммунальных отходов. Предмет исследования: содержание в пробах воды общего количества железа (Fe), карбонатов (CO_3^{2-}) и гидрокарбонатов (HCO_3^-), определение pH, общей щелочности.

В районах, затронутых свалками, загрязняющие компоненты в подземную воду обычно попадают непосредственно из массы отходов или через местные загрязненные поверхностные воды (водотоки, заболоченные земли). Через подземные воды загрязнители могут мигрировать в ограниченные водоемы, а также в поверхностные воды. Загрязнение подземных вод зависит как от физико-химических свойств хранимых отходов, так и от условий защиты водоносных горизонтов [2]. На границе санитарно-защитных зон

полигонов (расстояние до 500 м) в воде обычно фиксируются только изменения соотношения макрокомпонентов. Однако в случае неблагоприятных геолого-гидрогеологических условий территория распространения загрязненных вод может быть расширена. В таблице 1 указаны расстояния от полигона ТКО до точек отбора проб. В качестве контрольной пробы была использована водопроводная вода.

Точки №1 и №2 относятся к поверхностным, а точки №3 и №4 к подземным источникам водоснабжения.

Таблица 1 – Удаленность точек отбора от полигона ТКО

Номер точки отбора	Место расположение	Расстояние от полигона ТКО, м
1	Река Уза	887
2	Пруд в деревне Уза	1424
3	Шахтный колодец	1420
4	Проба из частной скважины	1360

Все анализы выполнялись по стандартизированным методикам [3]. Титриметрическим методом анализа определены общая щелочность, карбонаты, гидрокарбонаты, временная жесткость; показатель pH – при помощи индикаторной бумаги. Поскольку многие показатели имеют сезонные изменения, все измерения проводились дважды при разных метеорологических условиях (таблица 2).

Таблица 2 – Метеорологические показатели в периоды отбора

Период отбора	Средняя температура в день отбора, °C	Количество осадков в месяце отбора, мм
Июль 2024	21	81,5
Сентябрь 2024	15,6	28,8

Показатель pH при сравнении проб, отобранных в летний и осенний периоды 2024 года, уменьшился в осенний период по сравнению с летним в 1,12 раза. Разница показателей между точками отбора составляет не более 0,2. Исходя из полученных данных и сравнительного описания, можно сделать вывод о существовании сезонного изменения показателя pH, однако оно является незначительным. Данные изменения показателей pH можно объяснить колебанием среднемесячной температуры в периоды отбора проб, из-за чего растворимость многих кислот и кислых солей повышалась или понижалась, что и обусловило хоть и незначительное, но изменение pH воды.

Временная жесткость воды определяется содержанием в ней растворенных карбонатов и гидрокарбонатов. По результатам анализа все исследованные воды можно классифицировать по показателю жесткости как очень мягкие. Показатель жесткости при сравнении проб, отобранных в летний и осенний периоды 2024 года, уменьшился в осенний период по сравнению с летним в 1,13 раза (таблица 3).

Таблица 3 – Уровень временной жесткости проб воды, мг-экв./л

Номер точки отбора	Периоды отбора проб	
	Июль 2024	Сентябрь 2024
1	1,75	1,67
2	1,00	0,90
3	1,20	1,00
4	0,60	0,45
Контрольная	0,34	

Исходя из полученных данных и сравнительного описания, можно сделать вывод о существовании сезонного изменения данного показателя.

61-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов

Щелочностью воды называется суммарная концентрация содержащихся в воде анионов слабых кислот и гидроксильных ионов, вступающих в реакцию при лабораторных исследованиях с соляной или серной кислотами с образованием хлористых или сернокислых солей щелочных и щелочноземельных металлов (таблица 4). Предельно допустимые границы показателя щелочности должны находиться в пределах от 0,5 до 6,5 ммоль/л [4].

Таблица 4 – Общая щелочность проб воды, ммоль/л

Номер точки отбора	Периоды отбора проб	
	Июль 2024	Сентябрь 2024
1	8,7	8,0
2	12,1	8,9
3	13,2	8,0
4	2,9	1,9
Контрольная	1,5	

Общая щелочность при сравнении проб, отобранных в летний и осенний период 2024 года, уменьшилась в осенний период по сравнению с летним в 1,38 раза. Превышение ПДК составляет 1,3 раза.

Самые высокие содержания железа зафиксированы в летний период 2024 года. В данный период показатель ПДК был превышен в среднем в 3,26 раз (таблица 5).

Таблица 5 – Концентрация общего железа, мг/л

Номер точки отбора	Периоды отбора проб	
	Июль 2024	Сентябрь 2024
1	1,05	1,62
2	2,08	0,52
3	2,2	0,45
4	3,12	0,67
Контрольная	0,25	

Содержание железа при сравнении проб, отобранных в летний и осенний периоды 2024 года, уменьшилось в осенний период по сравнению с летним в 2,39 раза.

Заключение. Проведен анализ воды из источников, расположенных на территориях, сопредельных с полигонами отходов. Установлено, что одними из главных загрязнителей воды являются Fe , CO_3^{2-} и HCO_3^{2-} . Проанализировано содержание токсикантов в пробах воды и определено, что некоторые показатели больше, чем предельные концентрации. Показано, что все показатели имеют сезонные изменения, причем в период с более низкой температурой показатели снижались. Прослеживается явная закономерность повышения концентрации токсикантов от типа воды и расстояния от источника загрязнения.

Таким образом, воду из данных источников не рекомендуется использовать в неочищенном виде ни для питья, ни для хозяйственно-бытовых нужд [5]. При необходимости рекомендуется применять различные способы очистки воды, такие как кипячение, фильтрование, отстаивание.

Список литературы

1. Лысухо, Н. А. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду: монография / Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – 210 с.
2. Коваленко, Н. А. Химические методы количественного анализа: учеб. - метод. пособие по дисциплине «Аналитическая химия» для студентов высших учебных заведений специальностей 1 - 47 02 01 «Технология полиграфических производств», 1 - 48 01 05 «Химическая технология переработки древесины» / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко. – Минск: БГТУ, 2007. – 82 с.
3. Вода хозяйственно - питьевого назначения. Общие требования к полевым методам анализа: ГОСТ 24902 - 81. – Введ. 01.01.1983; введ. РБ 17.12.92; переизд. (сентябрь 2011 г.) с изм. 1. – Минск: Белорус. гос. ин - т стандартизации и сертификации, 2011. – 6 с.
4. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов: ГОСТ 31957 – 2012. – Введ. 01.01.2016. – Минск: Белорус. гос. ин - т стандартизации и сертификации, 2016. – 32 с.
5. Андриенко, И. М. Оценка состояния поверхностных и подземных вод на территориях, сопредельных с полигоном твердых коммунальных отходов / И. М. Андриенко, Р. С. Хомченко, С. С. Семерная // Планирование, проведение и толкование итогов научных исследований: междунар. науч.-практ. конф., Киров, 20 янв. 2024 г. : сборник статей / Научно-издательский центр Аэтерна; редкол.: А.А. Сукиасян (отв. ред.) [и др.]. – Уфа, 2024. – С. 220–222.

UDC 502.51: 543.31

**QUANTITATIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS
IN THE PRODUCTION AND DISPOSAL OF ELECTRONIC EQUIPMENT**

Andryienko I.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bychek I.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ETT

Annotation. One of the major polluters of surface and underground waters are solid municipal waste landfills and electronic equipment production sites. A study was conducted to determine the content of substances affecting the suitability of water for domestic use from sources located in territories adjacent to landfills. It is shown that water from these sources is not recommended to be used in an uncleaned form for drinking and for household needs.

Keywords: surface water, groundwater, municipal solid waste landfill, electronic equipment, pollutants.