

В. В. Чабан, инженер по НТИ-эколог (ДП “Сакская ГГРЭС”)

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ИЗ ПОЧВ В ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ (в районе водосбора Сакского озера)

Описаны особенности распространения техногенных загрязнителей в различных типах почв, расположенных в границах водосбора Сакского соленого озера. Показано изменение в интенсивности миграции загрязнителей из почв в грунтовые воды в 80-х годах прошлого столетия и в настоящее время.

Ключевые слова: геологическая среда, техногенные загрязнители, грунтовые воды, почвы.

Введение

Сакское соленое озеро расположено в юго-западной части Крымского полуострова и является важной составляющей гидроминеральной базой Украины.

Особенности природных условий района способствуют расположению на прилегающей к озеру территории большого количества потенциальных источников техногенного загрязнения геологической среды (сельскохозяйственных угодий, объектов химической промышленности и жилых кварталов г. Саки с сопутствующей инфраструктурой). Сакский химический завод являлся основным источником загрязнения в районе водосбора озера химическими загрязнителями из группы тяжелых металлов [1]. В результате миграции загрязнителей из почв в грунтовые воды происходило загрязнение акватории озера. Высокий уровень загрязнения по результатам исследований 80-х годов прошлого столетия указывает на необходимость проведения исследования, направленного на установление возможных остаточных концентраций тяжелых металлов в почвах и грунтовых водах.

Цель, задачи, объект, предмет и методика исследований

Цель работы заключается в изучении особенностей миграции техногенных загрязнителей из почв в грунтовые воды в районе водосбора Сакского озера.

Объект исследования – почвы и грунтовые воды.

Предметом исследования является изучение миграции загрязнителей.

Задачи исследования:

– проанализировать состояние почв во время работы основного источника техногенного загрязнения – химического завода;

– определить уровень миграции загрязнителей в грунтовые воды;

– провести анализ современного состояния почв;

– определить современный уровень миграции загрязнителей из почв в грунтовые воды.

При выполнении исследования использовались лабораторные, математические и картографические методы.

Анализ состояния почв во время работы основного источника техногенного загрязнения – химического завода

В период функционирования химического завода происходило интенсивное загрязнение объектов геологической среды в пределах водосбора Сакского соленого озера. Анализ загрязнения почв в 80-х годах прошлого столетия основан на данных Московской опытно-методической экспедиции Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких

элементов, проводившей комплексные геохимические исследования для оценки влияния Сакского химического завода на окружающую среду (1981–1982 гг.).

Как показали результаты исследования, наиболее высокие значения суммарного показателя загрязнения (Z_c) установлены в почвах следующих типов: черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые легкоглинистые засоленные почвы; лугово-черноземные среднеглинистые почвы и их остаточные слабосолонцеватые разновидности; лугово-черноземные легкоглинистые почвы и их остаточные слабосолонцеватые разновидности. Суммарное загрязнение перечисленных почв оценивается как чрезвычайно опасное.

Более низкие значения суммарного показателя загрязнения (Z_c) установлены в пределах развития следующих типов почв: черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые среднесуглинистые засоленные почвы; намывные луговые среднеглинистые почвы; намывные черноземы и лугово-черноземные среднеглинистые почвы; лугово-болотные почвы. Суммарное загрязнение перечисленных почв оценивается как опасное.

Наиболее низкие значения суммарного показателя загрязнения (Z_c) установлены в пределах распространения морских песчаных отложений. Суммарное загрязнение оценивается как умеренно опасное.

Неравномерное распределение загрязнителей в почвах района исследования обуславливается геохимическими и структурными особенностями почв. В структуру лугово-черноземных почв и черноземов луговых входит большое количество гуминовых кислот и фульвокислот, которые способствуют накоплению тяжелых металлов в почвах. Гуминовые кислоты способствуют активному накоплению марганца, а фульвокислоты – меди, свинца, цинка и никеля. Кроме кислотности почв, на интенсивность накопления загрязнителей большое влияние оказывает структурный состав почв. Для глинистых почв характерен низкий показатель коэф-

фициента фильтрации ($K_{\phi} \leq n \cdot 10^{-4}$ м/сут), что препятствует вымыванию загрязняющих веществ из почвы, а для песчаных почв характерен высокий показатель коэффициента фильтрации ($K_{\phi} \geq 0,5$ м/сут), а это обеспечивает хорошую степень вымывания загрязняющих веществ из почвы [2, 3].

Однако накопление загрязнителей в однотипных почвах происходит неравномерно и зависит от степени удаления от источника техногенного загрязнения [4], которым являлся Сакский химический завод. Согласно результатам расчетов суммарный показатель загрязнения почв в районе химического завода равен 774, на остальной территории района исследований – 232,5.

Миграция загрязнителей в грунтовые воды

В период интенсивного загрязнения геологической среды в пределах водосбора Сакского озера, происходила миграция загрязнителей из почв в грунтовые воды. Подтверждением тому являются результаты анализа грунтовых вод, разгружающихся в котловине озера (табл. 1).

Интенсивность миграции загрязнителей из почв в грунтовые воды не равномерна на всех участках и зависит от степени загрязнения почв. Наиболее интенсивная миграция установлена на участке в районе химического завода и в пределах следующих типов почв: черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые легкоглинистые засоленные почвы; лугово-черноземные среднеглинистые почвы и их остаточные слабосолонцеватые разновидности; лугово-черноземные легкоглинистые почвы и их остаточные слабосолонцеватые разновидности. Суммарное загрязнение перечисленных почв оценивается как чрезвычайно опасное.

Менее интенсивная миграция установлена в пределах города и по берегам озера, где развиты почвы следующих типов: черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые среднесуглинистые

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в грунтовых водах по данным 1987 г. (мг/л)

Место расположения скважин	ПДК						
	Fe	Mn	Cu	Ni	Cd	Pb	Zn
На участке химических предприятий	50,14	72,5	0,05	7,64	0,004	0,13	1,45
На участке города и курорта	8,3	2,28	0,015	0,088	0,004	2,1	0,28
На участке южного берега Сакского озера	1,8	4,78	0,01	0,07	0,003	0,72	0,093
На участке морской пересыпи	7,8	1,16	0,013	0,095	0,01	3,24	0,102

засолённые почвы; намывные луговые среднеглинистые почвы; намывные черноземы и лугово-черноземные среднеглинистые почвы; лугово-болотные почвы. Суммарное загрязнение перечисленных почв оценивается как опасное и в пределах распространения морских песчаных отложений.

Следует отметить, что грунтовые воды являлись средой транзита техногенных загрязнителей в акваторию Сакского озера, что приводило к накоплению тяжелых металлов в рапе и донных отложениях.

Современное состояние почв

После прекращения работы Сакского химического завода происходит процесс экологического оздоровления в районе исследования, уменьшается содержание загрязнителей в почве.

Об уменьшении уровня техногенной нагрузки в исследуемом районе свидетельствует и изменение суммарного показателя загрязнения почв (рисунок). Согласно результатам контрольного опробования почв в пределах водосбора Сакского озера (в 2009 г.), в районе химического завода суммарный показатель загрязнения уменьшился в 13,5 раз (черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые легкоголинистые засоленные почвы; лугово-черноземные легкоголинистые почвы и их остаточные слабосолонцеватые разновидности).

В пределах города – 14,5 раз (черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые легкоголинистые засоленные почвы; лугово-черноземные

легкоголинистые почвы и их остаточные слабосолонцеватые разновидности; черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые легкоголинистые засоленные почвы). На берегу озера – в 215 раз (черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые легкоголинистые засоленные почвы; лугово-черноземные легкоголинистые почвы и их остаточные слабосолонцеватые разновидности). На территории морской пересыпи – в 232,5 раза (черноземно-луговые несолонцеватые и слабосолонцеватые суглинистые засоленные почвы; морские песчаные отложения).

Из вышесказанного видно, что за период с 1982 по 2009 г. произошло снижение концентраций загрязнителей в почвах района исследований. Однако, как показали современные исследования (табл. 2), загрязнители по-прежнему содержатся в почвах на берегу Сакского соленого озера, что обуславливает их возможную миграцию в акваторию лечебных и защитных водоемов.

Анализ распределения загрязнителей в почвах на берегу озера в 80-х годах прошлого столетия и в настоящее время позволяет говорить о перераспределении “очагов” загрязнения. На сегодняшний день, кроме территории бывшего химического завода, источником поступления техногенных загрязнителей в объекты окружающей среды является инфраструктура г. Саки, как указано в работе, данный факт обусловлен интенсивным движением автотранспорта, размещением в центральной части города автостанции,

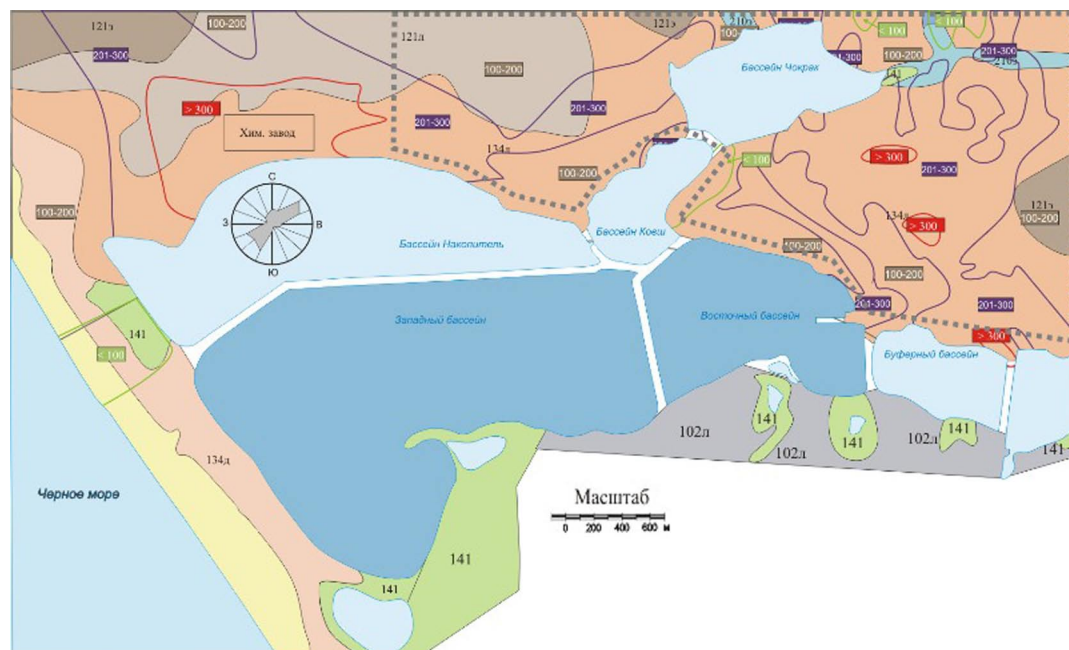
многочисленных автомобильных стоянок и опоясывающая густая сеть автомобильных дорог республиканского и местного значения [5].

Миграция загрязнителей в грунтовые воды в настоящее время

В 2008 г. был проведен контрольный отбор проб грунтовых вод из наблюдательных скважин, результаты анализа по-

казали незначительное содержание или полное отсутствие загрязнителей в грунтовых водах [6].

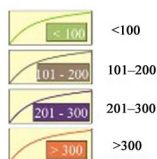
Несмотря на прекращение миграции загрязнителей из почвы, грунтовые воды остаются одним из важных элементов эколого-геологического мониторинга, поскольку являются основным источником питания Сакского озера и влияют на его водно-солевой баланс.



1. Типы почв

102л	Черноземы щебенчатые, слабосмытые легкосуглинистые на хлорит плотных карбонатных пород
121л	Лугово-черноземные среднесуглинистые почвы и их остаточные слобосолонцеватые разновидности
121г	Лугово-черноземные легкосуглинистые почвы и их остаточные слобосолонцеватые разновидности
134д	Черноземно-луговые несолоновчатые и слабосолоновчатые среднесуглинистые засоленные почвы
134л	Черноземно-луговые несолоновчатые и слабосолоновчатые легкосуглинистые засоленные почвы
141	Лугово-болотные почвы
209г	Намытые черноземы и лугово-черноземные среднесуглинистые почвы
210г	Намытые луговые среднесуглинистые почвы
219	Морские песчаные отложения

2. Уровень суммарного загрязнения (Zс) почв района исследований



3. Прочие знаки



Рисунок. Распространение суммарного загрязнения почв на территории исследования по результатам 1982 г. и 2009 г.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в почве района исследований (результаты анализа 2009 г.)

№ участка	Pb			Zn			Cu		
	Ср ¹ (мг/кг)	ПДК (мг/кг)	Кс (раз)	Ср ¹ (мг/кг)	ПДК (мг/кг)	Кс (раз)	Ср ¹ (мг/кг)	ПДК (мг/кг)	Кс (раз)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12,75	30	0,43	30,95	23	1,35	9,84	3	3,28
2	30,28		1,01	153,08		6,66	88,33		29,44
3	25,54		0,85	65,45		2,85	17,34		5,78
4	13,99		0,47	31,13		1,35	13,59		4,53
5	74,33		2,48	279,2		12,14	77,74		25,91
6	52,20		1,74	200,9		8,73	50,58		16,86
7	34,73		1,16	47,3		2,06	21,74		7,25

№ участка	Mn			Ni			Cr		
	Ср ¹ (мг/кг)	ПДК (мг/кг)	Кс (раз)	Ср ¹ (мг/кг)	ПДК (мг/кг)	Кс (раз)	Ср ¹ (мг/кг)	ПДК (мг/кг)	Кс (раз)
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	284,99	1500	–	10,52	4	2,63	2,00	6	–
2	742,25		–	24,35		6,09	21,53		3,59
3	688,79		–	25,14		6,29	15,51		2,59
4	691,13		–	27,39		6,85	16,92		2,82
5	1339,7		–	28,25		7,06	148,71		24,79
6	713,78		–	27,17		6,79	2,00		–
7	770,22		–	26,14		6,54	2,00		–

Примечание. 1 – приводится среднее значение по участку.

Выводы

1. Неравномерное распределение загрязнителей в почвах района исследования обуславливается геохимическими и структурными особенностями почв, а также степенью удаления от источника техногенного загрязнения.

2. В 80-х годах прошлого столетия отмечалась интенсивная миграция загрязнителей из почв в грунтовые воды. В таких условиях грунтовые воды являлись средой транзита в озеро загрязняющих веществ, в результате чего происходило изменение гидрогеохимического режима рапы и лечебных грязей.

3. После закрытия химического завода (90-е годы прошлого столетия) произошло значительное снижение содержания загрязнителей в почвах и существенное сокращение их поступления в грунтовые воды.

4. Несмотря на отмеченное в работе прекращение миграции загрязнителей из почвы, грунтовые воды остаются одним из важных элементов эколого-геологического мониторинга, поскольку являются основным источником питания Сакского озера и влияют на его водно-солевой баланс.

5. Объектом дальнейших исследований является также невыясненное на сегодняшний день распределение загрязняющих веществ в вертикальном разрезе – в породах зоны аэрации, поскольку накопленные на геохимических барьерах загрязнители представляют угрозу загрязнения грунтовых вод на протяжении длительного времени после прекращения функционирования техногенных источников загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулов О. А., Хохлов В. А. Информация о современном состоянии гидроминеральных ресурсов лечебного назначения на территории АР Крым//Сборник статей специалистов ДП “Сакская ГГРЭС” 1995–2007 гг. г. Саки. С. 41–44.

2. Озерский А. Ю. Основы геохимии окружающей среды. Красноярск: ИПКСФУ, 2008. 316 с.

3. Перельман А. И. Изучая геохимию... О методологии науки. М.: Наука, 1987. 152 с.

4. Ревич Б. А., Саев Ю. Е., Смирнова Е. П., Сорокина Е. В. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения терри-

тории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.

5. Чабан В. В. Влияние грунтовых вод на экологическую безопасность Сакского соленого озера//Сборник научных трудов “Строительство и техногенная безопасность”. № 24–25. Симферополь: НАПКС, 2008. С. 43–47.

6. Чабан В. В. Изменение уровня техногенного загрязнения почв во времени в районе Сакского соленого озера//Сборник научных трудов “Строительство и техногенная безопасность”. № 31. Симферополь: НАПКС, 2010. С. 65–71.

Рукопис отримано 24.05.2013.

Описано особливості поширення техногенних забруднювачів у різних типах ґрунтів, розвинутих у межах водозбору Сакського солоного озера. Показано зміну в інтенсивності міграції забруднювачів з ґрунтів у ґрунтові води у 80-х роках минулого століття і в наш час.

Ключові слова: геологічне середовище, техногенні забруднювачі, ґрунтові води, ґрунти.

The features of the spread of man-made pollutants in different types of soils, located within the catchment area of Saki salt lake. The change in the intensity of migration of contaminants from the soil into the groundwater in the 80-ies of the last century and at the present time.

Keywords: geological environment, man-made pollutants, groundwater, soil.