

В. В. Чабан

ДП «Сакская ГГРЭС»

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ САКСКОГО СОЛЕНОГО ОЗЕРА

Приведены результаты анализа техногенных изменений геологической среды в границах водосбора Сакского озера за последние 50 лет. Изучено современное влияние геологической среды на экологическое состояние водоема.

Ключевые слова: геологическая среда, техногенные загрязнители.

Наведено результати аналізу техногенних змін геологічного середовища в межах водозбору Сакського озера за останні 50 років. Вивчено сучасний вплив геологічного середовища на екологічний стан водойму.

Ключові слова: геологічна середа, техногенні забруднювачі.

Showing results of the analysis of man-made changes in the geological environment in the catchment area of Saki Lake for the last 50 years. Explore the current impact of the geological environment on the ecological state of the reservoir.

Keywords: geological environment, man-made pollutants.

Введение. Сакское солёное озеро представляет собой затопленное морскими водами устье двух балок: Чеботарской и Чокракской; оно отделено от моря морской пересыпью шириной до 600 м и высотой 3 - 4 м. Берега озера не превышают 7 м в высоту, водоразделы в значительной мере сглажены, в ряде мест видны обнажения горных пород.

Грунтовые воды залегают на глубине 2 – 6 м и играют важную роль в режиме питания водоемов Сакского озера.

Специфическое воздействие природных факторов (геоморфологических, геологических, тектонических, гидрогеологических, климатических и биологических) на протяжении тысячелетий привело к образованию донных отложений и рапы, бальнеологические показатели которых позволяют успешно применять их при лечении многих заболеваний.

Со второй половине XX века озеро испытывает сильное техногенное преобразование, в результате которого в гидрологическом режиме произошли большие изменения. На сегодняшний день озеро представляет собой 7 изолированных друг от друга водоемов, каждый из которых имеет свое промышленное или лечебное назначение: Восточный и Западный – месторождение лечебной грязи и рапы; Накопитель, Ковш, Чокрак, Буферный и Михайловский пруд – защитные водоемы, принимающие большую часть поверхностного стока.

В связи с техногенным преобразованием территорий, расположенных в пределах водосбора, необходимо изучить современное влияние геологической среды на Солёное озеро.

Анализ публикаций. Эколого-геологические условия формирования соленых озер, расположенных на территории Украины и за ее границами, в разное время изучались рядом исследователей, таких как И. Ю. Шутов, Ю. Г. Юровский, В. П. Ильинский, А. В. Николаев, J. E. Talmage, A. S. Vuchalo и др. Но соленые озера Крымского полуострова по генезису происхождения, физико-химическим и санитарно-бактериологическим параметрам гидроминеральных ресурсов сильно отличаются от наиболее изученных соленых озер, расположенных в разных частях земного шара: Мертвого моря (англ. Dead sea) в Израиле, Большого соленого озера (англ. Great Salt Lake) в США, озера Джордж (англ. Lake Georg) в Австралии и озер Шира и Большого Тамбуканского, расположенных в России.

Сакское соленое озеро является типичным представителем соленых озер Крымского полуострова. С 1926 г. на озере действует наблюдательная станция, где производится изучение процессов образования уникальных гидроминеральных ресурсов, к которым относятся лечебная грязь и покровная рапа, а также эколого-геологических условий формирования водоема.

Под руководством С. А. Пастак, В. И. Родкина, В. А. Хохлова, О. А. Гулова, и др. неоднократно проводились работы по изучению влияния техногенных факторов на нарушение экологической безопасности Сакского соленого озера.

В условиях интенсивной хозяйственной деятельности в пределах водозабора озера необходимо провести изучение современного влияния техногенных изменений геологической среды на водоем.

Цель исследования: изучить современное влияние техногенных изменений геологической среды на экологическое состояние Сакского соленого озера.

Цель исследования определяет основные задачи:

- изучить современное состояние компонентов геологической среды, выполнив экспериментальные работы по обследованию, опробованию почв и грунтовых вод;

- выполнить анализ результатов, полученных эмпирическим методом и при изучении ранее выполненных работ.

Объект исследования: геологическая среда в пределах водосбора Сакского соленого озера.

Предмет исследования: состояние геологической среды и особенности ее влияния на водоем Сакского соленого озера.

Методика исследования. Сбор, анализ и систематизация литературных и фондовых материалов проведены в фондах ДП «Сакская ГГРЭС».

Проведение обследования с контрольным отбором проб почвы и грунтовых вод проходило в период с 2008 – 2009 г.г.

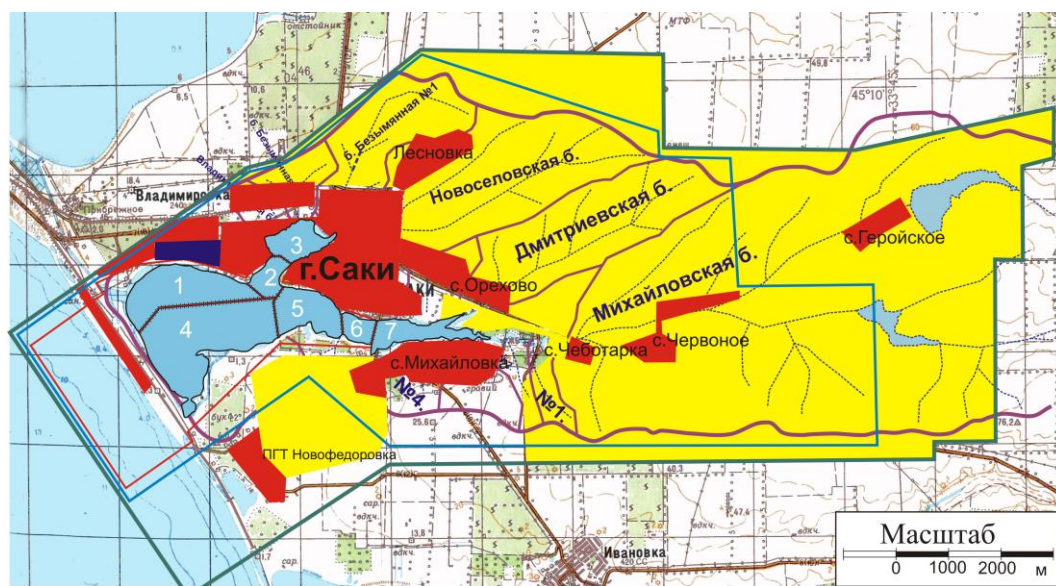
Отбор проб почвы проводился на контрольных участках, выбранных на основании анализа истопников техногенного загрязнения. Отбор проб грунтовых вод проводился в наблюдательных скважинах на берегах озера.

Лабораторные исследования выполнены в лабораториях ДП «Сакская ГГРЭС» и КО Укр ГГРИ.

Современное состояние геологической среды в пределах района исследований. Особенности природных условий в пределах водосборной площади озера способствуют расположению на прилегающей территории, находящейся в границах зон санитарной охраны, сельскохозяйственных угодий, объектов химической промышленности и жилых кварталов г. Саки и других населенных пунктов с сопутствующей инфраструктурой. Развитие хозяйственной деятельности обусловило образование вокруг водоема большого количества потенциальных источников техногенного загрязнения: дренажных систем, полей орошения, сооружений для сброса сточных вод в защитные водоемы, коммуникаций, проложенных на берегу озера, объектов легкой и пищевой промышленности, санаторно-курортного комплекса (места скопления отдыхающих), накопительных бассейнов бывшего химического завода, несанкционированных мусорных свалок и др [2].

Анализ изменения эколого-геологических условий прилегающих к озеру территорий позволил установить местоположения источников техногенного загрязнения и провести их картирование (рис.1). По особенностям влияния на геологическую среду все источники техногенного загрязнения целесообразно

объединить в три группы: сельское хозяйство, химическая промышленность и городская застройка. Установленные виды загрязнителей показаны в таблице 1.



Условные обозначения:

- общая граница водосборной площади
- границы локальных водосборных участков
- временные водотоки
- противопаводковые “сухие” водохранилища
- Новоселовская б. название балок
- граница 1-й санитарной зоны
- граница 2-й санитарной зоны
- граница 3-й санитарной зоны
- Жилые массивы
- Объекты химической промышленности
- Сельскохозяйственные угодья
- Бассейны Сакского озера
- 1 Накопитель;
- 2 Ковш;
- 3 Чокрак;
- 4 Западный;
- 5 Восточный;
- 6 Буферный;
- 7 михайловка.

Рис. 1. Расположение источников техногенного загрязнения.

Таблица 1

Виды загрязнителей поступающих в объекты окружающей среды из различных техногенных источников [1, 3, 4].

№ п/п	Группы загрязнителей	Теоретически и экспериментально обоснованные загрязнители, поступающие в окружающую среду
1	Пищевая промышленность	NO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , Li, Ba, Pb, Cd, Md, Hg, фенолы, нефтепродукты, СПАВ.
2	Сельское хозяйство	N_3^{2-} , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , Se, Li, Ba, Al, As, Mn, Hg, Cu, Zc, фенолы, окислители, пестициды, гербициды, фунгициды, зооциды.
3	Свалки ТБО и строительных отходов	NO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , Li, Ba, Cd, Md, Hg, Al, As, фенолы, нефтепродукты, окислители СПАВ.
4	Химическая промышленность	NH_4^+ , Fe, NO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , Li, Ba, Mn, Hg, As, Cu, Pb, фенолы, нефтепродукты, серная и соляная кислоты.
5	Хранение углеродов	H_2S , NH_4 , Fe, NO_2 , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , Li, Ba, Mn, Hg, As, Pb, фенолы, нефтепродукты, ароматические углероды.
6	Отсутствие канализации	P_2O_5 , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , Se, Li, Ba, Al, фенолы, окислители, СПАВ.
7	Транспорт	NO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , NH_4 , Se, Li, Ba, As, Mn, Hg, Cu, Fe, Zn, Ni, Co, Mo, фенолы, окислители, нефтепродукты.
8	АЗС	NO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , NH_4 , Se, Li, Ba, As, Mn, Hg, Cu, Fe, Zn, Ni, Co, Mo, фенолы, окислители, нефтепродукты.
9	Предприятия, использующие отравляющие вещества (аммиак, хлор, сернистый ангидрид)	NO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , NH_4 , Li, Ba, As, Mn, Hg, Al, фенолы.
10	ТЭЦ и другие энергетические комплексы	NO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , NH_4 , Li, Ba, As, Mn, Fe, фенолы, нефтепродукты.

Анализ влияния геологической среды на Сакское соленое озеро.

Для объективного анализа влияния геологической среды на водоем изучено экологическое состояние почв, слагающих берега и грунтовых вод, разгружающихся в озеро.

Результаты контрольных анализов проб почвы показали, что концентрации свинца, цинка, меди и никеля, превышающие ПДК, установлены на всех участках (табл. 2). Наибольшие концентрации указанных элементов установлены в районе химического завода ($Pb = 74,33$ мг/кг, $Zn = 279,19$ мг/кг, $Cu = 77,74$ мг/кг, $Ni = 28,25$ мг/кг) и в центре города ($Pb = 52,20$ мг/кг, $Zn = 200,86$ мг/кг, $Cu = 50,58$ мг/кг, $Ni = 27,17$ мг/кг), а наименьшие значения – на территории морской пересыпи ($Pb = 12,75$ мг/кг, $Zn = 30,95$ мг/кг, $Cu = 9,84$ мг/кг, $Ni = 10,52$ мг/кг).

Концентрации хрома, превышающие ПДК, обнаружены в районе химического завода, на берегу оз. Ковш и Восточного бассейна (148,71 мг/кг, 15,51 мг/кг, 16,92 мг/кг соответственно).

Содержание марганца на всех участках не превысило ПДК.

Таблица 2

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

участка	b			п			u		
	ср ¹ мг/кг	ДК мг/кг	с (раз)	ср ¹ мг/кг	ДК мг/кг	с (раз)	ср ¹ мг/кг	ДК мг/кг	с (раз)
1									0
2	2,75		,43	0,95		,35	,84		,28
3	0,28		,01	53,08		,66	8,33		9,44
4	5,54		,85	5,45		,85	7,34		,78
5	3,99	0	,47	1,13	3	,35	3,59		,53
6	4,33		,48	79,2		2,14	7,74		5,91
7	2,20		,74	00,9		,73	0,58		6,86
8	4,73		,16	7,3		,06	1,74		,25

участка	п			i			r		
	ср ¹ мг/кг	ДК мг/кг	с (раз)	ср ¹ мг/кг	ДК мг/кг	с (раз)	ср ¹ мг/кг	ДК мг/кг	с (раз)
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	84,99			0,52		,63	,00		
3	42,25			4,35		,09	1,53		,59
4	88,79			5,14		,29	5,51		,59
5	91,13	500		7,39		,85	6,92		,82
6	339,7			8,25		,06	48,71		4,79

	13,78			7,17		,79	,00		
7	70,22			6,14		,54	,00		

Примечание: 1 – приводится среднее значение по участку

Суммарный показатель загрязнения почв в районе химического завода равен 55,5, что оценивается как опасный уровень загрязнения [5]. В границах города суммарный показатель загрязнения равен 22 – умеренно опасный уровень загрязнения. В устьевых частях балок суммарный показатель равен 1,5 – допустимый уровень загрязнения.

Сравнение уровня загрязнения почв с результатами исследований Московской опытно-методической экспедиции Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (1982 г.), во время работы Сакского химического завода, позволяет сделать вывод о перераспределении «очагов» загрязнения. На сегодняшний день, кроме территории бывшего химического завода, источником поступления техногенных загрязнителей в объекты окружающей среды является инфраструктура г. Саки, что обусловлено интенсивным движением автотранспорта, размещением в центральной части города автостанции, многочисленных автомобильных стоянок и опоясывающей густой сетью автомобильных дорог республиканского и местного значения (рис.2) [8].

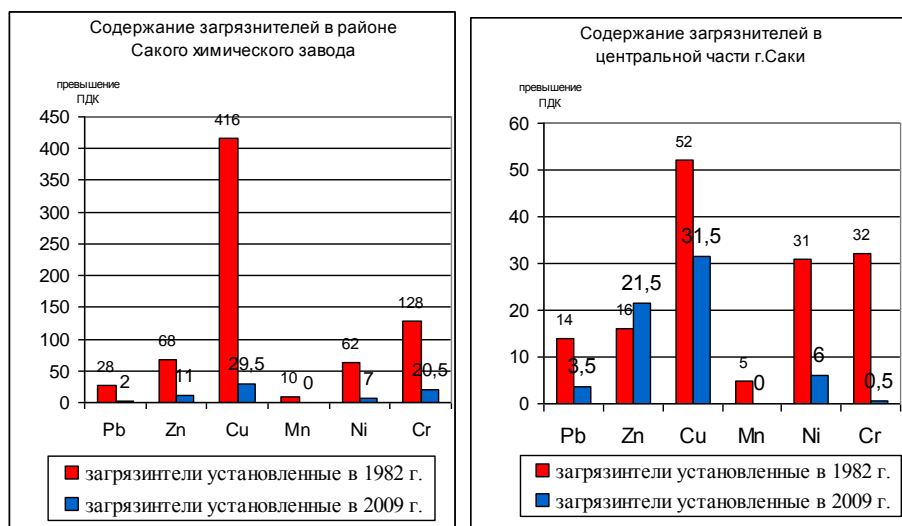


Рис. 2. Диаграмма сравнения содержания загрязнителей в почвах в разные временные периоды.

Грунтовые воды оказывают сильное влияние на гидрологический режим всех бассейнов Сакского озера. В 80-х годах прошлого столетия вместе с грунтовыми водами поступали техногенные загрязнители из группы тяжелых металлов, как в защитные водоемы, так и в лечебные (табл. 3). Согласно результатам контрольного опробования в 2008 году, в грунтовых водах, разгружающихся в лечебные водоемы, установлено незначительное содержание тяжелых металлов или полное их отсутствие [7]. Снижение концентрации загрязнителей в грунтовых водах связано с прекращением действия одного из главных источников техногенного

загрязнения – Сакского химического завода. Как видно из сравнительной таблицы 4, после прекращения поступления тяжелых металлов с грунтовыми водами, концентрации всех определяемых загрязнителей в Восточном бассейне снизились на несколько порядков.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в грунтовых водах (мг/л).

место расположения скважин	Fe	Mn	Cu	Ni	Cd	Pb	Zn
	0,3	0,1	1,0	0,1	0,001	0,03	1,0
ПДК	2	3	4	5	6	7	8
1							
1987 г.							
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 Сакской морской пересыпи	7,8	1,16	0,013	0,095	0,01	3,24	0,102
1990 г.							
на участке химических предприятий	6,0	2,79	0,07	0,44	0,05	0,151	0,36
на участке города и курорта	2,89	39,9	0,070	0,22	0,09	0,21	2,34
на участке южного берега Сакского озера	5,31	2,83	0,028	0,225	0,037	0,12	0,71
на участке Сакской морской пересыпи	17,0	40,0	0,033	0,632	0,050	0,303	3,07
1994 г.							
на участке химических предприятий	0,094	0,104	0,019	0,010	н/о	0,010	0,023
на участке города и курорта	0,099	0,147	0,040	0,009	н/о	0,002	0,029
на участке южного берега Сакского озера	8,914	0,495	0,021	0,008	н/о	0,004	0,058
на участке Сакской морской пересыпи	0,394	0,743	0,021	0,017	н/о	0,005	0,022

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в рапе Восточного бассейна (мг/л).

год	Cu	Mn	Ni	Pb	Cd	Zn
ПДК	1,0	0,1	0,1	0,03	0,001	1,0
1987	0,007	0,054	0,016	0,018	0,003	0,004
1990	0,004	0,08	0,016	0,04	0,002	0,011
1994	0,005	0,019	0,003	0,001	н/о	0,010
2008	0,000004	н/о	н/о	следы	0,00084	0,000012

Несмотря на то, что в лечебные водоемы техногенные загрязнители не поступают, существует угроза загрязнения последних при размыве разделительных дамб или фильтрации через дамбы. Проведенные в 1988 году исследования (ссылка) выявили фильтрацию загрязнителей из защитных водоемов в лечебные через дамбы. Фильтрация через некапитальные глиняные дамбы наблюдалась при разнице в уровнях воды между бассейнами в 0,5 – 1 м. На сегодняшний день защитные водоемы являются приемниками грунтовых и поверхностных вод с территорий застройки и сельскохозяйственных угодий. Попадание загрязненных вод из защитных водоемов (табл. 5) в лечебные приведет к катастрофическому загрязнению гидроминеральных ресурсов Сакского озера.

Таблица 5

Результаты санитарно-химического анализа воды Михайловского водоема (данные 2007 г).

Показатели	Михайловский пруд	Нормы ПДК
	Общий анализ	
	1. Органолептический	
pH	8.2	6.5-8.5
Eh, (mv)	+152	-
Мутность	27.5	-

Цветность	222.5	-
Щелочность, (мг-экв/л)	1.5	-
2. Химический анализ (мг/л)		
Окисляемость	13.4	не более 4
Аммиак	0.212	0.1
Нитраты	2.24	45.0
Нитриты	0.114	3.3
Растворимость O ₂	13.51	не менее 4
БПК	15.65	6.0
Сухой остаток, г/л	3.692	не более 1
Фосфаты	0.69	0.05

Выводы.

1. Происходящие за последние 50 лет изменения эколого-геологических условий под влиянием хозяйственной деятельности обусловили существование потенциальной постоянной угрозы загрязнения Сакского соленого озера.

2. Сакская городская агломерация является опасным источником загрязнения озера, потому что в горных породах зоны аэрации, преимущественно в почвах, происходит постоянное накопление загрязняющих веществ, транспортировке которых как поверхностным стоком, так и подземными водами в озеро способствует рельеф и геолого-гидрогеологические условия территории водосбора.

3. В результате анализа содержания техногенных загрязнителей в объектах геологической среды было установлено отсутствие прямого поступления загрязнителей в лечебные водоемы. Но в настоящее время отмечается сильное загрязнение защитных водоемов, что в дальнейшем может стать причиной поступления загрязнителей в лечебные водоемы.

Библиографические ссылки.

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. – Саки: ГГРЭС - С. 41 – 44.

2. Родкин В. И. Формирование геохимической обстановки месторождений лечебных грязей Крыма в условиях техногенного воздействия. - М: Московский ордена трудового красного знамени геологоразведочный институт им. С. Орджоникидзе, 1988, - 20 с.

3. Соболев Э. В., Ольштынский С. П. Геохимия техногенеза. Киев: Наукова думка, 191 – 228 с.

4. Хабаров В. А. Экологический мониторинг урбанизированных территорий. - М.: Папирус ПРО, 2003 – 100 с.

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

6. 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.

7. 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. 32 – 35.

8. Яковлев Е. А. Мониторинг экологического состояния техногенно-геологических систем // Труды международной научной конференции:

Мониторинг геологических, лито-технических и эколого-геологических систем. – М.: МГУ, 2007 – С. 183 – 184.

Поступила в редакцию 1.04.2013 г.