

УДК 543.2:574.5

Е.А. Борисова, доцент,**В.А. Поберская, д-р мед. наук,****Ю.С. Симонова****ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАПЫ ОЗЕРА МОЙНАКИ**

Обсуждаются вопросы динамики физико-химических показателей рапы озера Мойнаки за десяти- и двадцатипятилетний периоды (1994 – 2004 гг. 1979 – 2004 гг.). Качественный состав лечебной рапы мойнакского озера является важной характеристикой для её использования в лечении опорно-двигательного аппарата, нервной системы, заболеваний органов дыхания и слуха.

Евпатория расположена в юго-западной части степного Крыма на побережье Евпаторийской бухты мелководного Каламитского залива Чёрного моря. Город простирается на 24 км вдоль побережья, где удачно сочетаются элементы морского и степного климата.

Основными природными и лечебными факторами курорта являются сульфидные грязи Сакского озера, лечебная рапа Мойнакского озера, а также приморско-степной климат и песчаные пляжи, что и определило значение Евпатории, как климатического и бальнеологического курорта. Территория Евпатории по рекреационным ресурсам имеет индекс кадастровой оценки – 955,7, почти столько же, во сколько оценены рекреационные ресурсы всего Крыма.

Озеро Мойнаки расположено на западной окраине города Евпатория, вытянуто с юго-запада на северо-восток и отделено от Черного моря песчаной пересыпью.

В северной части озеро разделено насыпной дамбой, имеющей ширину до 3 м на техническую и лечебную части. Ранее лечебная и техническая части были соединены перетоком, а с 1999 г. это – два отдельных водоема.

Наибольшая длина озера около 2 км, ширина от 850 до 900 м. Длина береговой линии озера порядка 6,0 км, площадь водного зеркала 1,8 км², максимальная глубина 0,9...1,1 м, площадь водосборного бассейна 36 км². Озеро является устьевой частью Мойнакской балки. По побережью озера наблюдаются пластовые выходы подземных вод и родники. Самая северная оконечность озера в настоящее время является технологической частью ДП «Грязелечебница «Мойнаки», здесь расположены бассейны регенерации лечебной грязи, грязелечебница, в эту часть осуществляется сброс вод грязелечебницы после процедур.

Состав лечебной рапы озера Мойнаки хлоридно-натриевый. Среднегодовая минерализация рапы в 2001 году составила 55 г/дм³. По сравнению с 1971 г. она уменьшилась почти в два раза, в 1947 г. в рапе содержалось 180 граммов солей на литр раствора. Основная причина распреснения озера Мойнаки – это изменение общей гидрогеологической обстановки под влиянием работы Северо-Крымского канала [2].

Изменение физико-химических показателей рапы в озере Мойнаки за последние 10 лет явились основанием для исследований и анализа динамики этих показателей.

Целью статьи является исследование процесса динамики гидрохимических и физико-химических показателей на основании данных, полученных другими авторами начиная с 1997 г. и собственных наблюдений по 2004 г. включительно.

Для этого в сравнительном аспекте проведен анализ результатов режимных наблюдений на озере по отдельным показателям за десятилетний период (1994 – 2004 гг.) и двадцатипятилетний период (1979 – 2004 гг.).

Контроль за состоянием озера выполнялся различными методами на основании лицензии серии АА № 426432 от 31 марта 2003 г., выданной на «право поиска (разведки) месторождений полезных ископаемых» Министерством экологии и природных ресурсов Украины.

В таблице 1 представлены гидрохимические показатели; по отношению к 1994 и 2004 гг. установлены колебания уровня рапы в озере: минимальный уровень рапы в 1994 г. составлял 92 см, а в 2004 г. – 132 см; максимальный уровень рапы в 1994 г. составлял 116 см, а в 2004 г. – 149 см. При этом амплитуда колебаний уровня рапы уменьшилась, т. е. установлена разница между минимальными и максимальными уровнями рапы (40 см – минимальный уровень с 1994 по 2004 гг. и 33 см – максимальный за тот же период).

Минерализация рапы достигла низких значений по её минимальному уровню в 1997 г., снижаясь по отношению к 1994 г. в 1,8 раза (1994 г. – 61,2 г/дм³; 1997 г. – 34,8 г/дм³), а по отношению к 2004 г. – в 1,5 раза (1994 г. – 61,2 г/дм³; 2004 г. – 40,3 г/дм³). Показатели максимальных значений минерализации рапы были наиболее высокими в 1994 г. и составляли 74,8 г/дм³. Прослеживается снижение максимального значения минерализации: 64,8 г/дм³ в 1997 г., 56,0 г/дм³ в 2004 году.

Анализ данных (таблица 2) по составу рапы в гипотетических солях с 1979 по 2004 г. свидетельствует о колебаниях физико-химического состава. Так, среднегодовые показатели коэффициента $\frac{Na^+ + K^+}{Cl^-} \cdot 100$ за 25-летний период увеличились с 88,5 до 91,5. Это увеличение связано с притоком грунтовых вод, большим количеством пресных родников вокруг озера и антропогенной нагрузкой. То же самое относится и к увеличению кальций-хлоридного $\frac{Ca^{2+}}{Cl^-} \cdot 100$ коэффициента в 1,5 раза и сульфат-хлоридного $\frac{SO_4^{2-}}{Cl^-} \cdot 100$ коэффициента в 1,5 раза. При этом коэффициент режима,

представляющий собой отношение суммарного содержания солей к удельному весу $K_{реж.} = \frac{\sum \text{солей}}{\rho}$ с 1994 г. до 2004 г. снизился в 1,8 раз, с 95,1 до 52,64, соответственно, характеризуя общую тенденцию изменений физико-химического состава рапы со снижением ее основных параметров.

Функционирование родников, расположенных по побережью озера, зависит от уровня рапы. При этом температурный режим родников претерпевает сезонные колебания. В периоды повышения уровня рапы в озере родники находятся под водой и слабо функционируют. Температура воды в родниках (13 °C в октябре и 18,8 °C в августе) оставалась ниже температуры воздуха и рапы в озере. Наблюдения за родниками характеризуют устойчивость температурных показателей.

Известно, что температура воздуха влияет на температуру рапы в озере. Однако, несмотря на то, что температура рапы в озере в течение года, в основном, превышала температуру воздуха, отмечались периоды, когда в августе при максимальной температуре воздуха рапа не могла нагреваться быстрее воздуха. Это объясняется большой инертностью рапы. Например, при максимальной температуре воздуха 30,7 °C в 2000 г., максимальная температура рапы составляет всего 28 °C. Это показано в таблице 3.

Результаты санитарно-химического анализа рапы Мойнакского озера представлены в таблице 4. Они отражают нарушение водно-солевого баланса: максимальное повышение щелочности в 2000 г., концентрации растворенного кислорода в 2004 г., показателя окисляемости в 2004 г., уменьшение сухого остатка с 1998 г., уменьшение содержания аммония в 2000 г., увеличение нитратов в 2004 г., увеличение показателя БПК₅. Однако, приведенные данные не превышают допустимые нормы. Реакция по pH рапы соответствовала уровню щелочной 7,56...7,78.

Доминирующим фактором опреснения озера является изменение его гидрогеологических условий, что определило следующие последствия:

- 1) озеро стало питаться пресными водами, минерализация которых в 5 – 6 раз ниже, чем была при естественном режиме;
- 2) объём поступающей пресной воды увеличился в 1,5 раза;
- 3) подъём уровня озера выше уровня моря привёл к обратной фильтрации рапы.

Процесс изменения гидрогеологических условий в районе и в зоне озера в настоящее время продолжается. Единственным возможным вариантом изменить гидрохимическую обстановку в озере является изоляция озера от подземных вод [1], уменьшение антропогенной нагрузки и постоянный контроль гидрохимических и физико-химических показателей. Для этого разработана программа местных экологических действий, включающая следующие меры по улучшению экологической обстановки в районе озера Мойнаки:

- организовать ливневую канализацию вокруг озера;
- провести корректировку проекта по сбросу отработанных вод после процедур;
- провести корректировку технологических схем рациональной эксплуатации минеральных вод и рапы озера;
- освободить мойнакскую пересыпь от всех видов застройки и запретить использование этой зоны для организации ведомственных пляжей;
- поддерживать санитарное состояние территории, прилегающей к озеру;
- продолжить работы по озеру Мойнаки в соответствии с договором с КП «Южэкогеоцентр» для изучения динамики показателей рапы.

Таким образом, учитывая, что с апреля 1897 г. озеро отдано под охрану от порчи и истощения, проблема сохранения лечебных свойств этого минерального озера остается актуальной до настоящего времени, представляя собой одну из важных государственных задач.

Таблица 1 – Гидрохимические показатели за 1994 – 2004 гг.

1994 – 1995 гг.

Показатели	Уровень, см		Удельный вес, г/см ³		Минерализация, г/дм ³	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995
Средний	104	115,8	1,049	1,045	69,6	63,5
Максимальный	116	127	1,053	1,051	74,8	71,1
Минимальный	92	105	1,025	1,042	61,2	60,0

1997 – 1998 гг.

Показатели	Уровень, см		Удельный вес, г/см ³		Минерализация, г/дм ³	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Средний	128,5	133,4	1,040	1,037	56,7	53,4
Максимальный	140,5	147,0	1,046	1,045	64,8	63,6
Минимальный	119,0	116,0	1,024	1,033	34,8	47,5

2003 – 2004 гг.

Показатели	Уровень, см		Удельный вес, г/см ³		Минерализация, г/дм ³	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Средний	132,0	139,0	1,037	1,035	53,29	50,0
Максимальный	149,0	149,0	1,042	1,039	59,5	56,0
Минимальный	119,0	132,0	1,033	1,031	46,8	40,3

Таблица 2 – Среднегодовые коррелятивные показатели за 1979 – 2004 гг.

Коэффициенты	1979	1981	1986	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2004
$\frac{\sum \text{солей}}{\rho}$	95,1	83,7	77,39	65,41	60,79	60,55	53,50	51,46	51,46	52,64
$\frac{Na^+ + K^+}{Cl^-} \cdot 100$	88,5	90,1	89,59	90,98	90,69	91,42	92,04	92,86	92,86	91,53
$\frac{Mg^{2+}}{Cl^-} \cdot 100$	21,3	22,0	21,45	20,84	22,36	21,78	21,09	21,09	21,31	22,72
$\frac{Ca^{2+}}{Cl^-} \cdot 100$	3,4	3,9	4,36	4,75	4,86	4,91	4,04	4,04	4,96	5,09
$\frac{CO_3^{2-}}{Cl^-} \cdot 100$	0,11	0,11	0,13	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,23	0,14
$\frac{HCO_3^-}{Cl^-} \cdot 100$	0,11	0,13	0,17	0,19	0,29	0,19	0,31	0,31	0,39	0,46
$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^-} \cdot 100$	12,8	13,65	15,14	17,24	17,49	17,72	17,33	17,33	18,59	18,74
$\frac{\sum \text{солей}}{Cl^-}$	1,84	1,85	1,88	1,87	2,09	1,94	1,93	1,93	1,97	1,96
$\frac{NaCl}{\sum \text{солей}}$	0,79	0,79	0,78	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78	0,77	0,77

Таблица 3 – Средняя температура воздуха и рапы за 1994 – 2004 гг.

1994 – 1995 гг.

Показатели	Температура воздуха, °С		Температура рапы, °С	
	1994	1995	1994	1995
Средний	13,3	13	12,6	13,2
Максимальный	29	28,5	27	29,3
Минимальный	-8,3	-8,8	-6,5	-5

1999 – 2000 гг.

Показатели	Температура воздуха, °С		Температура рапы, °С	
	1999	2000	1999	2000
Средний	14	13,3	13,9	13,3
Максимальный	32,2	30,7	32,3	28
Минимальный	-7	-6	-5	-2,4

2003 – 2004 гг.

Показатели	Температура воздуха, °С		Температура рапы, °С	
	2003	2004	2003	2004
Средний	13	14,1	13	13
Максимальный	31,1	30,7	27,4	31,5
Минимальный	-7	-7	-2,6	-1,9

Таблица 4 – Результаты санитарно-химического анализа рапы озера Мойнаки за 1995 – 2004 гг.

	1995	1998	2000	2003	2004
Ph	7,66	7,56	7,76	7,60	7,78
Прозрачность	Лёгкая опалесценци я	Лёгкая опалесценци я	Лёгкая опалесценци я	Лёгкая опалесценци я	Прозрачное
Цвет	Бледно- жёлтый	Бледно- жёлтый	Бледно- жёлтый	Бледно- жёлтый	Без цвета
Запах	Слабый, водорослей	Водорослей	Слабый H ₂ S	Слабый H ₂ S	Без запаха
Удельный вес, г/см ³	7,66	1,033	1,040	1,036	1,033
Щёлочность, мг-экв/дм ³	3,80	3,60	5,30	4,52	4,40
Растворённый O ₂ , мг/дм ³	1,90	1,19	5,23	4,30	11,24
БПК ₅ , мг/дм ³	0,67	0,70	3,05	0,44	5,93
Взвешенные вещества, мг/дм ³	2,38	2,38	2,38	2,38	1,707
Окисляемость, мг/дм ³	11,20	14,47	42,73	39,10-52,0	46,55
Сухой остаток, г/дм ³	60,80	47,47	57,72	48,80	45,61
Аммоний, мг/дм ³	0,20	0,25	0,0005	0,1	0,1
Нитрит, мг/дм ³	0,10	0,01	0,0001	0,5	0,2
Нитрат, мг/дм ³	2,38	1,7	0,0034	1,02	6,5

Библиографический список

1. Атюшкин А.В. Работы по оценке изменений гидрогеологических условий, влияющих на водно-солевой баланс озера Мойнаки, расположенного на юго-западной окраине г. Евпатория / А.В. Атюшкин. — Евпатория: Изд-во «Гидрогеология», 2001. — 67 с.
2. Сац М.И. Программа местных Экологических действий, Описание состояния окружающей среды города Евпатория / М.И. Сац. — Евпатория: Изд-во «Бизнесинформ», 2003. — 33 с.

Поступила в редакцию 19.06.2006 г.