

И.Ю.Юркова

*Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь***СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ  
ТЕРМОХАЛИННОЙ СТРУКТУРЫ ВОД ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ**

Рассмотрены особенности сезонной изменчивости термохалинной структуры оз.Донузлава. По результатам гидрологических съемок, проведенных в 1962 – 1966 гг., определены статистические характеристики температуры и солёности воды на горизонтах 0; 5; 10; 15; 20 м для каждого месяца года, проанализированы особенности пространственно-временного распределения исследуемых параметров по акватории озера и его взморья.

Озеро Донузлав, расположенное в северо-западной части Крымского п-ова, является водоемом, искусственно соединенным с Черным морем в 1961 г. Оно вытянуто в северо-восточном направлении и занимает площадь около 48 км<sup>2</sup>. Длина песчаной пересыпи, отделяющей его от моря, составляет 9 км, ее ширина около 200 – 600 м. На большей части преобладают глубины менее 4 – 5 м; в районе центральной котловины, проходящей вдоль озера, они достигают 12 – 20 м [1].

Гидродинамический режим озера определяется его морфометрическими особенностями и ветровыми условиями. Господствующие ветра южной и северной четвертей, вызывающие в озере соответственно нагонные и сгонные явления, способствуют интенсивному водообмену с морем. Для вертикального распределения температуры воды в озере характерно более раннее формирование сезонного термоклина по сравнению с морем и его большая устойчивость в летнее время. Верхняя граница термоклина в озере располагается на глубинах 8 – 10 м; максимальный градиент температуры может превышать 1 °С/м. В распределении солёности существенных отличий между морскими и внутриозерными станциями не наблюдается: для вертикального распределения солёности характерно квазипостоянство по глубине [2].

Оз.Донузлав является важным объектом хозяйственной, рекреационной и природоохранной деятельности человека. Несмотря на ведущуюся с 1962 г. промышленную добычу песка, в нем обитают такие редкие исчезающие виды, как морской конек и черноморская устрица, размножаются и зимуют кефаль, камбала, осетровые, сельдь [1]. В 2004 г. Верховным Советом Автономной Республики Крым была утверждена концепция сооружения в оз.Донузлав крупного портово-промышленного комплекса с объемом перевалки грузов до 200 млн. т в год [3, 4]. Увеличение антропогенной нагрузки на экосистему оз.Донузлав обуславливает необходимость понимания и изучения экологических и гидрологических процессов, происходящих в озере и на его взморье. Между тем, его гидрологический и гидрохимический режим, динамика вод и водообмен с открытым морем изучены в недостаточной мере. Краткое описание гидрохимической структуры озера на основе измерений, выполненных в мае – октябре 1990 г. и июне – августе

1997 г. приведено в [2]. Расчет баланса воды и биогенных веществ приводится в [5].

В данной работе анализируются особенности сезонной и пространственной изменчивости термохалинной структуры оз.Донузлав на основе данных многолетних гидрологических наблюдений.

**Материалы и методика исследований.** Исследование

проводилось на основе данных гидрологических наблюдений в оз.Донузлав, предоставленных Морским отделением Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института.

Период наблюдений включает в себя 1962 – 1966 гг. Расположение гидрологических станций по акватории озера и прилегающей части моря показано на рис.1. Для анализа особенностей термохалинной структуры оз.Донузлав и прилегающего взморья данные наблюдений были разбиты на две группы, одна из которых включала в себя измерения, проведенные на озере, и другая – измерения, проведенные на взморье. Из анализа были исключены станции с ошибками в координатах (станции, расположенные на суше). В результате, общее количество станций, отобранных для анализа, составило 604. Анализ рядов наблюдений показал, что измерения солености ( $S$ , ‰) и температуры воды ( $T$ , °C) в данном районе с 1962 по 1966 гг. проводились неравномерно и наиболее содержательным годом с максимальным количеством станций и частотой измерений является 1964 г. (рис.2, а). Распределение станций по месяцам года для оз.Донузлав и взморья показано на рис.2, б. На

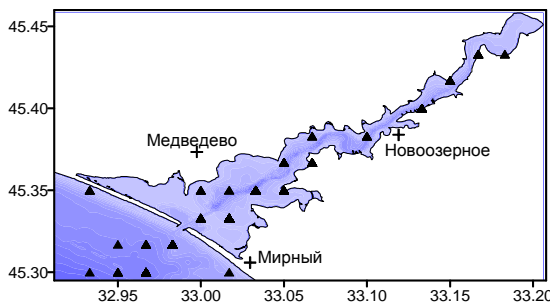
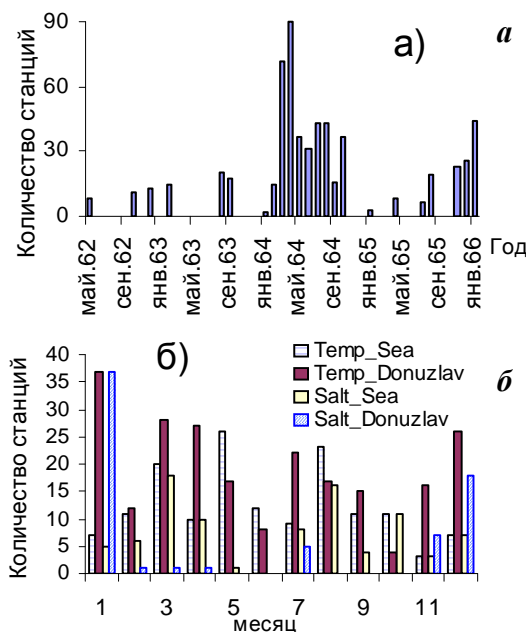


Рис. 1. Распределение гидрологических станций в оз.Донузлаве и на взморье.



рисунке видно, что количество наблюдений по температуре значительно превышает количество наблюдений по солености воды. Наблюдения по солености в озере охватывают большей частью зимний период года с ноября по февраль и отсутствуют в теплый период года. Это может быть объяс-

Рис. 2. Распределение гидрологических станций по годам (а) и месяцам (б) в оз.Донузлав и на его взморье (1962 – 1966 гг.). Морские и внутриозерные станции, содержавшие данные измерений по температуре, обозначены Temp\_Sea и Temp\_Donuzlav соответственно; морские и внутриозерные станции, содержавшие данные измерений по солености, обозначены Salt\_Sea и Salt\_Donuzlav.

нено тем, что в процессе обработки массива данных были отброшены станции с ошибками в координатах, которые могли содержать наблюдения по солености воды в теплое время года.

На основе обработанных рядов наблюдений для оз.Донузлав и его взморья были определены статистические характеристики температуры и солености воды на горизонтах 0; 5; 10; 15; 20 м для каждого месяца года; построены и проанализированы графики сезонного хода температуры воды на вышеуказанных горизонтах и рассмотрены особенности пространственного распределения исследуемых параметров по данным гидрологических съемок в 1964 г.

**Сезонная изменчивость термохалинной структуры.** Результаты расчета средних значений температуры и солености воды, среднеквадратичного отклонения от среднего, максимальных и минимальных значений, а также количество станций, использовавшихся для расчетов, приведены в табл.1 и 2. Сезонный ход температуры воды на различных горизонтах для оз.Донузлав и его взморья представлен на рис.3 и 4 соответственно.

Анализ результатов статистической обработки данных наблюдений показал, что в январе температура воды в оз.Донузлав на горизонтах 0 – 15 м была ниже температуры воды на соответствующих горизонтах прилегающей части открытого моря. Температура более глубоких слоев воды в озере была выше соответствующих слоев взморья. Средняя температура на поверхности воды в озере равнялась 4,6 °С (стандартное отклонение  $\sigma = 0,6$  °С), а на взморье 6,2 °С ( $\sigma = 2,3$  °С). В слое 0 – 15 м средняя температура воды в озере изменялась от 4,2 до 5,0 °С. Вертикальный градиент  $T$  в данном слое составил 0,03 °С/м; максимальный градиент, равный 0,97 °С/м, наблюдался между горизонтами 15 и 20 м. На взморье вертикальный градиент  $T$  в слое 0 – 15 м равнялся 0,05 °С/м.

В феврале температура воды на поверхности в озере опустилась до 0 °С. Вертикальный градиент  $T$  в слое 0 – 15 м составил 0,6 °С/м; максимальный градиент, равный 1,2 °С/м, наблюдался между горизонтами 10 и 15 м, средняя температура которых равнялась 5,0 и 11,1 °С соответственно. На взморье температура воды на поверхности опустилась до 1,3 °С, вертикальный градиент  $T$  в слое 0 – 15 м составил 0,1 °С/м.

Зимнее выхолаживание достигло максимума в марте, когда средняя температура воды на горизонте 10 м понизилась до 0,5 °С ( $\sigma = 1,2$  °С). В то же время температура в слое 15 – 20 м варьировала между 9,8 и 10,4 °С. Средняя температура поверхностного слоя на взморье составила 2,4 °С ( $\sigma = 1,2$  °С), минимальная температура равнялась 0,4 °С. Вертикальный градиент  $T$  в слое 0 – 15 м для озера составил 0,6 °С/м, на взморье 0,1 °С/м.

Прогрев воды начался в апреле. На взморье температура поверхностных и глубинных вод прогрелась до 8,9 и 8,0 °С соответственно. Температура поверхностного слоя в озере поднялась до 10,8 °С. На глубинах ниже 10 м температура воды значительно не изменилась. Вертикальный градиент  $T$  для озера в слое 0 – 15 м составил 0,1 °С/м. Прогрев верхних слоев (0 – 10 м) продолжился в мае. Средняя температура поверхностного слоя в озере возросла до 15,9 °С ( $\sigma = 2,4$  °С), на взморье до 11,8 °С ( $\sigma = 2,3$  °С).

Июнь, июль и август характеризовались наиболее высокими температурами поверхностных вод. Максимальный прогрев наблюдался в августе:

Т а б л и ц а 1. Статистические характеристики температуры и солености воды в оз.Донузлав (1962 – 1966 гг.).

месяц	параметр	температура, °С					соленость, ‰				
		горизонт, м					горизонт, м				
		0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
январь	кол-во	37	33	27	24	17	37	12	26		
	мин.	3,7	3,4	3,5	3,5	9,1	18,50	18,57	18,40		
	макс.	6,1	5,3	5,3	6,4	10,8	18,84	18,84	18,93		
	средн.	4,6	4,1	4,2	5,0	9,9	18,65	18,69	18,71		
	ср.кв.от.	0,6	0,5	0,4	0,8	0,4	0,08	0,08	0,11		
февраль	кол-во	12	12	4	2	1	1	1			
	мин.	0,0	0,1	0,0	10,6	10,9	17,70	18,46			
	макс.	4,4	3,5	10,3	11,6	10,9	17,70	18,46			
	средн.	1,8	1,5	5,3	11,1	10,9	17,70	18,46			
	ср.кв.от.	1,7	1,6	5,7	0,6						
март	кол-во	28	27	20	18	17	1				
	мин.	0,1	0,1	0,1	10,2	9,8	18,66				
	макс.	6,3	6,3	5,5	10,4	10,3	18,66				
	средн.	0,7	0,7	0,5	10,3	10,1	18,66				
	ср.кв.от.	1,6	1,6	1,2	0,0	0,1					
апрель	кол-во	27	23	18	12	9	1				
	мин.	9,0	8,8	7,7	9,3	9,7	17,99				
	макс.	12,4	12,4	11,8	9,8	9,9	17,99				
	средн.	10,8	11,0	10,2	9,6	9,8	17,99				
	ср.кв.от.	1,2	1,0	1,4	0,1	0,1					
май	кол-во	17	15	15	13	12					
	мин.	12,9	12,9	10,7	9,5	9,7					
	макс.	19,6	19,3	15,2	10,0	10,2					
	средн.	15,9	15,3	13,5	9,8	9,8					
	ср.кв.от.	2,4	2,2	1,3	0,2	0,2					
июнь	кол-во	8	6	5	5	3					
	мин.	21,0	20,7	18,1	9,7	9,7					
	макс.	23,3	23,0	22,6	10,0	9,9					
	средн.	22,5	21,9	21,1	9,8	9,8					
	ср.кв.от.	0,9	1,0	1,8	0,1	0,1					

средняя температура на поверхности в озере составила 23,5 °С ( $\sigma = 0,9$  °С) и на взморье 21,3 °С ( $\sigma = 3,1$  °С). При этом в озере глубинные воды (ниже 15 м) сохраняли температуру близкой к 10 °С. Максимальный вертикальный градиент температуры (0,8 °С/м) наблюдался в августе в слое 0 – 15 м.

Охлаждение поверхностных вод началось в середине сентября и продолжалось до ноября. Средняя температура воды на поверхности озера понизилась с 18,7 °С ( $\sigma = 0,8$  °С) в сентябре до 6,7 °С ( $\sigma = 0,5$  °С) в ноябре. На взморье средняя температура воды понизилась с 20,0 °С ( $\sigma = 1,0$  °С) в сентябре до 8,9 °С ( $\sigma = 0,3$  °С) в ноябре. За период с середины ноября по январь

Продолжением таблицы 1.

месяц	параметр	температура, °С					соленость, ‰				
		горизонт, м					горизонт, м				
		0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
июль	кол-во	22	21	17	7	3	5	4	5	3	2
	мин.	14,3	13,6	10,7	9,9	8,8	18,13	18,12	18,15	18,21	18,26
	макс.	24,9	25,3	24,8	12,4	10,6	18,22	18,22	18,87	18,28	18,33
	средн.	21,9	21,6	20,2	10,7	9,6	18,17	18,17	18,35	18,24	18,30
	ср.кв.от.	2,6	3,4	4,7	1,1	0,9	0,04	0,06	0,29	0,04	0,05
август	кол-во	17	14	7	4						
	мин.	22,3	22,8	20,4	10,0						
	макс.	24,9	24,7	23,6	15,4						
	средн.	23,5	23,6	22,6	11,8						
	ср.кв.от.	0,9	0,8	1,0	2,5						
сентябрь	кол-во	15	14	10	5						
	мин.	17,5	17,3	17,1	10,3						
	макс.	19,9	19,9	19,8	10,4						
	средн.	18,7	18,9	18,8	10,3						
	ср.кв.от.	0,8	1,0	0,9	0,1						
октябрь	кол-во	4	3	2	2						
	мин.	12,9	12,0	13,9	10,7						
	макс.	13,6	13,8	18,1	10,8						
	средн.	13,2	12,9	16,0	10,7						
	ср.кв.от.	0,3	0,9	3,0	0,0						
ноябрь	кол-во	16	14	8	6		7	3	1		
	мин.	5	6,28	6,6	6,63		18,44	18,84	18,98		
	макс.	7,2	7,15	6,94	9,46		18,95	18,96	18,98		
	средн.	6,7	6,8	6,7	7,7		18,77	18,89	18,98		
	ср.кв.от.	0,5	0,3	0,1	1,4		0,18	0,06			
декабрь	кол-во	26	26	23	21	22	18	18	10		
	мин.	4,4	4,1	6,8	7,0	9,3	18,84	18,86	18,93		
	макс.	7,5	7,3	16,4	11,4	11,0	18,96	18,96	18,98		
	средн.	6,6	6,6	8,1	8,8	9,8	18,90	18,93	18,96		
	ср.кв.от.	1,0	1,0	2,9	1,2	0,3	0,04	0,03	0,02		

средняя температура воды на взморье постепенно выровнялась по глубине. К примеру, в декабре она составила 10,7 °С ( $\sigma = 1,1^\circ\text{C}$ ) на поверхности и 10,8 °С ( $\sigma = 1,1^\circ\text{C}$ ) на горизонте 15 м. Подобная тенденция к выравниванию температуры по глубине наблюдалась в озере. Однако охлаждение не захватывало слои воды, расположенные глубже 15 м. Температура верхних слоев была ниже температуры воды на взморье.

Максимальные вертикальные градиенты температуры в слое 0 – 15 м в озере наблюдались в марте (0,6 °С/м), июне (0,8 °С/м) и августе (0,9 °С/м); минимальные были в январе (0,03 °С/м), апреле и ноябре (0,1 °С/м). Максимальные градиенты температуры (2,3 °С/м) наблюдались в июне между гори-

Т а б л и ц а 2. Статистические характеристики температуры и солености воды на взморье оз.Донузлав (1962 – 1966 гг.).

месяц	параметр	температура, °С					соленость, ‰				
		горизонт, м					горизонт, м				
		0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
январь	кол-во	7	5	6	2	3	5	2	4	1	2
	мин.	1,2	0,9	4,3	6,6	4,9	17,92	18,37	18,03	18,35	18,06
	макс.	7,8	7,5	7,5	7,5	7,4	18,51	18,69	18,40	18,35	18,44
	средн.	6,2	5,8	6,5	7,0	6,3	18,26	18,53	18,26	18,35	18,25
	ср.кв.от.	2,3	2,8	1,2	0,6	1,2	0,28	0,23	0,17		0,27
февраль	кол-во	11	8	6	4	2	6	5	3	3	1
	мин.	1,3	1,7	1,3	1,9	2,1	18,19	18,21	18,37	18,22	18,22
	макс.	7,0	7,2	7,1	7,2	7,0	18,89	18,96	18,37	18,39	18,22
	средн.	3,9	3,3	3,5	4,5	4,6	18,43	18,41	18,37	18,31	18,22
	ср.кв.от.	2,5	2,4	2,8	3,0	3,5	0,33	0,32	0,00	0,09	
март	кол-во	20	20	16	3	2	18	15	15	3	2
	мин.	0,4	0,1	1,7	4,1	4,3	18,42	18,35	18,44	18,42	18,42
	макс.	4,9	4,5	4,6	4,3	4,3	18,64	18,80	18,80	18,46	18,42
	средн.	2,4	2,2	2,4	4,2	4,3	18,54	18,54	18,60	18,45	18,42
	ср.кв.от.	1,2	1,1	1,0	0,1	0,0	0,07	0,11	0,11	0,02	
апрель	кол-во	10	9	7	5	3	10	9	7	5	3
	мин.	8,2	8,2	7,6	8,1	8,0	18,35	18,31	18,35	18,35	18,35
	макс.	9,7	9,3	9,1	8,5	8,1	18,53	18,50	18,53	18,50	18,50
	средн.	8,9	8,7	8,5	8,3	8,0	18,48	18,46	18,48	18,46	18,45
	ср.кв.от.	0,5	0,4	0,5	0,2	0,0	0,06	0,07	0,06	0,07	0,09
май	кол-во	26	25	22	18	1	1	1	1		
	мин.	10,0	10,0	10,0	9,0	10,2	18,13	18,19	18,22		
	макс.	19,2	17,2	17,0	11,1	10,2	18,13	18,19	18,22		
	средн.	11,8	11,0	11,0	10,3	10,2	18,13	18,19	18,22		
	ср.кв.от.	2,3	1,4	1,5	0,5						
июнь	кол-во	12	12	11	9	2					
	мин.	14,5	14,7	13,6	11,7	15,0					
	макс.	22,6	23,1	23,3	21,1	18,1					
	средн.	19,4	19,2	17,2	14,8	16,6					
	ср.кв.от.	2,8	3,2	3,3	3,3	2,1					

зонтами 10 и 15 м (средняя температура воды 21,1 и 9,8 °С соответственно).

Из вышесказанного следует, что для акватории оз.Донузлав и его взморья характерен интенсивный прогрев воды с середины – конца марта до середины июня (весна), максимальные температуры с середины июня по август (лето), постепенное охлаждение толщи воды с сентября по ноябрь (осень), некоторая стабилизация температур до середины января и последующее их падение до начала марта (зима). При этом термические процессы на взморье и внутри озера имеют характерные особенности, описанные ниже.

Весной в озере происходит более интенсивное прогревание толщи воды,

Продолжением таблицы 2.

месяц	параметр	температура, °С					соленость, ‰				
		горизонт, м					горизонт, м				
		0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
июль	кол-во	9	9		4	1	8	8	6	4	1
	мин.	13,9	12,5		10,1	9,7	18,24	18,21	18,17	18,40	18,33
	макс.	22,0	21,8		17,3	9,7	18,55	18,62	18,57	18,60	18,33
	средн.	17,5	16,8		13,7	9,7	18,38	18,38	18,34	18,53	18,33
	ср.кв.от.	3,4	3,8		3,9		0,15	0,17	0,18	0,09	
август	кол-во	23	22	13	9		16	17	12	9	
	мин.	12,0	11,1	16,0	20,3		17,95	18,04	18,04	18,10	
	макс.	24,3	24,1	22,8	22,9		18,62	18,93	18,39	18,95	
	средн.	21,3	21,0	22,1	22,4		18,16	18,31	18,14	18,36	
	ср.кв.от.	3,1	3,6	1,9	0,8		0,15	0,31	0,09	0,31	
сентябрь	кол-во	11	10	4	3	1	4	4	2	2	1
	мин.	18,9	18,6	19,6	17,7	19,6	18,10	18,10	18,10	18,10	18,12
	макс.	21,9	21,9	21,7	19,6	19,6	18,19	18,96	18,12	18,17	18,12
	средн.	20,0	20,1	20,2	19,0	19,6	18,16	18,33	18,11	18,14	18,12
	ср.кв.от.	1,0	1,0	1,0	1,1		0,04	0,42	0,01	0,05	
октябрь	кол-во	11	10	5	3	1	11	8		3	
	мин.	15,3	15,9	18,0	16,2	18,0	17,97	18,06		17,97	
	макс.	17,8	17,3	18,2	17,2	18,0	18,68	18,73		18,24	
	средн.	16,9	16,7	18,1	16,8	18,0	18,21	18,27		18,09	
	ср.кв.от.	0,7	0,5	0,1	0,5		0,20	0,24		0,14	
ноябрь	кол-во	3	3	2	1		3	3	2	1	
	мин.	8,7	8,7	9,0	8,9		17,97	17,97	18,03	18,03	
	макс.	9,2	9,3	9,2	8,9		18,04	18,04	18,08	18,03	
	средн.	8,9	9,0	9,1	8,9		18,02	18,02	18,06	18,03	
	ср.кв.от.	0,3	0,3	0,2			0,04	0,04	0,04		
декабрь	кол-во	7	9	6	5	1	7	9	6	5	1
	мин.	9,3	9,3	9,6	9,6	12,0	18,06	18,00	18,06	18,04	18,33
	макс.	12,0	12,0	12,2	12,1	12,0	18,37	18,37	18,37	18,37	18,33
	средн.	10,7	10,4	10,9	10,8	12,0	18,22	18,19	18,24	18,23	18,33
	ср.кв.от.	1,1	1,1	1,1	1,1		0,12	0,15	0,14	0,17	

чем на взморье и формирование термической стратификации (рис.3, а). Прогрев верхнего слоя распространяется на глубину до 10 – 15 м. Летний период характеризуется наиболее развитым сезонным термоклином, температура верхних слоев воды (0 – 10 м) достигает максимального значения в середине августа. Выхолаживание вод начинается в середине – конце сентября и продолжается до ноября, когда вследствие конвективного перемешивания происходит размывание слоя скачка и выравнивание температуры по всей толщине воды. Зимой происходит максимальное выхолаживание поверхностных слоев воды в озере, но на глубинах 15 – 20 м сохраняется температура около 10 °С.

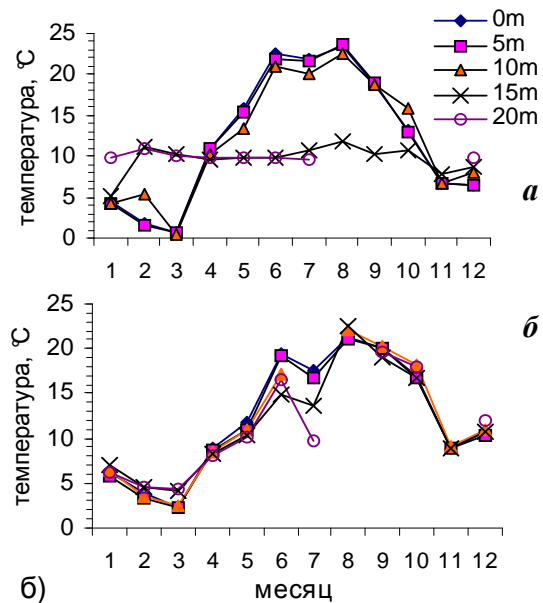
Годовой ход температуры воды на взморье (рис.3, б) характеризуется подобными сезонными фазами, за исключением того, что процессы прогрева и охлаждения воды на взморье происходят менее интенсивно, чем в озере, и толща воды является гомогенной в течение всего года, за исключением летних и зимних месяцев, когда верхние слои соответственно прогреваются и охлаждаются сильнее, чем глубинные.

Сезонный ход солености в Донузлаве и его взморье описать достаточно сложно из-за недостатка данных гидрологических наблюдений по солености в озере. Анализ результатов статистической обработки имеющихся данных по солености воды в озере и на взморье (табл.1, 2) показал, что соленость поверхностного слоя в озере варьировала в пределах 17,7 – 18,96 ‰. Средняя соленость на поверхности изменялась от 18,17 в июле до 18,9 ‰ в декабре. В январе средняя соленость в озере была выше, чем на взморье: 18,65 и 18,26 ‰ ( $\sigma = 0,08$  и  $0,28$  ‰) соответственно; в июле – ниже: 18,17 и 18,38 ‰ ( $\sigma = 0,04$  и  $0,15$  ‰) соответственно; в ноябре – выше: 18,77 и 18,02 ‰ ( $\sigma = 0,18$  и  $0,04$  ‰) соответственно. Соленость в озере увеличивалась с глубиной, вертикальный градиент в верхних слоях (0 – 15 м) составил 0 – 0,02 ‰/м, максимальный вертикальный градиент солености (0,04 ‰/м) наблюдался в июле в слое 5 – 10 м.

По данным измерений за 1962 – 1964 гг. средняя соленость поверхностного слоя воды на взморье изменялась от 18,02 в ноябре до 18,53 ‰ в марте. Минимальное значение равнялось 17,92 ‰ (январь), а максимальное значение составило 18,89 ‰ (февраль). Вертикальный градиент солености для взморья не превышал 0,05 ‰/м.

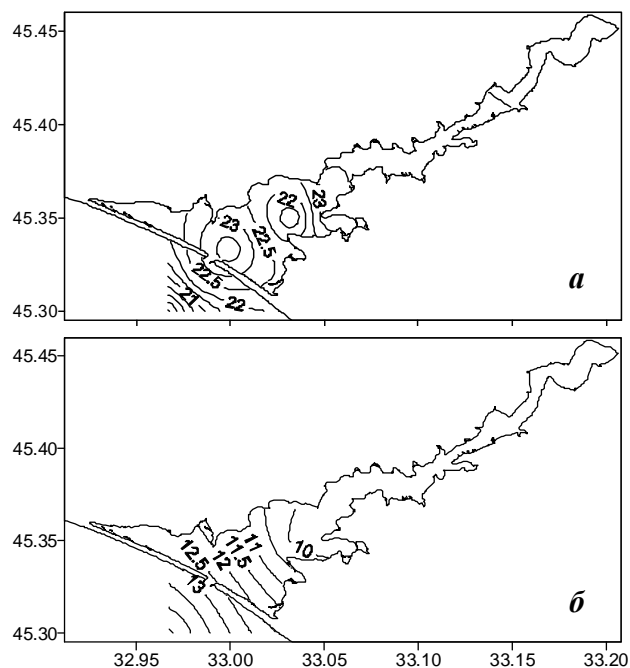
**Пространственная изменчивость термохалинной структуры.** Для анализа пространственной изменчивости термохалинной структуры оз.Донузлав и его взморья был выбран 1964 г., содержащий максимальное количество последовательно проведенных гидрологических съемок. Из-за скудности имеющихся данных измерений по солености, описание, приводимое ниже, сфокусировано, главным образом, на пространственной изменчивости и особенностях термической структуры вод исследуемого района с февраля по сентябрь.

*Февраль.* Для взморья оз.Донузлав были характерны более высокие значения температуры, чем в озере, температуры вод которого понижались в направлении узкой и мелководной верхней части. У выхода из озера располагалась зона повышенных горизонтальных градиентов температуры.



Р и с . 3 . Температура воды на горизонтах в оз.Донузлаве (а) и на взморье (б).





Р и с . 4 . Распределение температуры на поверхности (а) и на горизонте 15 м (б) по данным съемок в оз.Донузлав за период 5 – 27 июня 1964 г.

Температура изменялась от 0,7 (центральная часть озера) до 1,8 °С (взморье). Подобная картина наблюдалась на горизонте 5 м.

*Март, апрель, май.* Начавшийся в марте прогрев верхнего слоя воды распространяется на глубину по всей акватории. Температура в озере повышается в северо-восточном направлении (в сторону мелководья) и понижается в направлении моря. Температура на взморье была ниже, чем в озере.

*Июнь.* Температура на поверхности поднялась до 22 – 23 °С, местами наблюдались пятна (приблизительно на 0,5 °С) повышенной и пониженной темпе-

ратуры. На взморье температура понижалась в сторону открытого моря (рис.4, а). На горизонте 10 м вода прогрелась до 20 – 22 °С, но в центральной широкой части озера наблюдались пятна более холодной воды с температурой до 16,5 °С. На горизонте 15 м сохранялись воды зимнего происхождения, температура которых изменялась от 10 до 13 °С в сторону открытого моря (рис.4, б).

*Июль, август.* Температура воды в озере повышается в северо-восточном направлении (в сторону мелководья) и понижается в направлении взморья. Характерным является более сильный прогрев мелководной части озера. В августе температура на поверхности воды менялась от 23,3 в верховье озера до 22,3 °С на взморье. Наблюдалось совпадение расположения температурных и соленостных фронтов.

*Сентябрь.* Во второй половине сентября начинается процесс выхолаживания воды в озере и прилегающем море. Температура верхнего слоя понизилась до 16,4 °С, местами до 14,4 °С, при этом выхолаживание в озере происходило более интенсивно, чем на взморье, из-за мелководья ее большей части и более низкого теплозапаса.

**Заключение.** По материалам гидрологических съемок за 1962 – 1966 гг. для озера Донузлав и его взморья были определены статистические характеристики температуры и солености воды и рассмотрены особенности сезонной и пространственной изменчивости его термохалинной структуры.

Установлено, что термические процессы в оз.Донузлав и на его взморье подчиняются сезонной цикличности, характерной для прилегающих прибрежных районов моря (например, Каркинитского залива, расположенного севернее и лежащего в том же климатическом поясе [6]). Весной в озере

происходит более интенсивное прогревание толщи вод, чем на взморье, и формирование термической стратификации. Прогрев воды распространяется на глубину до 10 – 15 м. Летний период характеризуется наиболее развитым сезонным термоклином, температура верхних слоев воды достигает максимума в середине августа. В середине – конце сентября начинается осеннее выхолаживание вод, продолжающееся до ноября, когда вследствие конвективного перемешивания размывается слой скачка и выравнивается температура по всей толщине воды. Зимой наблюдается максимальное выхолаживание поверхностных слоев воды, но на глубинах 15 – 20 м на протяжении года сохраняется температура, близкая к 10 °С.

Годовой ход температуры на взморье характеризуется подобными сезонными фазами, но процессы прогревания и охлаждения вод на взморье происходят менее интенсивно, чем в озере, и толща вод является относительно гомогенной в течение всего года, за исключением летних и зимних месяцев, когда верхние слои соответственно прогреваются и охлаждаются интенсивнее глубинных.

Согласно результатам статистической обработки данных наблюдений, в течение года средняя соленость воды в озере варьирует в пределах 18,17 – 18,9 ‰, на взморье – в пределах 18,02 – 18,53 ‰. Выводы [2] о сравнительном квазипостоянстве солености по глубине и более высокой солености вод озера по сравнению со взморьем подтверждены частично, т.к. в период с 1962 по 1966 гг. соленость воды в озере в некоторые сезоны была ниже солености на взморье. Сезонный ход солености воды в исследуемом районе описать не удалось из-за недостатка данных гидрологических наблюдений.

Автор благодарит научного сотрудника МГИ НАНУ Белокопытова В.Н. за подготовку батиметрической карты оз. Донузлав в цифровой форме и директора МО УкрНИГМИ Ильина Ю.П. за предоставление многолетних данных наблюдений в исследуемом районе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зувев Г.В., Болтачев А.Р. Влияние подводной добычи песка на экосистему лимана Донузлав // Экология моря.– 1999.– 48.– С.5-9.
2. Ковригина Н.П., Немировский М.С. Гидрохимическая характеристика вод озера Донузлав по данным 1990-1997 гг. // Экология моря.– 1999.– 48.– С.10-14.
3. Украинский деловой еженедельник «Контракты».– № 15.– 12.04.2004 // <http://www.kontrakty.com.ua/show/ukr/article/8/1520042365.html> (онлайн, 11.11.2004).
4. Портово-промышленный комплекс Донузлав.– <http://www.donuzlav.com> (онлайн, 11.11.2004).
5. Yurkova I. Donuslav River Estuary, north-western Black Sea // Coastal and estuarine systems of the Mediterranean and the Black Sea regions: carbon, nitrogen and phosphorus fluxes. LOICZ Reports & Studies No.19.– LOICZ, Texel, The Netherlands, 2001.– P.29-32.
6. Пухтяр Л.Д., Ильин Ю.П., Белокопытов В.Н. Сезонная и пространственная изменчивость термохалинной структуры вод Каркинитского залива // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.8.– С.48-63.

Материал поступил в редакцию 9.03.2005 г.