



УДК 551.46 (262.54)

С. А. Шibaева¹, н. с., А. И. Рябинин¹, к. х. н., зав. лаб., Ю. П. Ильин¹, к. ф.-м. н., директор,
П. Д. Ломакин², д. г. н., в. н. с.

¹ Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института, Севастополь

² Морской гидрофизический институт Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА В 1979 – 2009 гг.

Приведена характеристика содержания и пространственно-временной изменчивости концентраций растворённого кислорода, общей щёлочности, фосфатного и общего фосфора, кремния, нитритного, нитратного, аммонийного и общего азота, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ, фенолов, а также величины водородного показателя в воде Керченского пролива в 1979 – 2009 гг. по результатам мониторинга Государственной Гидрометеорологической службы Украины. Установлено, что содержание соединений азота, фосфора, кремния и растворённого кислорода в воде пролива находится в пределах допустимых концентраций и уровней. С 1995 г. вода северной узости пролива по среднегодовым концентрациям была загрязнена нефтепродуктами и не была загрязнена синтетическими поверхностно-активными веществами в течение всего периода мониторинга.

Ключевые слова: Керченский пролив, мониторинг, гидрохимия, растворённый кислород, загрязнение, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества.

Мониторинг гидрохимического режима и состояния загрязнения вод Керченского пролива проводится с 70-х годов двадцатого века в экспедиционных исследованиях и при регулярных наблюдениях, осуществляемых Государственной гидрометеорологической службой Украины (Морская гидрометеорологическая станция «Опасное», район г. Керчи) (рис. 1). Первичные результаты мониторинга по растворённому кислороду, водородному показателю, общей щёлочности, фосфатному и общему фосфору, кремнию, нитритному, нитратному, аммонийному и общему азоту, нефтепродуктам, синтетическим поверхностно-активным веществам и фенолам проанализированы в Морском отделении УкрНИГМИ (МО УкрНИГМИ) и приведены в [2, 3].

Проблемы экономического и технического характера привели к тому, что с начала 1990-х гг. прекращён регулярный мониторинг в южной части пролива и предпроливном районе Азовского моря, а с середины 90-х годов – в Керченской и Камыш-Бурунской бухтах. В то же время в 1995 г. (последний год мониторинга вод в этих районах пролива) значительно повысилось содержание всех антропо-

генных загрязняющих веществ [3].

Границей Азовского моря и Керченского пролива, зоной выноса водных масс из предпроливного района моря в пролив и обратно принято считать северную узость пролива [1]. С середины 1990-х годов в этом районе мониторинга период наблюдения сократился до 4 – 5 мес., преимущественно в тёплое время года, а с 2003 г. его продолжительность восстановилась до 7 – 8 мес. С 1999 г. исследования в северной узости пролива проводятся только в украинской зоне (рис. 1). Характеристика режима и состояния загрязнения воды пролива частично нашла отражение в ряде публикаций [4, 5, 7, 9, 10].

Целью данной работы является рассмотрение состояния изученности гидрохимического режима и загрязнения Керченского пролива, характеристика гидрохимических условий и пространственно-временной изменчивости концентраций перечисленных выше показателей режима и загрязнения вод.

Материал и методы. Данные многолетнего мониторинга гидрохимии и загрязнения Азовского моря аккумулярованы в базах данных в МО

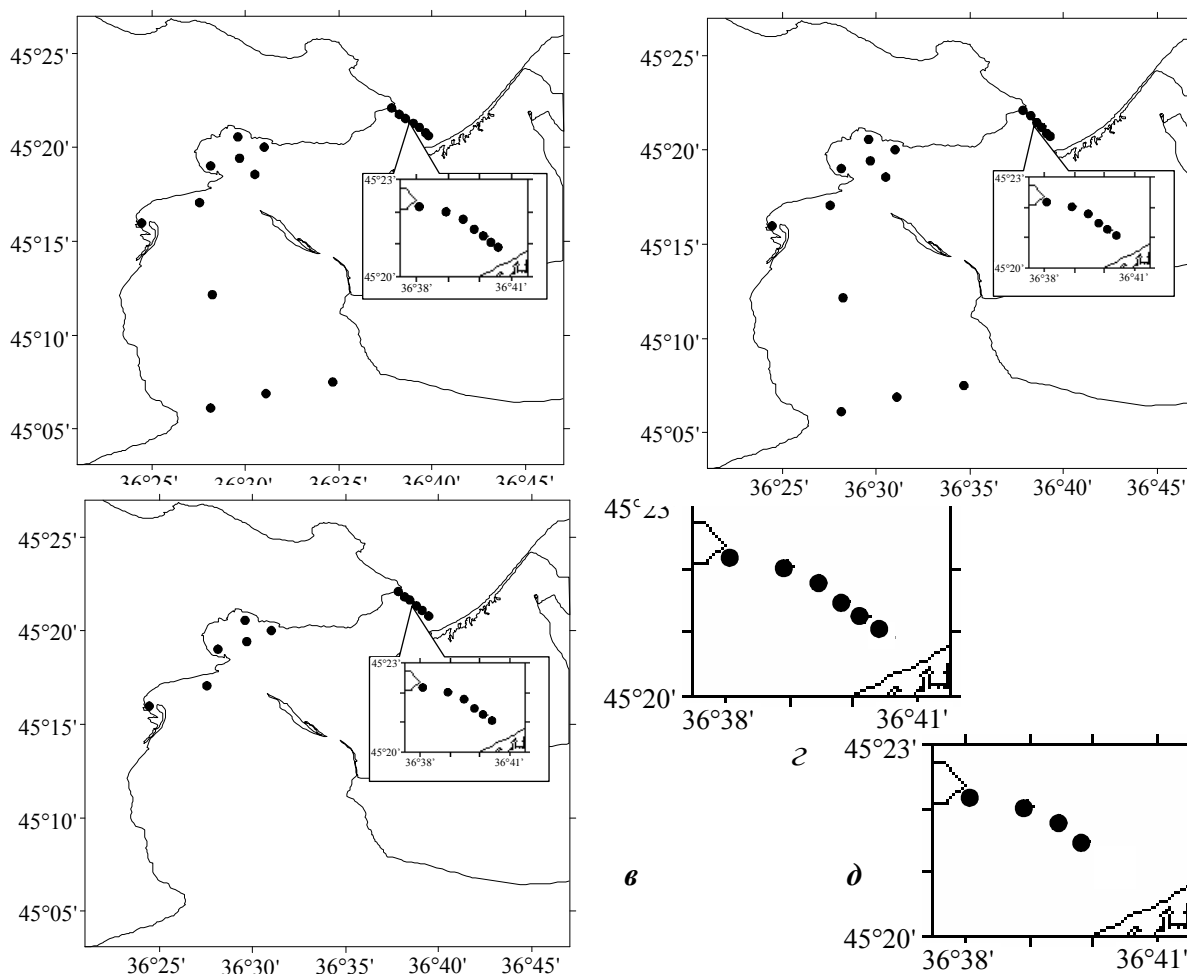


Рис. 1 Схема станций гидрохимического мониторинга в Керченском проливе: а – 1979 – 1984 гг.; б – 1985 – 1991 гг.; в – 1992, 1994, 1995 гг.; г – 1997, 1998 гг.; д – 1999 – 2009 гг.

Fig. 1 Scheme of hydrochemistry monitoring sites in the Kerch Strait: а – 1979 – 1984; б – 1985 – 1991; в – 1992, 1994, 1995; г – 1997, 1998; д – 1999 – 2009

УкрНИГМИ. Наиболее изученной является северная узость пролива на разрезе п. Крым – п. Кавказ. Массив данных по этому району содержит по растворённому кислороду 3980 наблюдений, водородному показателю – 3760, общей щёлочности – 2900, фосфатному фосфору – 2870, общему фосфору – 2190, кремнию – 2850, нитритному – 2850, нитратному – 2380, аммонийному азоту – 2060, нефтепродуктам – 2480, синтетическим поверхностно-активным веществам – 2470, фенолам – 030. В рамках международного проекта BSERP/GEF [6] в ноябре 2003 – октябре 2004 гг. были проведены учащённые наблюдения в северной узости пролива по полной программе мониторинга, позволившие проанализировать современное внутригодовое распределение основных показателей гидрохимического режима. С целью выявления экологических послед-

ствий аварии танкера «Волгонефть-139», произошедшей 11 ноября 2007 г. в районе о. Тузла, МО УкрНИГМИ и МГ «Опасное» провели дополнительные исследования в феврале, апреле и июне 2008 г., результаты которых нашли отражение в данной работе.

Результаты и обсуждение. Гидрохимические условия. Растворённый кислород. Воды северной узости пролива в течение всего периода наблюдений были хорошо аэрированы как на поверхностном, так и на придонном горизонтах (рис. 2). Лишь в одном случае, в июне 1991 г., в придонном слое вод концентрация растворённого кислорода снизилась до 2.96 мг л⁻¹ (39 % насыщения).

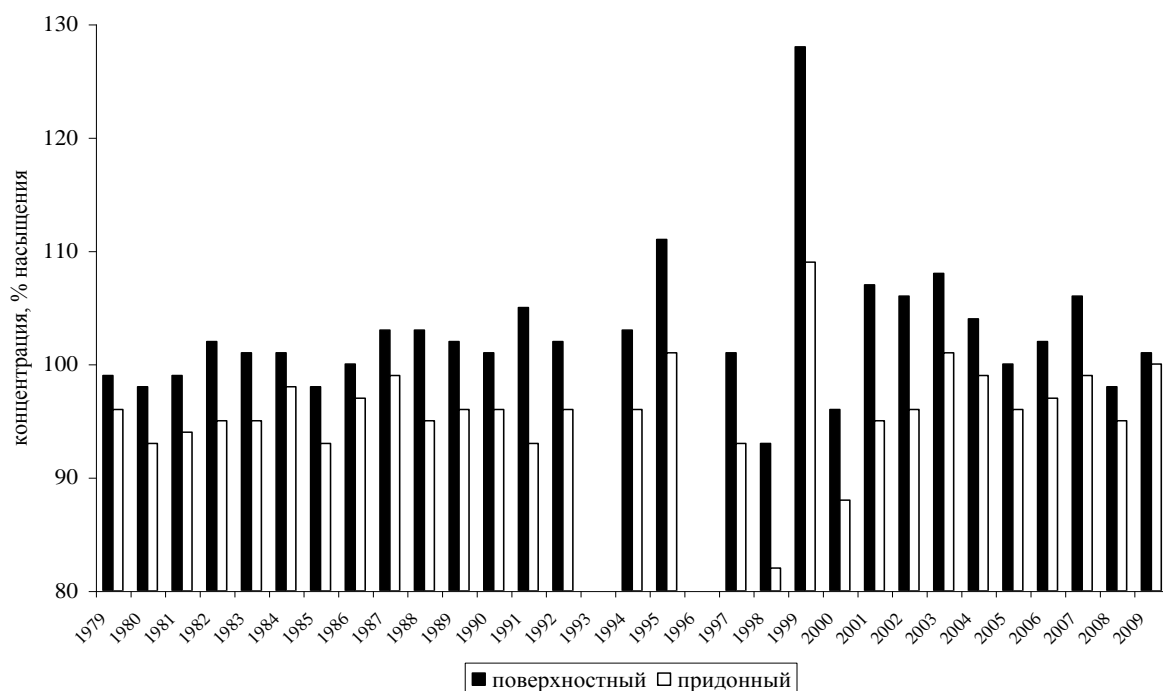


Рис. 2 Содержание растворённого кислорода в воде северной узости пролива в 1979 – 2009 гг.
 Fig. 2 Dissolved oxygen content in the strait north narrowness water in 1979 – 2009

Выявить устойчивые зависимости многолетней изменчивости относительного содержания растворённого кислорода не удалось. Во внутригодовом распределении концентрации растворённого кислорода в северной узости пролива хорошо прослеживается сезонный ход – высокое насыщение вод кислородом в зимний период и понижение его содержания в тёплое время года, что хорошо иллюстрируется данными мониторинга за ноябрь 2003 – октябрь 2004 гг. и за аналогичный период 1983 – 1984 гг. (рис. 3). При близости абсолютных среднемесячных концентраций растворённого кислорода (мг дм^{-3}) (рис. 3а), насыщение вод пролива кислородом, выраженное в относительных единицах (% насыщения), тем не менее, в 2003 – 2004 гг. выше, чем за аналогичный период 1983 – 1984 гг. (рис. 3б), что связано с различием термохалинного режима вод в соответствующие периоды.

Концентрация растворённого кислорода в воде Керченской и Камыш-Бурунской бухт и по абсолютному значению, и по относительному содержанию свидетельствовала о хорошей аэрации их вод. Присутствие экологиче-

ски опасных низких значений концентраций не зафиксировано и в поверхностной воде района о. Тузла во время исследований 2008 г.

Азот и фосфор. В воде северной узости Керченского пролива среднегодовое содержание фосфатного фосфора лишь в первой половине 1980-х (1979 – 1986) и конце 1990-х – начале 2000-х гг. (1997 – 2002) было выше 10 мкг дм^{-3} (табл. 1), а в остальной период наблюдений не превышало этой величины. Максимальное содержание фосфатного фосфора (84 мкг дм^{-3}) наблюдалось в 1991 г. В 2000 – 2009 гг. максимальная концентрация 44 мкг дм^{-3} наблюдалась в сентябре 2004 г. Содержание общего фосфора не превышало экологически опасного уровня в 300 мкг дм^{-3} (табл. 1), при максимальной концентрации 210 мкг дм^{-3} в июне 1991 г.

Из сравнения концентраций общего и неорганического фосфора следует, что преобладающей формой фосфора в воде пролива является органический фосфор. Кроме того, содержание всех форм фосфора однородно в слое воды от поверхности до дна.

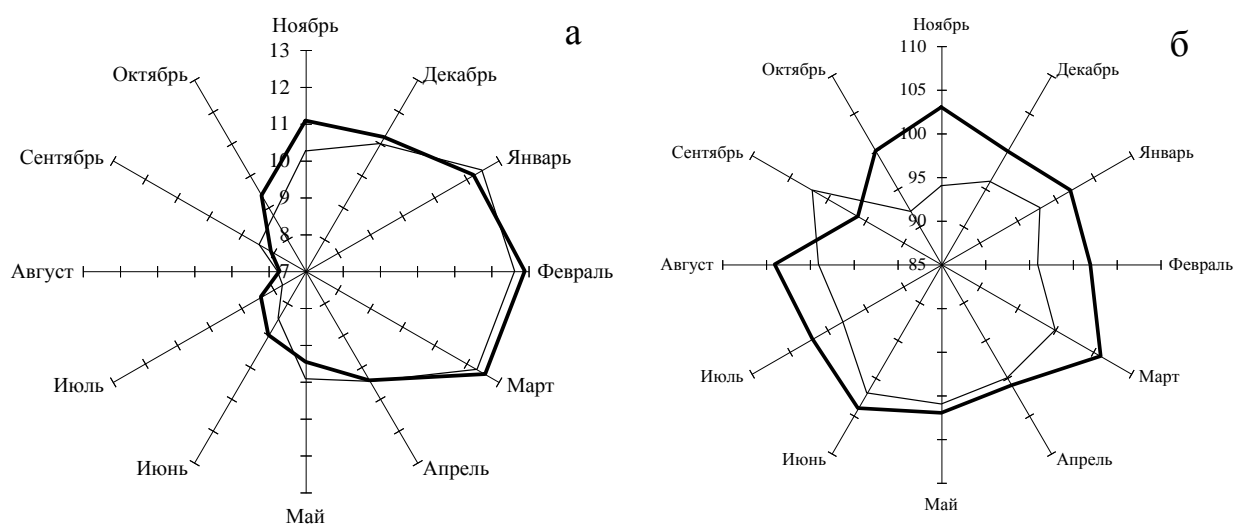


Рис. 3 Внутригодовое распределение содержания растворенного кислорода в мг дм⁻³ (а) и % насыщения (б) в воде северной узости пролива: сплошная жирная линия – 2003-2004 гг.; тонкая сплошная – 1983-1984 гг.
Fig. 3 Annual distribution of dissolved oxygen content in mg dm⁻³ (a) and saturation percentage (б) in the strait north narrowness water: solid line – 2003-2004; thin continuous – 1983-1984

Среднее содержание аммонийного азота в этом районе пролива не превышало предельно-допустимую концентрацию (ПДК) (390 мкг дм⁻³) (табл. 1), а наблюдаемый максимум концентрации зафиксирован в марте 2004 г. на поверхностном горизонте (970 мкг дм⁻³). В последние четыре года наблюдается значительное снижение концентрации аммонийного азота, по сравнению с предшествующим периодом исследований. В целом содержание нитритного азота преимущественно не превышало нижнего предела определения (5 мкг дм⁻³) в течение всего периода наблюдений, однако в июне 2007 г. в воде поверхностного горизонта концентрация достигла 47 мкг дм⁻³ (2.4 ПДК). Содержание нитратного азота в последнее десятилетие, судя по максимальным уровням концентраций (35 – 190 мкг дм⁻³), выше, чем в 90-х годах, когда даже максимальные концентрации преимущественно были близки к 5 мкг дм⁻³. Средние концентрации нитратного азота в течение всего периода мониторинга были низкими. В 2000 – 2009 гг. содержание общего азота изменялось от 2840 (июль 2000 г., поверхность) до 37 мкг дм⁻³ (апрель 2004 г., придонные воды). На рис. 4 показаны кривые аппроксимации средних концентраций общего азота на по-

верхностном и придонном горизонтах полиномом третьей степени (коэффициент детерминации $R^2=0.78$), характеризующим тенденцию изменения концентрации в этот период времени. Сравнение содержания суммы неорганических форм азота и общего азота, как и в случае с формами фосфора, приводит к выводу о том, что азот в воде этого района содержится преимущественно в органической форме.

В 1980-х и первой половине 1990-х годов в Керченской и Камыш-Бурунской бухтах среднегодовое содержание фосфатного фосфора, нитритного и нитратного азота было близким в обоих районах, а содержание аммонийного азота было ниже в воде Керченской бухты, по сравнению с Камыш-Бурунской бухтой. Содержание азота и фосфора не достигало экологически опасных уровней.

В воде центральной части пролива (район о. Тузла) в 2008 г. содержание неорганических форм азота даже по максимальным концентрациям не достигало ПДК, а максимальная концентрация общего азота была на порядок ниже экологически опасного уровня 5000 мкг дм⁻³.

Табл. 1 Концентрации фосфатного и общего фосфора, аммонийного азота в воде северной узости Керченского пролива, мкг дм⁻³

 Table 1 Concentrations of orthophosphate, total phosphorus and ammonium nitrogen in the Kerch strait north narrowness water, µg dm⁻³

Год	Фосфор фосфатный				Фосфор общий				Азот аммонийный			
	поверхностный слой		придонный слой		поверхностный слой		придонный слой		поверхностный слой		придонный слой	
	1	2	1	2	1	3	1	3	1	3	1	3
1979	14	20	14	20	-	-	-	-	-	-	-	-
1980	22	76	22	76	-	-	-	-	-	-	-	-
1981	13	40	12	29	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	18	47	19	59	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	12	33	13	31	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	12	50	13	30	36	12-110	37	10-105	-	-	-	-
1985	6	35	4	23	24	11- 47	22	14- 39	-	-	-	-
1986	11	24	13	35	20	13- 40	20	15- 56	-	-	-	-
1987	6	30	8	30	23	0- 40	22	0- 41	42	27- 59	50	35- 70
1988	12	27	11	23	22	12- 43	22	0- 49	34	0- 86	24	0- 73
1989	0	17	0	16	22	10- 93	23	0- 75	66	13-490	61	11-650
1990	14	33	6	33	28	0- 71	26	0- 62	48	0-190	38	0-140
1991	17	84	16	68	29	0-210	31	17-110	28	0-150	28	0-160
1992	0	44	0	43	21	0- 64	21	0- 64	63	10-190	76	14-180
1994	12	18	13	25	25	13- 38	23	0- 37	25	0-110	26	0- 61
1995	15	58	14	37	29	20- 70	26	16- 49	78	20-190	62	20-150
1997	18	48	16	45	33	16- 58	32	10- 61	53	0-150	52	0-140
1998	10	30	8	22	18	10- 36	20	0- 48	41	0-140	34	0- 98
1999	15	30	16	33	26	18- 44	31	21- 45	34	0- 94	40	0- 98
2000	13	28	13	31	27	14- 44	28	16- 38	63	12-380	73	19-210
2001	0	14	0	19	25	13- 43	22	14- 43	28	0- 53	47	0-118
2002	15	29	16	27	26	17- 58	28	12- 47	68	18-140	45	11-370
2003	0	29	0	29	18	0- 99	18	0-160	83	0-510	74	11-250
2004	0	44	0	18	20	10- 65	20	11- 36	48	0-970	55	0-790
2005	8	39	0	39	22	0- 54	20	0- 52	54	0-300	47	0-460
2006	0	23	0	27	22	13- 36	20	10- 42	20	0- 72	15	0- 81
2007	0	22	0	32	22	10- 83	20	0- 43	21	0- 88	24	0- 88
2008	0	25	0	23	24	0- 42	22	0- 39	18	0-100	21	0- 70
2009	0	34	0	28	20	12- 50	19	0- 49	15	0- 49	12	0-110

Примечание: 1 – средняя; 2 – максимальная; 3 – диапазон изменчивости. Минимальные концентрации фосфатного фосфора равны нулю.

Note: 1 – mean concentration; 2 – peak concentration; 3 – a range of changeability. Minimum orthophosphate concentrations are equal to zero.

Содержание фосфора было близко к содержанию соответствующих его форм в воде северной узости пролива в этот период, т.е. концентрация фосфатного фосфора не достигала 10 мкг дм⁻³, а общего фосфора составила 13 мкг дм⁻³.

Кремний. В воде северной узости пролива случаи практически полного потребления кремния (концентрация не достигала 10 мкг дм⁻³) наблюдались в первой половине 1980-х гг. и в 2008 г. Максимальная за весь мониторинговый

период концентрация составила 4250 мкг дм⁻³, и была зафиксирована в 1979 г. Среднегодовые концентрации изменялись в диапазоне 130 – 970 мкг дм⁻³. Тенденция многолетней изменчивости внутри первого интервала непрерывных наблюдений (1980 – 1992) из общего исследуемого периода, выявленная путём аппроксимации среднегодовых концентраций кремния, может быть достаточно хорошо описана полиномом четвертой степени для поверхностных, придонных и всей толщи вод ($R^2=0.28-0.34$).

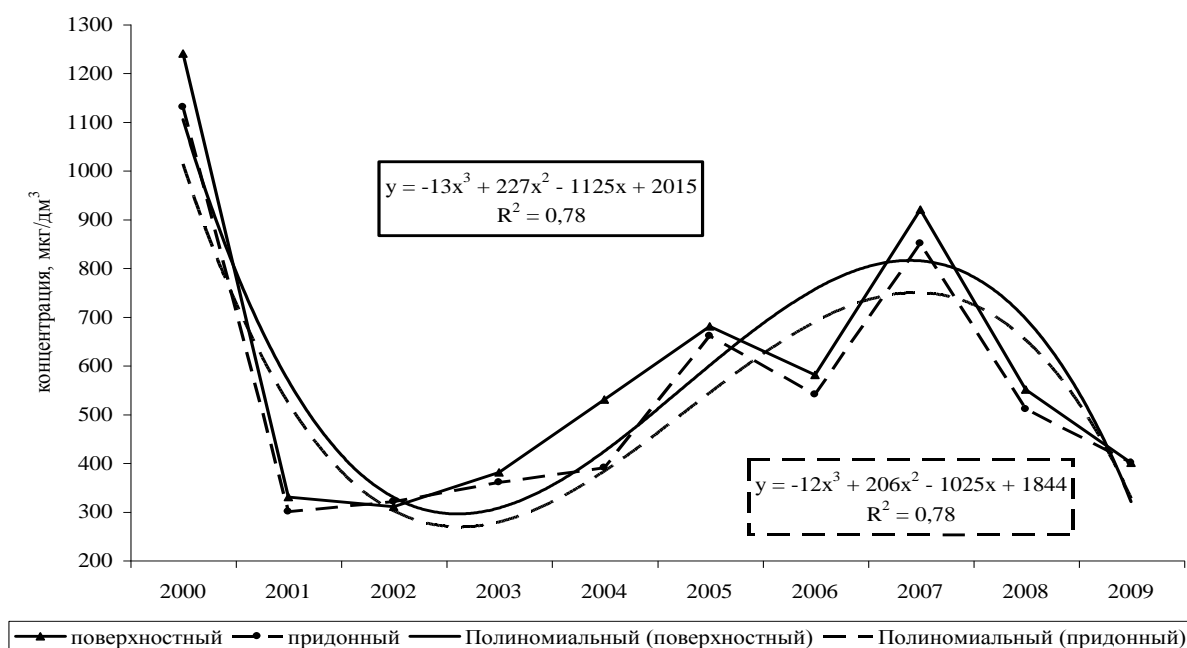


Рис. 4 Содержание общего азота в воде северной узости пролива в 2000 – 2009 гг.

Fig. 4 Total nitrogen content in the strait north narrowness water in 2000 – 2009

В последний, соответствующий первому по продолжительности, период наблюдений (1997 – 2009) в многолетней изменчивости концентраций кремния выявлен отрицательный линейный тренд для поверхностных вод

$$y = -22x + 620, \quad R^2 = 0.31$$

для придонных вод

$$y = -28x + 660, \quad R^2 = 0.50$$

и всего слоя вод

$$y = -25x + 640, \quad R^2 = 0.42$$

где y – среднегодовая концентрация кремния (мкг дм^{-3}), x – порядковый номер года ($x = 1 \dots 13$). Наличие такого тренда, вероятно, связано с тем, что в последнее время мониторинг производится при спокойных погодных условиях, ветрах южных направлений, способствующих проникновению в пролив черноморских вод, более обеднённых кремнием по сравнению с азовскими водами [4].

Внутригодовое распределение кремния аналогично распределению биогенных элементов азота (в форме азота нитратного) и фосфора (в общей форме) (рис. 5). Сезонный ход в распределении кремния обусловлен процессами жизнедеятельности диатомовых водорослей

и их деструкции: высокое содержание зимой (декабрь – февраль), понижение содержания весной (март – май) за счёт интенсивного потребления бурно развивающимися диатомовыми, увеличение концентрации в тёплое время года (июнь – сентябрь) в результате минерализации и поступления из донных отложений, и последующим уменьшением концентрации в результате осенней вспышки диатомовых водорослей.

Изменчивость концентрации кремния в Керченской и Камыш-Бурунской бухтах в 1979 – 1995 гг. была ниже, чем в северной узости пролива, варьируя от практически полного отсутствия до 3090 мкг дм^{-3} в Керченской бухте и 2120 мкг дм^{-3} в Камыш-Бурунской бухте, с соответствующими диапазонами среднегодовых концентраций $190 - 890$ и $130 - 820 \text{ мкг дм}^{-3}$.

Водородный показатель (pH). Диапазон изменчивости рН вод северной узости в 1979 – 2009 гг. составил 6.47–8.75. Максимальные значения рН, выходящие за диапазон экологически безопасных значений (6.50–8.50), наблюдались в отдельные годы всего периода исследований и практически ежегодно в последнее десятилетие.

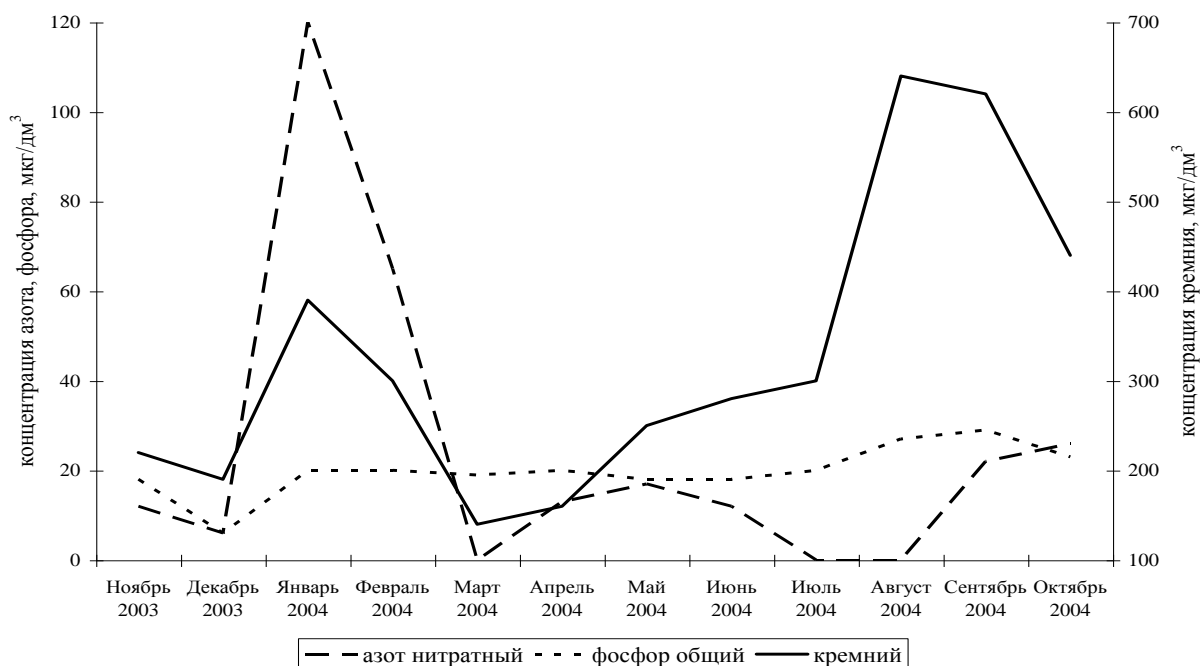


Рис. 5 Внутригодовое распределение содержания кремния, азота нитратного и фосфора общего в воде северной узости пролива

Fig. 5 Annual distribution content of silicon, nitrate nitrogen and total phosphorus in the strait north narrowness water

Средние за год значения варьировали в диапазоне 8.04–8.59. По наблюдениям 2003 – 2004 гг. внутригодовое распределение рН аналогично распределению растворённого кислорода в весенне-летний и осенний периоды, и противоположно в зимний и летне-осенний периоды.

Воды Керченской и Камыш-Бурунской бухт в 1979 – 1995 гг. характеризовались меньшей изменчивостью величины рН по сравнению с северной узостью. В Керченской бухте диапазон изменчивости составил 7.85–8.62, а в Камыш-Бурунской – 8.03–8.90 при соответствующих диапазонах среднегодовых значений 8.15–8.42 и 8.20–8.40. Высокие значения рН наблюдались в Керченской бухте в 1982 – 1984 и 1992 гг., а в Камыш-Бурунской бухте в течение всего периода 1982 – 1992 гг. Следует отметить наблюдавшуюся однородность в распределении рН в толще воды бухт.

Общая щёлочность. Согласно данным наблюдений 1979 – 2009 гг., в северной узости пролива такой элемент химического равновесия морских вод, как щёлочность, изменялся в довольно широких пределах 1.854–3.845 мг-экв

дм⁻³. Среднегодовые концентрации лежали в диапазоне значений 1.963–3.224 мг-экв дм⁻³. Значения щёлочности придонных вод были выше, чем поверхностных. Внутригодовой ход распределения щёлочности и солёности, согласно наблюдениям 2003 – 2004 гг., совпадает. Аналогия во внутригодовом распределении концентраций щёлочности и растворённого кислорода наблюдается в зимний, весенний и осенний периоды, а летом при резком падении концентрации кислорода щёлочность воды, пусть незначительно, но растёт.

Диапазон изменчивости щёлочности вод Керченской и Камыш-Бурунской бухт в 1981 – 1995 гг. был ниже, чем в северной узости, и составил 1.877–3.401 для Керченской и 1.839–3.533 мг-экв дм⁻³ для Камыш-Бурунской бухты. Среднегодовые концентрации для соответствующих районов изменялись в пределах 2.064–3.062 и 2.062–3.266 мг-экв дм⁻³.

Состояние загрязнения. Нефтепродукты (НП). В 1981 – 1983 гг. загрязнение воды в северной узости пролива по среднеговым концентрациям превышало ПДК, равную для НП 0.05 мг дм⁻³, в 1.4 – 2.8 раза.

В последующие годы вплоть до 1995 г. средние за год концентрации НП не достигали 0.05 мг дм^{-3} . Исключением был 1990 г., когда среднее содержание и в поверхностных, и в придонных водах превысило 2 ПДК. В конце 1990-х годов, по сравнению с началом десяти-

летия, загрязнение воды возросло по среднегодовым концентрациям до 0.15 мг дм^{-3} , причём присутствие НП фиксировалось в 100 % проб. В 2000 – 2009 гг. средний уровень загрязнения понизился до 1 – 2 ПДК с превышением ПДК в диапазоне 44 – 94 % (рис. 6).

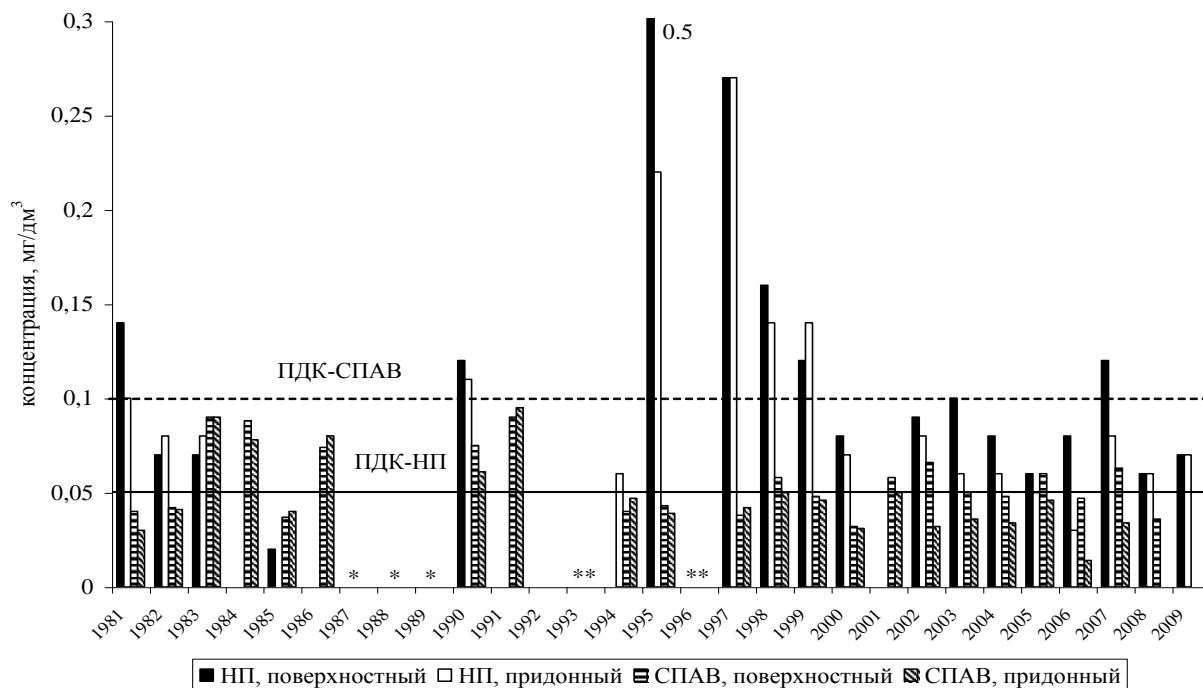


Рис. 6 Содержание нефтепродуктов (НП) и синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в воде северной узости пролива в 1981 – 2009 гг.:

* мониторинг СПАВ не проводился; ** в этом районе мониторинг не проводился

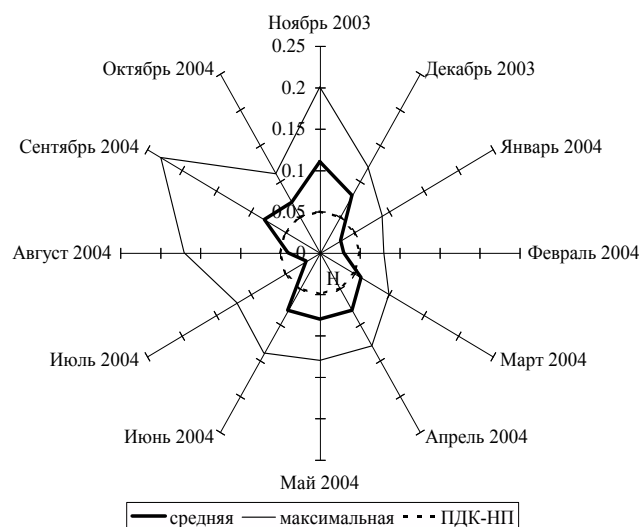
Fig. 6 Content of oil products and detergents in the strait north narrowness water in 1981 – 2009:

* - monitoring of detergents was not conducted; ** - monitoring was not conducted in this province

Максимальное значение концентрации – 2.96 мг дм^{-3} за весь период мониторинговых наблюдений зафиксировано в октябре 1982 г. в поверхностных водах. Внутригодовое распределение содержания НП, полученное по результатам учащённых наблюдений с ноября 2003 по октябрь 2004 гг. в северной узости, выявило два периода содержания нефтепродуктов ниже ПДК: зимний (январь – февраль) и летний (июль – август) (рис. 7).

Рис. 7 Внутригодовое распределение содержания нефтепродуктов (мг дм^{-3}) в воде северной узости пролива

Fig. 7 Annual distribution content of oil products (mg дм^{-3}) in the strait north narrowness water



В первой половине 1990-х гг., согласно данным мониторинга, воды Керченской и Камыш-Бурунской бухт не были загрязнены нефтепродуктами (их концентрации не достигали уровня ПДК), что может быть следствием резкого снижения хозяйственной деятельности в проливе в тот период. Но в последний год наблюдений (1995 г.) средняя годовая концентрация увеличилась в Камыш-Бурунской бухте до 0.14, в Керченской бухте до 0.29 мг дм⁻³.

Косвенным подтверждением сохраняющегося антропогенного загрязнения вод нефтепродуктами в течение последующего десятилетия является наличие в восточной части Керченской бухты пятна повышенного содержания нефтепродуктов, имеющего искусственное происхождение, обнаруженного в мае 2005 г. с использованием контактных измерений и спутниковых наблюдений [8].

Послеаварийный мониторинг в районе о. Тузла в первой половине 2008 г. показал, что наиболее высоким загрязнение нефтепродуктами было в апреле, когда концентрация превышала ПДК, а максимальное содержание достигло 2.4 ПДК. В феврале превышение ПДК по нефтепродуктам наблюдалось в отдельных случаях, а в июне воды были чистыми. В то же время в северной узости пролива в апреле и июне загрязнения вод нефтепродуктами не наблюдалось, а в июле – сентябре содержание НП повысилось по среднемесячным значениям до 1.2 – 2.0 ПДК с максимальным значением 6.2 ПДК. Выявить взаимосвязь подобного загрязнения вод северной узости с нефтяным загрязнением в результате аварии не представляется возможным, поскольку и в доаварийный период 2007 г. (апрель – октябрь) вода была постоянно загрязнена НП, среднемесячные концентрации составили 1.2 – 3.0 ПДК.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Вода северной узости Керченского пролива в течение всего периода наблюдений не была загрязнена СПАВ, среднегодичные концентрации не превышали ПДК (0.1 мг дм⁻³) (рис. 6). Вместе с тем, наибольшим

(0.84 мг дм⁻³) было содержание СПАВ в поверхностных водах в мае 1983 г.

Во внутригодовом распределении СПАВ в северной узости (рис. 8) понижение среднемесячной концентрации до значения менее 0.02 мг дм⁻³ наблюдается зимой (декабрь) и летом (июль), т.е. в те же сезоны, что и понижение концентрации НП.

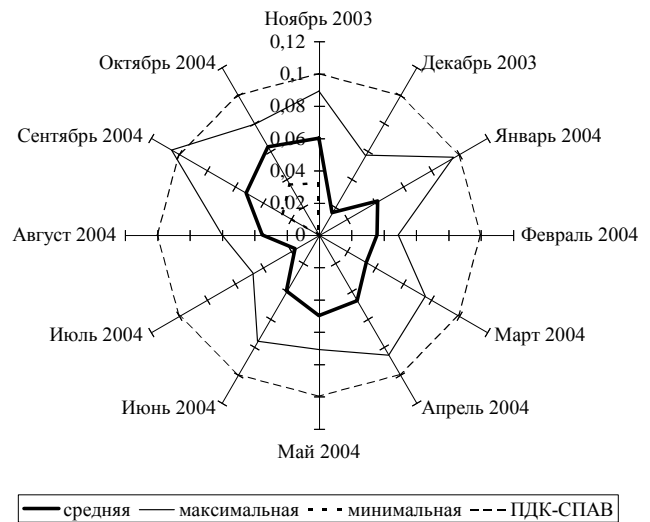


Рис. 8 Внутригодовое распределение содержания СПАВ (мг дм⁻³) в воде северной узости пролива
Fig. 8 Annual distribution content of detergents (mg/ dm⁻³) in the strait north narrowness water

Воды Керченской и Камыш-Бурунской бухт не были загрязнены в начале 1990-х годов, как и воды центральной части пролива в современный период, согласно наблюдениям в районе о. Тузла в 2008 г., хотя в 1995 г. максимальные концентрации составили в Камыш-Бурунской бухте 2.1 ПДК в августе, в Керченской бухте 2.2 ПДК в июне.

Фенолы. Содержание фенолов в среднем не достигало 3 мкг дм⁻³. Однако в декабре 1990 г. в придонных водах северной узости пролива была зафиксирована концентрация фенолов 20 мкг дм⁻³ (20 ПДК).

Микроэлементы в донных отложениях. В 2008 г. сотрудниками Института прикладных проблем физики и биофизики НАН Украины (г. Киев) была отобрана проба донных отложений южной части пролива. Анализ микроэлементного состава этой пробы, осуществленный в МО УкрНИГМИ нейтронно-активационным

методом, дал следующие результаты (мкг г^{-1}): Cu – 1160; Mn – 863; Na – 8090; K – 2790; Sm – 1.62; Mo – 3.06; Lu – 0.105; U – 1.48; Cd – <0.1; Yb – 0.943; Au – 0.0213; Br – 40.5; La – 10.1; Ca – 294000; Nd – 9.09; Ce – 16.4; Se – 0.732; Hg – 0.367; Tb – 0.192; Th – 2.07; Cr – 81.3; Ba – 426; Hf – 1.02; Ag – <0.1; Sr – 1660; Ni – 72.7; Cs – 0.833; Sc – 4.31; Rb – 10.8; Fe – 46400; Zn – 431; Co – 8.65; Ta – 0.07; Eu – 0.444; Sb – 68.3.

Индекс загрязнённости вод (ИЗВ). Согласно величине ИЗВ, рассчитанной на основе концентраций приоритетных загрязняющих веществ (НП, СПАВ, аммонийный азот) и рас-

творённого кислорода (табл. 2), в апреле – октябре 2005, 2006, 2008 и 2009 гг. вода северной узости пролива была чистой, а в 2007 г. – умеренно-загрязнённой. В 1995 г. (последний год мониторинга в этих районах) за счёт высоких концентраций нефтепродуктов вода Керченской бухты характеризовалась как грязная (ИЗВ=1.82, V класс качества), а вода Камыш-Бурунской бухты – как загрязнённая (ИЗВ=1.31, IV класс качества). Воду в районе о. Тузла в первом полугодии 2008 г. можно классифицировать как чистую (ИЗВ = 0.48; II класс качества воды).

Табл. 2 Комплексные характеристики качества воды северной узости пролива в 2005 – 2009 гг.
Table 2 Complex quality descriptions of the strait north narrowness water in 2005 – 2009

Ингредиент Комплексный показатель качества воды	Средняя концентрация ингредиента Комплексный показатель загрязнённости воды				
	2005	2006	2007	2008	2009
НП, ПДК	1.2	1.2	2.0	1.2	1.4
СПАВ, ПДК	0.62	0.37	0.48	0.19	0
Аммонийный азот, ПДК	0.14	0.04	0.06	0.05	0.04
Растворенный кислород	0.72	0.69	0.72	0.69	0.71
Индекс загрязнённости вод	0.67	0.68	0.82	0.53	0.53
Класс качества воды	II	II	III	II	II
Характеристика	чистая	чистая	умеренно загрязнённая	чистая	чистая

Выводы. 1. Согласно результатам мониторинга, среднее содержание соединений биогенных элементов азота и фосфора, а также растворённого кислорода в воде Керченского пролива находится в пределах допустимых концентраций и установленных уровней. Азот и фосфор представлены преимущественно органической формой. **2.** С 1997 г. в северной узости наметился отрицательный линейный тренд в многолетней изменчивости концентрации кремния, что может быть связано с тем, что в период мониторинга вода чаще относилась к черноморскому типу, более обеднённо-кремнием по сравнению в азовоморской водой. **3.** С 1995 г. до настоящего времени во-

ды северной узости пролива были загрязнены нефтепродуктами. Поступление нефтепродуктов в воду района о. Тузла, произошедшее в результате катастрофы 11 ноября 2007 г., существенно не сказалось на уровне загрязнения северной узости пролива. **4.** Воды пролива, согласно среднегодовым и среднемесячным концентрациям, не достигавшим ПДК, не были загрязнены СПАВ в течение всего периода мониторинга. **5.** В последние два года наметилась тенденция в улучшении качества воды северной узости пролива, согласно индексу её загрязнённости, и в целом, по описательной характеристике, она была чистой, II класса качества.

1. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР*. Том V. Азовское море. – С.Пб.: Гидрометеоздат, 1991. – 236 с.
2. *Ежегодные данные о гидрохимическом режиме и качестве вод морей и морских устьев рек*. – Ч.

1. *Море*. – Т. 3 (Азовское море), 1979 – 1983 гг. – Севастополь: МО УкрНИГМИ, 1985.
3. *Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям (Азовское море) за 1984 – 2009 гг.* – Севастополь: МО УкрНИГМИ.

4. Еремеев В. Н., Иванов В. А., Ильин Ю. П. Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива. // Морск. экол. журн. – 2003. – 2, № 3. – С. 27 – 40.
5. Ильин Ю. П., Клименко Н. П., Рябинин А. И. и др. Техногенное загрязнение вод прибрежных районов Черного и Азовского морей в период 1990 – 1999 гг. // Наук. Праці УкрНДГМІ. – 2000. – Вип. 248. – С. 182 – 189.
6. Ильин Ю. П., Репетин Л. Н., Морозов В. Н. и др. Исследования поступления биогенных веществ в Черное море с речным стоком в рамках международного проекта BSERP/GEF. // Екологічні проблеми Чорного моря: Мат. 6-го Міжнародн. Симпозіуму (Одеса, 11-12 листопада 2004 р.). – Одеса: ОЦНТЕІ, 2004. – С. 198 – 202.
7. Ильин Ю. П., Рябинин А. И., Шibaева С. А. и др. Результаты мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения Азовского и Черного морей в 2001–2005 гг. // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вип. 255. – С. 155 – 164.
8. Ломакин П. Д., Чепыженко А. И., Панов Б. Н. и др. Гидрологические условия и характеристика загрязнения вод Керченского пролива в мае 2005 г. по данным контактных измерений и спутниковых наблюдений // Исследование Земли из космоса. – 2006. – № 4. – С. 27 – 33.
9. Рябинин А. И., Шibaева С. А., Ломакин П. Д. Гидрохимические условия прибрежных вод Азовского моря в 2001 – 2002 гг. // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 252. – С. 182 – 189.
10. Шibaева С. А., Ильин Ю. П., Фомин В. В. Современное состояние загрязнения прибрежных вод Азовского моря и вынос загрязняющих веществ в Черное море // Екологічні проблеми Чорного моря: 36. наук. ст. ОЦНТЕІ. – Одеса: ОЦНТЕІ, 2001. – С. 363 – 366.

*Поступила 20 мая 2010 г.
После доработки 06 октября 2011 г.*

Гідрохімічний режим і забруднення вод Керченської протоки в 1979 – 2009 рр. С. А. Шibaєва, А. І. Рябінин, Ю. П. Ільїн, П. Д. Ломакін. Наведено характеристику вмісту та просторово-часової мінливості концентрацій розчиненого кисню, загальної лужності, фосфатного і загального фосфору, кремнію, нітрітного, нітратного, амонійного та загального азоту, нафтопродуктів, синтетичних поверхнево-активних речовин, фенолів, а також величини водневого показника у воді Керченської протоки в 1979-2009 рр. за результатами моніторингу Державної Гідрометеорологічної служби України. Встановлено, що вміст сполук азоту, фосфору, кремнію і розчиненого кисню у воді протоки перебуває в межах припустимих концентрацій і рівнів. Починаючи з 1995 р. вода північної вузькості протоки за середньорічними концентраціями була забруднена нафтопродуктами і не була забруднена синтетичними поверхнево-активними речовинами протягом усього періоду моніторингу.

Ключові слова: Керченська протока, моніторинг, гідрохімія, розчинений кисень, забруднення, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини

Kerch Strait hydrochemistry regime and pollution in 1979 – 2009. S. A. Shybaeva, A. I. Ryabinin, Y. P. Ilyin, P. D. Lomakin. On Ukrainian State Hydrometeorological service monitoring results the characteristic of maintenance and spatio-temporal variability of the dissolved oxygen, total alkalinity, orthophosphate and total phosphorus, silicate, nitrite, nitrate, ammonia and total nitrogen, oils, detergents, phenols concentrations and hydrogen ion index in the Kerch Strait water is given for the period of 1979-2009. The contents of nitrogen, silicon, phosphorus compounds and dissolved oxygen in channel water is within the limits of possible concentrations and levels. Since 1995 the strait north narrowness water was polluted by oils and during monitoring period was not polluted by detergents.

Keywords: Kerch Strait, monitoring, hydrochemistry, dissolved oxygen, pollution, oils, detergents