

НЕКОТОРЫЕ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЖИМА АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНОСОВ В АЗОВО- ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Б.Н. Панов, Е.О. Спиридонова*

Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И. Вернадского,
г. Керчь, ул. Пирогова, 16
E-mail: panov_bn@mail.ru

* Керченский государственный морской технологический университет
г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 83
E-mail: lspyrdonov@ukr.net

Рассмотрены тенденции изменений атмосферных переносов в Азово-Черноморском регионе, характерные для последних двух десятилетий. Ранее определенные связи океанологических процессов и атмосферных переносов позволили охарактеризовать изменения, происходящие в морских экосистемах, прогнозировать возможные последствия.

В последние десятилетия быстрые изменения климата сделали чрезвычайно актуальной проблему определения их причин и последствий. Проблема эта имеет как глобальную, так и региональную составляющие.

Чрезвычайно важной чертой гидрометеорологического режима любого ре-

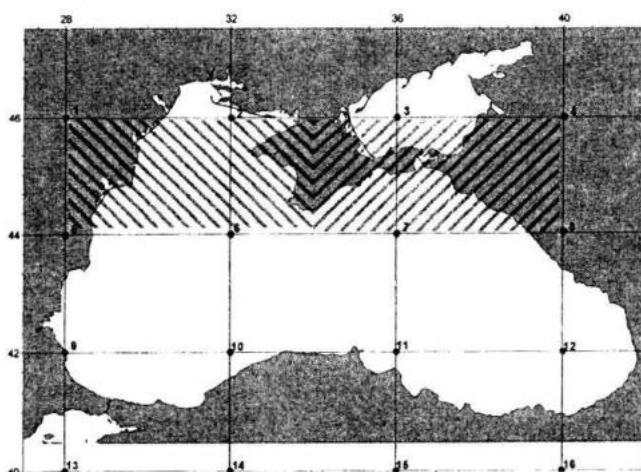
гиона, особенно морского, по нашему мнению являются изменения характера переносов воздушных масс в приземном (приводном) слое, так как эти процессы играют ведущую роль в функционировании морских экосистем.

Особенности атмосферных переносов в Азово-Черноморском регионе определяет сочетание влияния Азорского и Сибирского антициклонов и перемещение с запада на восток Атлантических и Средиземноморских циклонов. Еще одной особенностью является активное присутствие восточных потоков на фоне глобального западного переноса и усиление меридиональных переносов циклонической деятельностью.

Это позволяет использовать в качестве показателей атмосферных переносов зональные и меридиональные его составляющие.

Связи показателей атмосферных переносов с различными явлениями и процессами в Азовском и Черном морях исследовались нами ранее [1-4]. Установленные зависимости позволяют прогнозировать тенденции в водных экосистемах, обусловленные изменениями в режиме атмосферных переносов.

Материалы и методы. В работе использован сформированный в ЮгНИРО банк ежедневных данных (с 1960 года) о приземном атмосферном давлении над исследуемым регионом по 16-точечной сетке (рис. 1), предложенной В. А. Брянцевым [5].



Р и с. 1. Сетка ежедневного мониторинга приземного атмосферного давления над Черным морем, осуществляемого в ЮгНИРО с 1960 года

\\\\\\\\\\\\ - западный подрайон;
////// - восточный подрайон

Атмосферные переносы в крымской широтной зоне с 1960 года для западного и восточного подрайонов в пределах ограниченных точками 1, 4, 5 и 8 характеризовались разностью значений атмосферного давления в зональном ($\Delta P_{\text{зон}}$) и меридиональном ($\Delta P_{\text{мер}}$) направлениях.

Зональные изменения атмосферного давления характеризуют интенсивность меридиональных переносов: северных ($-M$) и южных ($+M$), меридиональные изменения – интенсивность зональных переносов: западных ($+Z$) и восточных ($-Z$).

M для западного и восточного подрайонов определялись как средние значения изменения давления вдоль северных и южных границ соответствующих трапеций.

Z для западного и восточного подрайонов определялись как средние значения изменения давления вдоль западных и восточных границ соответствующих трапеций.

Изменения атмосферных переносов над Черным морем были исследованы с помощью трех первых коэффициентов (A_{00} , A_{01} , A_{10}) разложения поля приземного атмосферного давления (рис. 1) по полиному Чебышева. A_{00} характеризует среднее атмосферное давление, A_{01} – зональные переносы, A_{10} – меридиональные переносы [6].

Для оценки связей атмосферных переносов с характеристиками состояния экосистем Черного и Азовского морей в работе были использованы:

1. Максимальные вертикальные градиенты солености (Is) воды глубже 25-метрового горизонта и глубины их залегания (Hs) в восточной (к востоку от 35° в.д.) половине Черного моря из порейсового массива данных океанографических станций, выполненных в 416 экспедициях ЮгНИРО, МГИ НАНУ и УкрЦЭМ в Черное море с 1955 по 1996 год (24479 станций).

Для каждой станции определялся тип сочетания высоких и низких значений показателей (тип галоклина): $HsB IsB$ (далее ВВ), $HsH IsB$ (далее НВ), $HsB IsH$ (далее ВН).

Согласно классическим представлениям о вертикальной плотностной структуре вод Черного моря группировка ВВ соответствует зонам неглубоких

антициклонических вихрей и слабых прибрежных опусканий, НВ – зонам циклонических круговоротов и прибрежных апвеллингов, а ВН – глубоким антициклоническим круговоротам и прибрежным опусканиям.

Описание формирования многолетних рядов характеристик галоклина в соответствии с указанными группировками представлены в работе [7].

2. Сведения из работ [8, 9] за период наблюдений с 1963 до 1986 годы о наиболее значительных расходах воды в Керченском проливе, превышающих 7000 м³/с. Анализ связи течений в Керченском проливе с показателями атмосферных переносов дан в работе [1].

3. Материалы 26 океанографических съемок, выполненных ЮгНИРО в Азовском море в апреле-октябре с 1992 по 2003 годы при исследовании закономерностей формирования поля солености, а также значения средней солености Азовского моря без Таганрогского залива из [10], дополненные собственными данными до 2003 года.

Предложенные элементы механизма формирования пространственной структуры поля солености Азовского моря и их зависимость от атмосферных переносов описаны в [2].

4. Данные о термохалинной структуре вод, гидрохимических и рыбопромысловых характеристиках из материалов экологических полигонов, выполненных ЮгНИРО в северо-западной части Черного моря в 1986–1991 годах. Методы сбора и обработки информации представлены в [3, 4].

Результаты исследований. Для северной части Черного моря характерно преобладание в зональной составляющей восточных переносов, причем более интенсивных в восточном подрайоне, чем в западном, а в меридиональной составляющей – преобладание южных переносов на востоке и северных на западе (табл. 1).

Изменения климатических оценок показателей атмосферных переносов двух периодов (1960–1990 и 1991–2009 гг.) (табл. 1) позволяют констатировать ослабление средних годовых оценок восточных переносов в обоих подрайонах и южных в восточном подрайоне за счет изменений, происходящих зимой и весной.

Средние многолетние годовые и сезонные значения показателей атмосферных переносов (M , Z) и их дисперсии (D) для двух периодов и двух подрайонов северной части Черного моря

Показатель	Западный подрайон				Восточный подрайон			
	Ср. 1960-90	Ср. 1991-09	D 1960-90	D 1991-09	Ср. 1960-90	Ср. 1991-09	D 1960-90	D 1991-09
$Z_{\text{год}}$	-0,226	-0,134	0,101	0,042	-0,626	-0,406	0,138	0,050
$M_{\text{год}}$	-1,050	-1,058	0,100	0,146	0,473	0,276	0,116	0,050
$Z_{\text{зима}}$	-0,369	-0,158	0,315	0,182	-0,923	-0,579	0,818	0,279
$M_{\text{зима}}$	-1,015	-1,224	0,545	0,930	1,275	0,662	0,431	0,267
$Z_{\text{весна}}$	-0,209	-0,078	0,236	0,059	-0,566	-0,268	0,335	0,113
$M_{\text{весна}}$	-0,541	-0,605	0,197	0,280	0,732	0,560	0,169	0,108
$Z_{\text{лето}}$	-0,053	-0,087	0,092	0,061	-0,242	-0,193	0,081	0,062
$M_{\text{лето}}$	-1,677	-1,505	0,201	0,208	-0,457	-0,520	0,159	0,051
$Z_{\text{осень}}$	-0,266	-0,225	0,208	0,141	-0,768	-0,598	0,269	0,188
$M_{\text{осень}}$	-0,947	-0,890	0,368	0,228	0,354	0,376	0,176	0,242

Примечание: Затонированы значимые изменения климатических оценок

Динамика межгодовых изменений показателей (рис. 2) демонстрирует ряд особенностей и периодов устойчивых тенденций.

В западном подрайоне восточные переносы ослабевали до конца 70-х годов (два года преобладали западные). Позже ситуация характеризовалась нулевым трендом, и в семи случаях преобладающими в зональных переносах становились западные. В меридиональной составляющей период интенсификации северных переносов, наблюдавшийся с

конца 70-х до начала 90-х годов прошлого века сменился периодом столь же интенсивного его ослабления, продолжающимся до настоящего времени.

На востоке исследуемого района можно отметить слабую, но устойчивую тенденцию ослабления преобладающих восточных и южных переносов.

Изменения средних годовых значений показателей атмосферных переносов определяются изменениями, происходящими в зимние и весенние сезоны (одинаковый характер тенденций) [11].

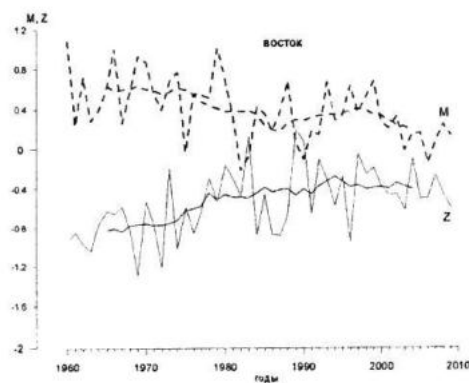
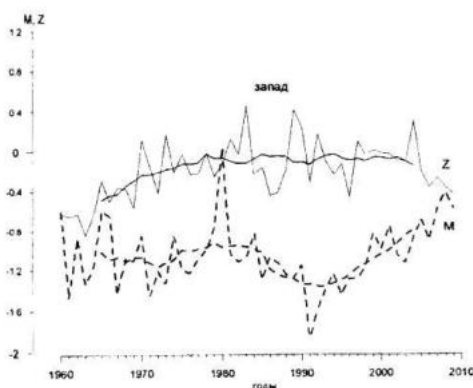


Рис. 2. Многолетние изменения средних годовых значений показателей атмосферных переносов (M , Z) для западного и восточного подрайонов северной части Черного моря

Летом с середины 80-х годов наблюдалась тенденция усиления восточных переносов, а в меридиональной составляющей усиливается роль северных переносов. Для осеннего периода примечательна

стабилизация показателей восточных переносов уже с середины 70-х годов.

Для всего Черного моря, приведенные в табл. 2 средние годовые значения и дисперсии рядов трех первых коэффициентов (A_{00} , A_{01} , A_{10}) разложения поля

приземного атмосферного давления (см. рис. 1) по полиному Чебышева свидетельствуют о том, что в наибольшей степени изменились значения показателя зонального переноса – A_{01} (кроме средних летних значений), а также зимние значения всех рассматриваемых показателей. Преобладающие восточные переносы ослабли в последние два десятилетия в 2 раза, а в зимние месяцы отмечается уже незначительное преобладание западных переносов. В меридиональных

переносах в зимние месяцы, ранее преобладавшие южные переносы сменились северными.

Для зимнего сезона характерно также повышение среднего атмосферного давления (показатель A_{00}).

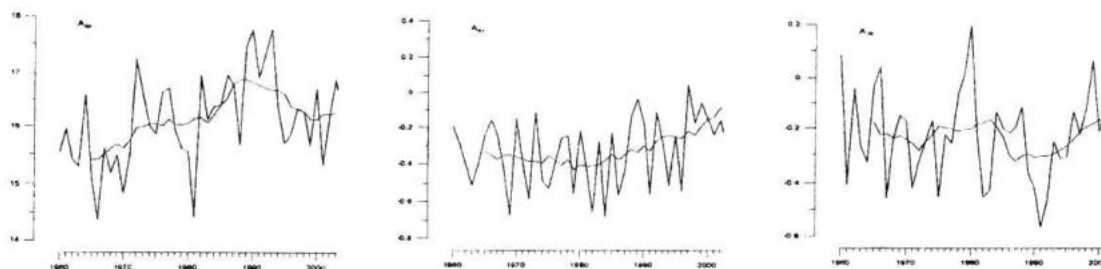
Изменения средних годовых значений коэффициента A_{00} (рис. 3) позволяют отметить рост среднего атмосферного давления с середины 70-х до начала 90-х годов прошлого века.

Т а б л и ц а 2

Средние годовые и сезонные значения показателей атмосферных переносов A_{00} , A_{01} , A_{10} и их дисперсии (D) для двух периодов

Показатели	Ср. 1960-1990	Ср. 1991-2008	D 1960-1990	D 1991-2008
$A_{00\text{ср}}$	15,99	16,38	0,823	0,607
$A_{01\text{ср}}$	-0,36	-0,18	0,178	0,209
$A_{10\text{ср}}$	-0,21	-0,21	0,173	0,148
$A_{00\text{зима}}$	18,29	20,36	2,658	1,701
$A_{01\text{зима}}$	-0,19	0,05	0,485	0,414
$A_{10\text{зима}}$	0,14	-0,14	0,372	0,397
$A_{00\text{весна}}$	14,94	15,13	1,240	1,249
$A_{01\text{весна}}$	-0,41	-0,18	0,321	0,335
$A_{10\text{весна}}$	-0,01	0,03	0,220	0,205
$A_{00\text{лето}}$	12,35	12,71	0,788	0,837
$A_{01\text{лето}}$	-0,41	-0,35	0,218	0,230
$A_{10\text{лето}}$	-0,75	-0,61	0,207	0,183
$A_{00\text{осень}}$	18,19	17,99	1,028	0,997
$A_{01\text{осень}}$	-0,41	-0,27	0,287	0,356
$A_{10\text{осень}}$	-0,22	-0,16	0,259	0,257

Примечание: Затонированы значимые изменения климатических оценок



Р и с. 3. Многолетние изменения средних годовых значений показателей атмосферных переносов A_{00} , A_{01} , A_{10} над черноморским бассейном

Позднее, до конца 90-х годов, следует снижение давления, а в последние 10 лет – относительная его стабилизация.

Основной особенностью изменений средних годовых значений коэффициента A_{01} , характеризующего зональный перенос, является его устойчивый рост

после 1984 года. Преобладающий восточный перенос начал ослабевать, а в 1997, 2004 и 2007 году уже преобладали западные переносы.

В изменениях средних годовых значений коэффициента A_{10} (характеризует меридиональный перенос) можно отме-

тить усиление северных переносов до 1991 года, позже – его ослабление.

Средние сезонные значения [12] показателя A_{00} указывают на относительную стабильность этой характеристики весной, летом и осенью. В зимние месяцы наблюдается устойчивая тенденция роста среднего атмосферного давления в течение всего рассматриваемого периода.

В средних сезонных значениях коэффициента A_{01} заметно устойчивое многолетнее ослабление восточных переносов весной и зимой. Причем эта тенденция в зимние месяцы началась уже в начале 70-х годов, а весной – в конце 80-х. Зимой с конца 90-х годов значительные преобладания западных переносов наблюдались чаще, чем восточных. В летние и осенние месяцы заметных тенденций в изменениях зональных атмосферных переносов не отмечено.

Тенденции усиления северных переносов (показатель A_{10}) до 1991 года, а затем его ослабления присутствуют в многолетних изменениях зимних значений. Для летних значений характерна постоянная тенденция ослабления северных переносов, для осени и весны – сравнительно устойчивое незначительное преобладание северных переносов [12].

В итоге для Черного моря в целом в течение последнего десятилетия можно констатировать:

за год – ослабление преобладающего восточного переноса (рост A_{01}) и ослабление северных переносов (увеличение A_{10});

рост среднего атмосферного давления (увеличение A_{00}) зимой;

ослабление восточных переносов (увеличение A_{01}) весной и зимой;

ослабление северных переносов (увеличение A_{10}) зимой и летом.

В северо-восточной части Азово-Черноморского региона отмечено:

ослабление преобладающих восточных (увеличение Z) и южных (уменьшение M) переносов в целом за год, зимой и весной;

усиление восточных (уменьшение Z) и северных (уменьшение M) переносов летом.

В северо-западной части Азово-Черноморского региона можно отметить только ослабление северных переносов.

Указанные изменения атмосферных переносов влияют на океанографические характеристики Азовского и Черного морей следующим образом.

1. Статистически достоверные зависимости характеристик основного черноморского галоклина от показателей атмосферных переносов, отражающие связи как межгодовой изменчивости, так и тенденций представлены в табл. 3. Они позволяют утверждать, что отмеченная тенденция роста среднего атмосферного давления (A_{00}) в зимний сезон сопровождается увеличением значений вертикального градиента солёности в галоклине восточной половины моря. Активнее эта связь проявляется в глубоких антициклонах (ВН-тип галоклина).

Ослабление восточных атмосферных переносов (A_{01}) с годичным лагом сопровождается повсеместным подъемом слоя галоклина. Наиболее устойчива эта связь в циклонических круговоротах (НВ-тип галоклина), где подъем сопровождается ростом интенсивности галоклина.

Недавно опубликованные результаты исследований климата Черного моря отмечают подъем слоя галоклина и увеличение солёности в нем [13-15]. Однако причины и последствия этих изменений пока не ясны, и это определяет актуальность результатов наших исследований.

2. Анализ связи расходов воды в Керченском проливе (разрез п. Крым – п. Кавказ), превышавших $7000 \text{ м}^3/\text{с}$ (50 случаев за 1963-1986 гг.) с показателями атмосферных переносов за предшествующие измерению расхода трое суток [1] показал, что черноморским течениям в 77% случаев предшествуют южные атмосферные переносы в северо-восточной части Азово-Черноморского региона, при этом, в зональной составляющей практически равновероятно наблюдались как западные, так и восточные составляющие переносов. Азовским течениям в 72% случаев предшествуют восточные атмосферные переносы, при этом в меридиональной составляющей практически равновероятно наблюдались как северные, так и южные потоки.

Коэффициенты корреляции статистически достоверных связей характеристик гаюклина восточной половины Черного моря с показателями атмосферной циркуляции над морем

Группа	Хар-ка	A_{00}	A_{00-1}	A_{00-2}	A_{01}	A_{01-1}	A_{01-2}	A_{10}	A_{10-1}	A_{10-2}
ВВ	Is	0.42								
	Hs					-0.42				
ВВпр	Is									
	Hs				-0.30	-0.33				
ВВмор	Is									
	Hs					-0.40				-0.40
НВ	Is	0.41					0.31			
	Hs					-0.46	-0.33			
НВпр	Is									
	Hs	0.44								
НВмор	Is	0.43					0.31			
	Hs					-0.48	-0.31			
ВН	Is	0.60	0.52	0.38					-0.35	
	Hs			0.37		-0.45				
ВНпр	Is	0.60	0.43	0.33						
	Hs					-0.41				-0.32
ВНмор	Is	0.56	0.46						-0.37	
	Hs		-0.32			-0.44				

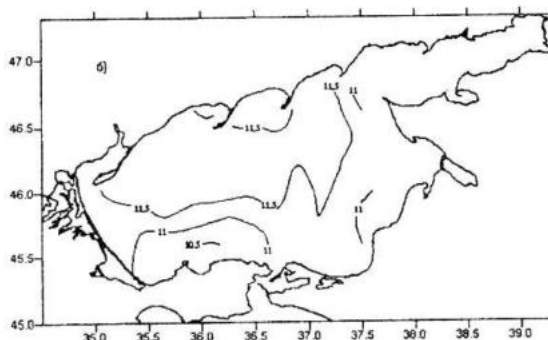
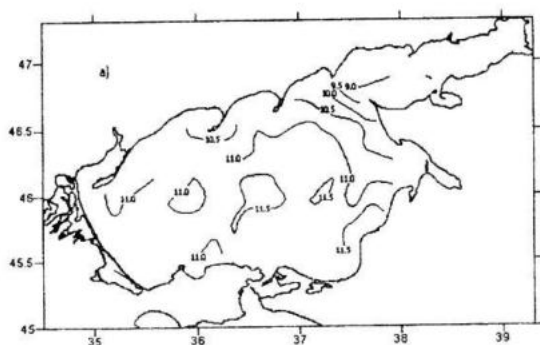
В подстрочном индексе показателей атмосферных переносов указан упреждающий временной лаг (-1 или -2 года) показателей.

Отмеченные устойчивые тенденции ослабления преобладающих в северо-восточной части Азово-Черноморского региона восточных и южных атмосферных переносов ведут к ослаблению как азовских, так и черноморских течений в Керченском проливе.

Летние усиления восточных переносов могут привести только к усилению азовских течений летом.

Следствием этих изменений является ослабление водообмена в проливе, приближение его океанологических характеристик к значениям свойственным Азовскому морю, в частности, к опреснению, повышению уровня загрязнения и эвтрофикации, а также к снижению ассимиляционной емкости пролива.

3. Анализ распределения солености в Азовском море [2] показывает, что для меридионального типа водообмена в море (наиболее представительный – 1996 год) характерно относительное повышение солености центральной и северной частей моря, для зонального типа водообмена (1993 год) – осолонение южной и опреснение северной части моря (Рис. 4). Меридиональный водообмен блокирует поступление в море вод из Таганрогского залива и обеспечивает связь экосистемы Азовского моря с черноморской, а зональный – сдвигает ее состояние к экосистеме опресненного эстуария – Таганрогского залива. Тип меридионального водообмена более характерен для Азовского моря.



Р и с. 4. Поле солёности в поверхностном слое вод 26.07-08.08.1993 г., зональный водообмен (а) и 27.07-08.08.1996 г., меридиональный водообмен (б) [2]

Анализ изменений средней годовой солёности Азовского моря (без Таганрогского залива) и показателей «М» и «Z» [2] свидетельствует о том, что 1996 год характеризуется усилением южных и восточных атмосферных переносов и экстремально высокой средней солёностью. Именно преобладание южных и восточных атмосферных переносов характерное для района Азовского моря (Рис. 2 восток), обеспечивает относительную устойчивость меридионального типа водообмена в море и существенное единство Азово-Черноморской водной экосистемы.

Годы с зональным типом водообмена (1993 год) представляются аномальными. Им предшествуют годы с экстремальным ослаблением южных и восточных атмосферных переносов (1992 год). Это приводит к формированию в море зонального типа водообмена, обеспечивает поступление в море опреснённых вод из Таганрогского залива, что ведет к понижению солёности морских вод. Проявляется это в средней солёности моря только на следующий год. В этом случае Таганрогский залив играет роль аккумулятора пресных вод и увеличивает инерцию опреснения Азовского моря.

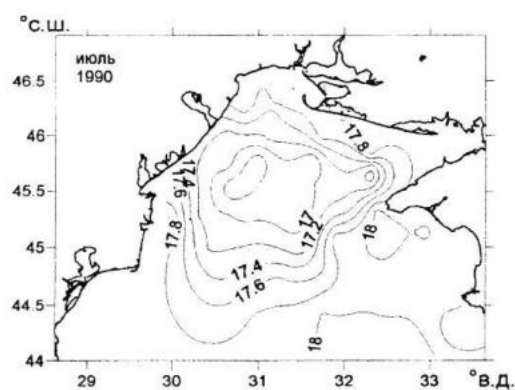
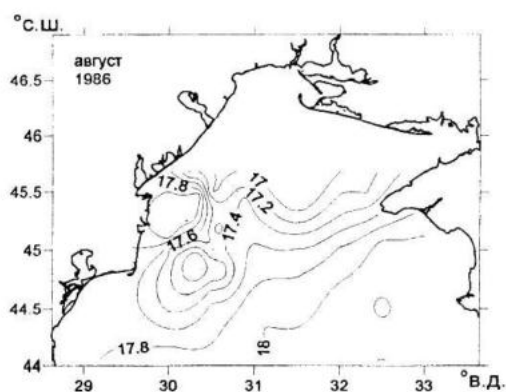
Отмеченное в последние десятилетия ослабление преобладающих восточных и южных атмосферных переносов в целом за год, зимой и весной в северо-восточной части Азово-Черноморского региона определяют повышение частоты

формирования в море аномальных зональных типов водообмена, что ведет к снижению солёности моря и ослаблению его связи с Черным морем.

Отмеченная тенденция усиления восточных переносов летом компенсируется в формировании водообмена усилением в этот сезон северных переносов.

4. В северо-западной части Черного моря в работах [3-4] выделены два основных типа состояния вод этого района.

Первый тип характеризуется фронтальной зоной, разделяющей в поверхностном слое распреснённые и собственно морские воды, располагающейся в сравнительно узкой прибрежной полосе на западе и севере района и представляющей собой известную Днестро-Дунайскую фронтальную зону (Рис. 5). Этот тип структуры характеризуется сравнительно высокой солёностью вод верхнего 20-метрового слоя по всему шельфу (табл. 4). В пределах фронтальной зоны появляются квазистационарные антициклонические вихри с характерными размерами около 20 миль. Там же, в холодном подповерхностном слое, причём только весной, наблюдаются воды с относительно низкой температурой (менее 6 С), нехарактерной для вод холодного промежуточного слоя мористой части района. Летом под слоем сезонного пикноклина к западу от фронтальной зоны развивается зона придонной гипоксии с дефицитом кислорода (менее 3 мл/л).



Р и с. 5. Поле солёности на горизонте 20 м при интенсивных (слева) и ослабленных (справа) восточных атмосферных переносах [4]

При втором типе структуры солёность верхнего слоя понижена (табл.4), формируется фронтальная зона, которая проходит от м. Георги на западе к м. Тараханкут на востоке. Размеры антициклонических круговоротов увеличиваются до 55-110 миль, охватывая летом весь шельф (Рис. 5). Воды в подповерхностном слое с температурой 5-6 С занимают значительную площадь в центральной части района и сохраняются там до конца лета, а дефицит кислорода распространяется на всю западную половину шельфа.

Очевидно, что положение фронтальной зоны связано с интенсивностью развития северо-западной ветви ОЧТ. Первый тип структуры формируется при интенсивном циклоническом движении вод, обусловленном преобладанием восточных и северных атмосферных переносов. Второй тип представляется нам аномальным и кроме уже отмеченных особенностей, характеризуется распространением речного стока по всему северо-западному району (табл. 4), эвтрофированием вод, обострением сезонного пикноклина и развитием прибрежных апвеллингов [4].

Таблица 4

Некоторые показатели состояния водной экосистемы северо-западной части Черного моря севернее 44 45' с.ш.

Показатель	1986 г.	1990 г.
ΔS (‰)	0.03	-0.59
$S_{В V-VI} - S_{З VII-IX}$	0.86	-0.14
$S_{V-VI} - S_{VII-IX}$	0.15	0.22
Q ш. (т.т.)	260	10
S гип.(тыс.км ²)	8	40

ΔS – аномалии средней по району солёности верхнего 20-метрового слоя вод за период май-сентябрь (норма 17.31‰);

S_{V-VI} - средняя по району солёность верхнего 20-метрового слоя вод за период май-июнь;

S_{VII-IX} – то же за июль-сентябрь;

$S_{В V-VI}$ - ср. солёность верхнего 20-метрового слоя вод для восточного одноградусного квадрата (центр 44 45' с.ш., 31 45' в.д.);

$S_{З VII-IX}$ - то же для западного одноградусного квадрата (центр 44 45' с.ш., 30 15' в.д.);

Q ш. – биомасса шпрота в северо-западной части моря (данные сотрудников ЮгНИРО Г.С. Юрьева и А.В. Жигуненко);

S гип. – площадь зоны гипоксии [16]

В результате отмеченных в последние десятилетия тенденций ослабления восточных и северных атмосферных переносов над Черным морем и северных переносов над его северо-западной частью в экосистеме района должна возрасти повторяемость лет с аномальным вторым типом структуры вод со всеми отмеченными последствиями.

Выводы. Отмеченная тенденция роста среднего атмосферного давления над Черным морем в зимний сезон сопровождается увеличением значений вертикального градиента солёности в галоклине восточной половины моря. Ослабление восточных атмосферных переносов с задержкой на год сопровождается подъемом слоя галоклина. В циклонических круговоротах подъем сопровождается ростом интенсивности галоклина.

Устойчивые тенденции ослабления преобладающих в северо-восточной части Азово-Черноморского региона восточных и южных атмосферных переносов ведут к ослаблению как азовских, так и черноморских течений в Керченском проливе. Летние усиления восточных переносов могут привести только к усилению азовских течений. Такие изменения ведут к ослаблению водообмена в проливе, приближению его океанологических характеристик к значениям свойственным Азовскому морю, к снижению ассимиляционной емкости пролива.

В Азовском море указанные изменения атмосферных переносов определяют формирование в Азовском море аномальных зональных типов водообмена, что ведет к снижению солёности моря и ослаблению его связи с Черным морем.

В результате наличия тенденций ослабления восточных и северных атмосферных переносов над Черным морем, а также северных переносов над его северо-западной частью в экосистеме северо-западного района должна возрасти повторяемость лет с аномальным типом структуры вод, при котором речной сток распространяется по всему северо-западному шельфу, понижая солёность вод поверхностного слоя. Это сопровож-

дается эвтрофированием вод, обострением сезонного пикноклина. Фронтальная зона проходит от м. Георги на западе к м. Тараханкут на востоке, размеры антициклонических круговоротов увеличиваются до 55-110 миль, охватывая летом весь шельф, усиливаются прибрежные апвеллинги. В придонном слое воды с температурой 5-6 С занимают значительную площадь в центральной части района и сохраняются там до конца лета, а дефицит кислорода распространяется на всю западную половину шельфа. При этом биомасса шпрота в теплое время года в этом районе резко уменьшается, и его промысел становится не эффективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спиридонова Е.О. Панов Д.Б. Особенности водообмена через Керченский пролив и возможные последствия его изменений // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – 2008. Вып. 17. – С. 265 – 274.
2. Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. О закономерностях формирования поля солёности Азовского моря // В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. / Экоци-Гидрофизика, Выпуск 15. – Севастополь, 2007. – С. 178 – 193.
3. Панов Б.Н., Троценко Б.Г., Коршунова Г.П., и др. Абиотические условия миграции шпрота в северо-западной части Чёрного моря и результаты их моделирования // Океанология. – 1993, т.33. № 1. – С. 73 – 78.
4. Позаченюк К.А., Турега О.М., Пасинкова Л.О., Панов Б.М. та ін. Острів Зміїний та шельф: просторово-часова динаміка геоекологічного стану: Монографія // Наук. ред. К.А. Позаченюк. – Сімферополь, Бізнес-Інформ, 2009. – 424 с.

5. *Брянцев В.А.* Методические рекомендации по гидрометеорологическому прогнозированию для основных объектов промысла в Черном море.– Керчь: АзЧерНИРО. – 1987. – 41 с.
6. *Кудрявая К.И., Серяхов Е.И., Скриптунова Л.И.* Морские гидрологические прогнозы. Л.: Гидрометиздат., – 1974. – 310 с.
7. *Панов Б.Н.* Возможности использования характеристик основного черноморского галоклина в исследованиях динамики состояния черноморской экосистемы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа. / Сборник научных трудов. Вып.22. – Севастополь, 2010. – С. 83 – 96.
8. *Альтман Э.Н.* К вопросу об изменчивости расходов воды в Керченском проливе (по натурным наблюдениям). // Труды ГОИН, вып. 132. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – С. 17 – 28.
9. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР.* Т.1У. Черное море. Вып.1. – Санкт-Петербург. Гидрометеоздат. 1991. – 425 с.
10. *Куропаткин А.П., Шишкин В.М.* Соленость Азовского моря и возможные пути его изменения // Рациональное использование и охрана природных ресурсов бассейнов Черного и Азовского морей. – Издательство Ростовского университета, 1988. – С. 16 – 20.
11. *Панов Б.Н., Спиридонова Е.О.* Особенности сезонной и межгодовой изменчивости приземных атмосферных переносов в северной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа. Сборник научных трудов. Вып. 23. – Севастополь, 2010. – С. 47 – 60.
12. *Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Смирнов С.С.* Многолетние и сезонные изменения приземной атмосферной циркуляции в Черноморском регионе. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского // Серия География. Том 22 (61). – 2009. – С. 80 – 87.
13. *Ефимов В.В.* Изменение климата Черноморского региона. // Вып.13. – 2005. – С. 322 – 334.
14. *Белокопытов В.Н., Шокурова И.Г.* Оценки междесятилетней изменчивости температуры и солёности в Черном море в период 1951–1995 гг. // Вып.12. – 2005. – С. 11 – 20.
15. *Кныш В.В., Кубряков А.И., Моисеенко В.А., Белокопытов В.Н., Инюшина Н.В., Коротаев Г.К.* Тенденции в изменчивости термохалинных и динамических характеристик Черного моря, выделенные по результатам реанализа за период 1985 – 1994 гг. // Вып. 16. – 2008. – С. 279 – 290.
16. *Зайцев Ю.П.* Экологическое состояние шельфовой зоны Чёрного моря у побережья Украины (обзор) // Гидробиологический журнал. – 1992. Т. 28. № 4. – С. 3 – 18.