

*Водные биоресурсы и среда обитания*  
2020, том 3, номер 3, с. 17–24  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



*Aquatic Bioresources & Environment*  
2020, vol. 3, no. 3, pp. 17–24  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 551.46

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ СОЛЕННОСТИ ВОД АЗОВСКОГО МОРЯ

© 2020 Б. Н. Панов<sup>1</sup>, Е. О. Спиридонова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),  
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия,

<sup>2</sup>Керченский государственный морской технологический университет (ФГБОУ ВО «КГМТУ»),  
Керчь 298300, Россия

E-mail: [panov\\_bn@mail.ru](mailto:panov_bn@mail.ru)

**Аннотация.** В работе использованы материалы 49 весенних, летних и осенних океанографических съемок, выполненных в Азовском море Азово-Черноморским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») с 2001 по 2016 г. В качестве характеристик горизонтальной структуры поля солёности рассчитывались радиусы области концентрации пространственной корреляционной функции поля в зональном и меридиональном направлениях в поверхностном и придонном горизонтах, а также их отношение, отражающее преобладающее направление водообмена. Средний размер меридиональных радиусов составил 42 км, зональных — 46 км. Показано, что в поверхностном слое радиусы максимальны летом и минимальны весной, в придонном слое они уменьшаются преимущественно от весны к осени. Зональный радиус преобладает в поверхностном слое моря, меридиональный — в придонном. В трендах многолетних изменений в поверхностном слое размеры меридиональных радиусов увеличивались. В придонном слое уменьшались зональные радиусы. Годы преобладания зональных радиусов в структуре поля солёности сопровождаются понижением средней солёности моря, а преобладания меридиональных радиусов — ее увеличением. Отмечено практически полное отсутствие статистически достоверных связей между характеристиками поля как в сезонных, так и в средних годовых значениях.

**Ключевые слова:** Азовское море, поле солёности, горизонтальная структура поля, корреляционная функция, водообмен, увеличение солёности

## SPECIFIC FEATURES OF THE CHANGE IN THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF THE HORIZONTAL STRUCTURE OF THE SALINITY FIELD OF THE AZOV SEA WATERS

B. N. Panov<sup>1</sup>, E. O. Spiridonova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”),  
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Rostov-on-Don 344002, Russia

<sup>2</sup>Kerch State Maritime Technological University (FSBEI HE “KSMTU”), Kerch 298300, Russia  
E-mail: [panov\\_bn@mail.ru](mailto:panov_bn@mail.ru)

**Abstract.** The work is based on the data from 49 spring, summer and autumn oceanographic surveys carried out by the Azov-Black Sea Branch of FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”) in the Azov Sea from 2001 to 2016. As characteristics of the horizontal structure of the salinity field, the radii of the concentration region of the spatial correlation function of the field in the zonal and meridional directions in the surface and bottom horizons were calculated, as well as their ratio reflecting the prevailing direction of water exchange. The average size of meridional radii was 42 km, and for the zonal one it was equal to 46 km. It is shown that, in the surface layer, the radii are maximum in summer and minimum in spring; in the bottom layer they decrease mainly from spring to autumn. The zonal radius prevails in the surface layer of the sea, whereas the meridional one prevails in the bottom. In the trends of long-term changes in the surface layer, the sizes of the meridional radii have increased. In the bottom layer, the zonal radii were decreasing. The years of predominance of zonal radii in the structure of the salinity field were attended with a decrease in the average salinity of the sea, and the predominance of meridional radii was associated with its increase. An almost complete absence of statistically significant relationships between the characteristics of the field, both in seasonal and in average annual values, was noted.

**Keywords:** Azov Sea, salinity field, horizontal structure of the field, correlation function, water exchange, salinity increase

## ВВЕДЕНИЕ

Периодические кризисные состояния экосистемы Азовского моря, связанные с природными изменениями и антропогенным воздействием, основным проявлением которых являются изменения солёности вод моря, приводят к значительным трансформациям экосистемы, влияют на состояние кормовой базы проходных и полупроходных рыб, негативно сказываются на рыбопродуктивности моря и объёмах вылова биоресурсов [1].

В последние два десятилетия, после аномально низкой средней солёности моря в 2006 г. (9,63 ‰ без учета Таганрогского залива), наблюдается устойчивый рост указанной характеристики до аномально высоких значений (около 14 ‰) в 2016–2019 гг.

Структура поля солёности Азовского моря формируется под влиянием речного стока, атмосферных осадков, испарения, переноса вод в Керченском проливе и проливе Тонкий. В результате действия указанных факторов в море формируются различные по размерам и изменчивости фронтальные зоны. Центральный район моря занимает достаточно однородная водная масса, которая характеризуется незначительной внутригодовой изменчивостью [2]. Сезонные изменения составляющих водного баланса меняют положение и градиенты указанных фронтальных зон. Значительную динамику фронтогенеза солёности в Азовском море отмечают исследования Южного научного центра РАН. При этом в качестве одного из основных факторов, регулирующих изменения солёности вод Азовского моря, рассматривается атмосферная циркуляция в регионе [2–4].

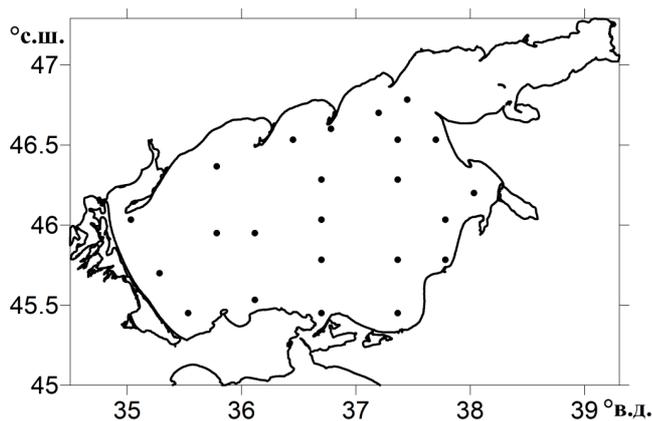
Эти изменения учитываются и исследуются, как правило, с помощью определения площадей морских акваторий, занятых водами с солёностью, меньшей заданной [1]. Структура поля солёности является не менее показательным фактором влияния солёности вод на биотопы моря, чем среднее её значение. Характеристики структуры поля могут более эффективно использоваться как при исследовании экосистемных процессов, так и при их моделировании.

Учитывая аномальность солёности вод после 2000 г. и её роль в изменениях экосистемы Азовского моря, авторам представляется целесообразным изучить структуру её поля на материалах океанографических съёмок последних двух десятилетий.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для расчёта характеристик поля солёности Азовского моря в работе использованы данные 49 весенних, летних и осенних океанографических съёмок, выполненных по стандартной сетке станций (рис. 1) Азово-Черноморским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») с 2001 по 2016 г. В 2003 и 2016 гг. весенние съёмки не выполнялись. При определении средних годовых значений исследуемых показателей их отсутствие в какой-то мере компенсировалось дополнительной летней съёмкой, выполненной в указанные годы в июле.

Значения средней солёности поверхностного и придонного слоёв, а также общей средней солёности вод Азовского моря определялись по данным каждой съёмки без Таганрогского залива по мето-



**Рис. 1.** Схема стандартных станций океанографического мониторинга Азовского моря, используемая в исследованиях АзНИИРХ

**Fig. 1.** The outline map of standard stations for oceanographic monitoring in the Azov Sea, used in AzNIIRKH research

дике, рекомендованной в [5], с учетом глубины и площади 10 районов, выделенных в собственно Азовском море.

В качестве характеристик горизонтальной структуры поля солёности по данным каждой съемки для поверхностного и придонного горизонтов рассчитывались радиусы области концентрации пространственной корреляционной функции (далее — радиусы ОК ПКФ) поля в меридиональном и зональном направлениях ( $r_{\text{мер.}}$ ,  $r_{\text{зон.}}$ ), а также определялось их соотношение  $q = r_{\text{мер.}} / r_{\text{зон.}}$ , которое рассматривается как показатель, отражающий анизотропность поля в меридиональном и зональном направлениях (далее — показатель однородности). При наличии постоянной сетки станций эти статистические характеристики поля позволяют исследовать изменчивость описывающей поле корреляционной функции [6], расчет которой велся с интервалом расстояния 20 км до максимального расстояния 150 км.

В данной работе в табличном и графическом анализе были использованы рассчитанные для поверхностного и придонного горизонтов каждой съемки и средние годовые значения радиусов ОК ПКФ:  $r_{\text{мер. пов.}}$ ,  $r_{\text{зон. пов.}}$ ,  $r_{\text{мер. дно}}$ ,  $r_{\text{зон. дно}}$ ; показатели однородности поля солёности для поверхностного и придонного слоев:  $q_{\text{пов.}}$ ,  $q_{\text{дно}}$ ; соответствующие анализируемым съемкам и годам показатели средней солёности морских вод:  $S_{\text{Аз}}$ ,  $S_{\text{пов.}}$ ,  $S_{\text{дно}}$ .

Основная задача анализа — сопоставление значений меридиональных и зональных радиусов ОК ПКФ и их изменчивости.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В первую очередь следует отметить практически полное отсутствие (вопреки ожиданиям) статистически достоверных связей между изменениями радиусов ОК ПКФ поля солёности в меридиональном и зональном направлениях, а также между радиусами в поверхностном и придонном горизонтах как в сезонных, так и в средних годовых значениях. Это свидетельствует об общей слабой взаимосвязи факторов, формирующих поле солёности в меридиональном и зональном направлениях. Единственная статистически достоверная связь (уровень доверительной вероятности — 95 %, коэффициент корреляции 0,48) была обнаружена в изменениях средних годовых значений  $r_{\text{мер.}}$  в поверхностном и придонном горизонтах.

Данные табл. 1 позволяют выполнить сравнительный анализ распределения средних годовых значений меридиональных и зональных радиусов ОК ПКФ поля солёности вод Азовского моря.

Средние годовые размеры радиусов ОК ПКФ можно разделить на три группы: большие — 50–60 км, средние — 40–50 км и малые — 30–40 км.

В поверхностном слое вод зональные радиусы в средних и минимальных годовых значениях превышают меридиональные радиусы значительно больше, чем в придонном слое (в табл. 1 выделены жирным шрифтом). В максимальных значениях преобладание зонального радиуса в два раза меньше, и в поверхностном слое оно такое же, как и в придонном.

Отношения радиусов ( $q$ ) также указывают на то, что в поверхностном слое преобладают зональные радиусы, а в придонном — меридиональные (в табл. 1 затонированы). Но в поверхностном слое зональные радиусы преобладают ( $q < 1$ ) только в средних и минимальных значениях, в максимальных — преобладают меридиональные радиусы ( $q > 1$ ). В придонном слое меридиональные радиусы преобладают в средних и максимальных значениях, в минимальных — преобладают зональные радиусы.

Эти сравнения позволяют сделать достаточно важный вывод о преобладании зонального радиуса ОК ПКФ в поверхностном слое моря и при малых размерах ОК ПКФ, меридиональный же радиус преобладает в придонном слое и при больших радиусах.

Подобные черты присутствуют и в структуре водообмена при моделировании поля полных пото-

**Таблица 1.** Средние и экстремальные годовые значения характеристик поля солености вод Азовского моря (без учета Таганрогского залива) за период 2001–2016 гг.

**Table 1.** Average and extreme annual values of the characteristics of the salinity field in the Azov Sea (excluding Taganrog Bay) for 2001–2016

Характеристика Characteristic	$\Gamma_{\text{мер. пов.}}$ $\Gamma_{\text{mer. surf.}}$	$\Gamma_{\text{зон. пов.}}$ $\Gamma_{\text{zon. surf.}}$	$\Gamma_{\text{мер. дно}}$ $\Gamma_{\text{mer. bottom}}$	$\Gamma_{\text{зон. дно}}$ $\Gamma_{\text{zon. bottom}}$	$Q_{\text{пов.}}$ $Q_{\text{surface}}$	$Q_{\text{дно}}$ $Q_{\text{bottom}}$	Годы экстр. q пов./дно Years of extreme q surface/bottom	S (‰) при экстр. q пов./дно S (‰) at extreme q surface/bottom
Среднее Mean	<b>42,47</b>	<b>49,58</b>	<b>42,53</b>	<b>43,77</b>	0,89	1,06	–	–
Максимальное Max	<u>55,90</u>	<u>61,20</u>	<u>53,40</u>	<u>58,83</u>	1,12	1,68	2014/2009	12,82/11,36
Минимальное Min	<b>31,33</b>	<b>41,03</b>	<b>29,23</b>	<b>33,20</b>	0,59	0,63	2003/2003	10,65/10,86

ков вод в Азовском море под воздействием меридиональных и зональных ветров (рис. 2) [2]. В условиях меридиональных ветров формируются две крупные (радиусом 50–60 км) ячейки с преобладанием меридионального водообмена, в условиях зональных ветров — пять малых (радиусом 30–40 км) ячеек с преобладанием зонального водообмена.

Эти общие особенности горизонтальной структуры поля солености и поля водообмена позволяют нам в интерпретации изменений поля солености использовать термины процессов водообмена, в частности — связывать радиусы ОК ПКФ с интенсивностью водообмена.

Из сведений, приведенных в табл. 1, следует, что минимальные отношения радиусов ОК ПКФ как в поверхностном, так и в придонном слоях отмечались в год более низкой солености (2003 г.), а максимальные — в годы более высокой солености (2009 и 2014 гг.). Следовательно, годы преобладания зональных радиусов в структуре поля солености сопровождаются понижением средней солености моря, а преобладания меридиональных радиусов — ее увеличением. Это можно объяснить преобладанием в море в годы опреснения зонального водообмена, способствующего распространению речных вод, в годы осолонения — меридионального водообмена, способствующего распространению в море вод из Керченского пролива (рис. 2).

Данные табл. 2 позволяют выполнить сравнительный анализ распределения средних и экстремальных сезонных значений меридиональных и зональных радиусов ОК ПКФ поля солености вод Азовского моря.

По сравнению со средними годовыми значениями, размеры радиусов в группах сезонных съемок увеличились: большие — до 55–75 км, средние — до 35–55 км, малые — до 15–35 км.

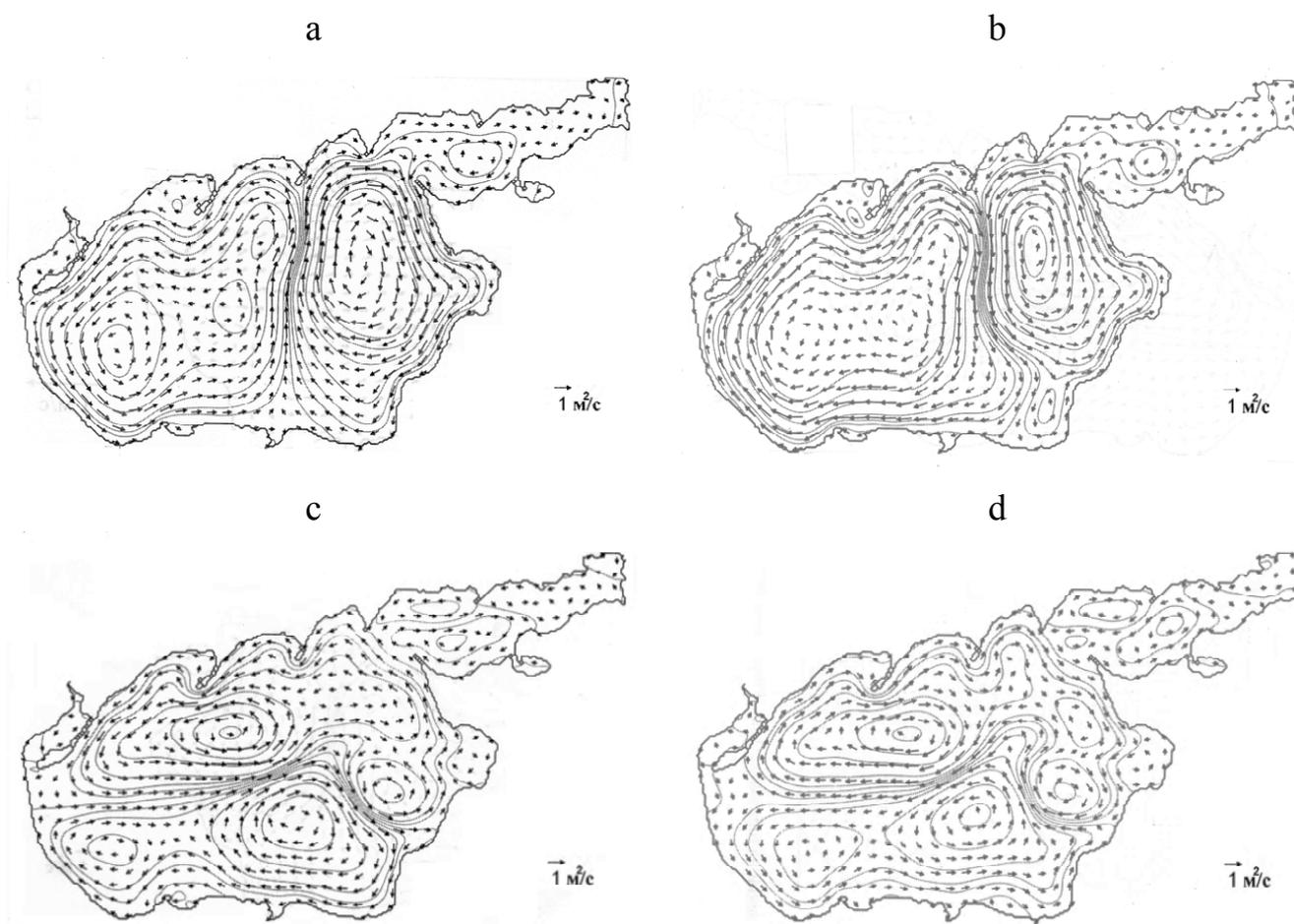
В поверхностном слое радиусы ОК ПКФ максимальны летом и минимальны весной, в придонном слое они уменьшаются преимущественно от весны к осени (увеличение радиусов от весны к осени характерно только для минимальных зональных радиусов — в табл. 2 затонированы). Это свидетельствует о максимальной однородности поля солености в поверхностном слое летом, а в придонном слое — весной. Осенью в придонном слое поле солености усложняется за счет разрушения слоя сезонного пикноклина.

В поверхностном слое зональный радиус заметно превышает меридиональный, в придонном слое это преобладание наблюдается только осенью (в табл. 2 подчеркнуты).

Эти отличия отражаются на показателях однородности: все значения q в поверхностном слое меньше соответствующих значений в придонном слое, в придонном слое весной и летом  $q > 1$  (в табл. 2 выделены жирным шрифтом). Осенью преобладание зонального радиуса устанавливается и в придонном слое (в табл. 2 выделено жирным шрифтом), что еще раз указывает на связь преобладания зонального радиуса с распресненными поверхностными водами.

Отмеченные сезонные особенности структуры поля солености вод моря в основном соответствуют рассмотренным выше особенностям средних годовых характеристик.

В многолетних изменениях средних годовых значений рассматриваемых статистических харак-



**Рис. 2.** Распределение полных потоков ( $\text{m}^2/\text{с}$ ) вод в Азовском море при различных типах ветра [2]: а — северный, б — южный, с — восточный, d — западный

**Fig. 2.** Distribution of total water flows ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) in the Azov Sea for different types of wind [2]: a — north, b — south, c — east, d — west

теристик поля солёности также присутствуют как общие черты, так и характерные особенности.

В первые 5 лет исследуемого периода (при уменьшении солёности вод) зональный радиус превышал меридиональный как в поверхностном, так и в придонном слоях (рис. 3). Позднее в поверхностном слое разница между ними уменьшалась, и в последние 4 года наблюдений (при средней солёности более 13 ‰) размеры радиусов стали одинаковыми (рис. 3d). В придонном слое после 2009 г. (при средней солёности моря более 11,5 ‰) меридиональный радиус чаще превышал зональный. При этом в трендах в поверхностном слое размеры зональных радиусов не менялись, а меридиональных — увеличивались. В придонном слое к преобладанию меридионального радиуса приводит в основном уменьшение зональных радиусов.

Эти особенности изменений радиусов горизонтальной структуры поля солёности позволяют

заключить, что увеличение солёности вод Азовского моря было обусловлено в первую очередь увеличением меридионального водообмена в поверхностном слое.

Рассмотренные процессы изменений радиусов ОК ПКФ в поверхностном и придонном слоях вод одинаково отразились на увеличении значений показателя однородности ( $q$ ) (рис. 3с). В придонном слое уже с 2004 г. установилось преобладание меридиональных радиусов ( $q > 1$ ), с 2014 г. их преобладание установилось и в поверхностном слое. Однако следует отметить, что в 2013 и 2015 гг. в придонном слое вод преобладал зональный радиус ( $q < 1$ ). Используя аналогию с водообменом, можно предположить, что с 2013 г. фактор осолонения моря за счет притока вод из Керченского пролива стал ослабевать.

Многолетние изменения сезонных характеристик структуры поля солёности в основном анало-

**Таблица 2.** Средние и экстремальные сезонные значения меридионального и зонального радиусов ОК ПКФ ( $r$ , км) на поверхности и у дна, а также их отношение ( $q$ ) в поверхностном и придонном слоях, и средняя соленость Азовского моря без учета Таганрогского залива

**Table 2.** Average and extreme seasonal values of meridional and zonal radii of the concentration region of the spatial correlation function ( $r$ , km) on the surface and at the bottom, as well as their ratio ( $q$ ) in the surface and bottom layers, and the average salinity of the Azov Sea excluding Taganrog Bay

Характеристика Characteristic	$\Gamma_{\text{мер. пов.}}$ $\Gamma_{\text{mer. surf.}}$	$\Gamma_{\text{зон. пов.}}$ $\Gamma_{\text{zon. surf.}}$	$\Gamma_{\text{мер. дно}}$ $\Gamma_{\text{mer. bottom}}$	$\Gamma_{\text{зон. дно}}$ $\Gamma_{\text{zon. bottom}}$	$q_{\text{пов.}}$ $q_{\text{surface}}$	$q_{\text{дно}}$ $q_{\text{bottom}}$	$S_{\text{Az}}$
Весна / Spring							
Среднее Mean	<u>35,22</u>	<u>45,31</u>	46,11	46,73	0,83	<b>1,12</b>	11,10
Максимальное Max	<u>64,40</u>	<u>63,00</u>	62,40	67,40	1,50	2,50	12,96
Минимальное Min	<u>15,40</u>	<u>30,70</u>	22,90	21,00	0,24	0,51	9,61
Лето / Summer							
Среднее Mean	<u>46,31</u>	<u>52,82</u>	42,33	42,78	0,90	<b>1,06</b>	11,28
Максимальное Max	<u>64,40</u>	<u>72,40</u>	61,40	64,10	1,36	1,68	13,73
Минимальное Min	<u>28,10</u>	<u>38,30</u>	22,80	21,60	0,52	0,57	9,50
Осень / Autumn							
Среднее Mean	<u>44,66</u>	<u>49,83</u>	<u>39,11</u>	<u>42,92</u>	0,93	0,96	11,47
Максимальное Max	<u>58,50</u>	<u>63,80</u>	<u>59,20</u>	<u>59,30</u>	1,83	1,89	14,15
Минимальное Min	<u>25,70</u>	<u>28,80</u>	<u>21,30</u>	<u>28,40</u>	0,47	0,40	9,63

гичны рассмотренным выше изменениям средних годовых значений.

## ВЫВОДЫ

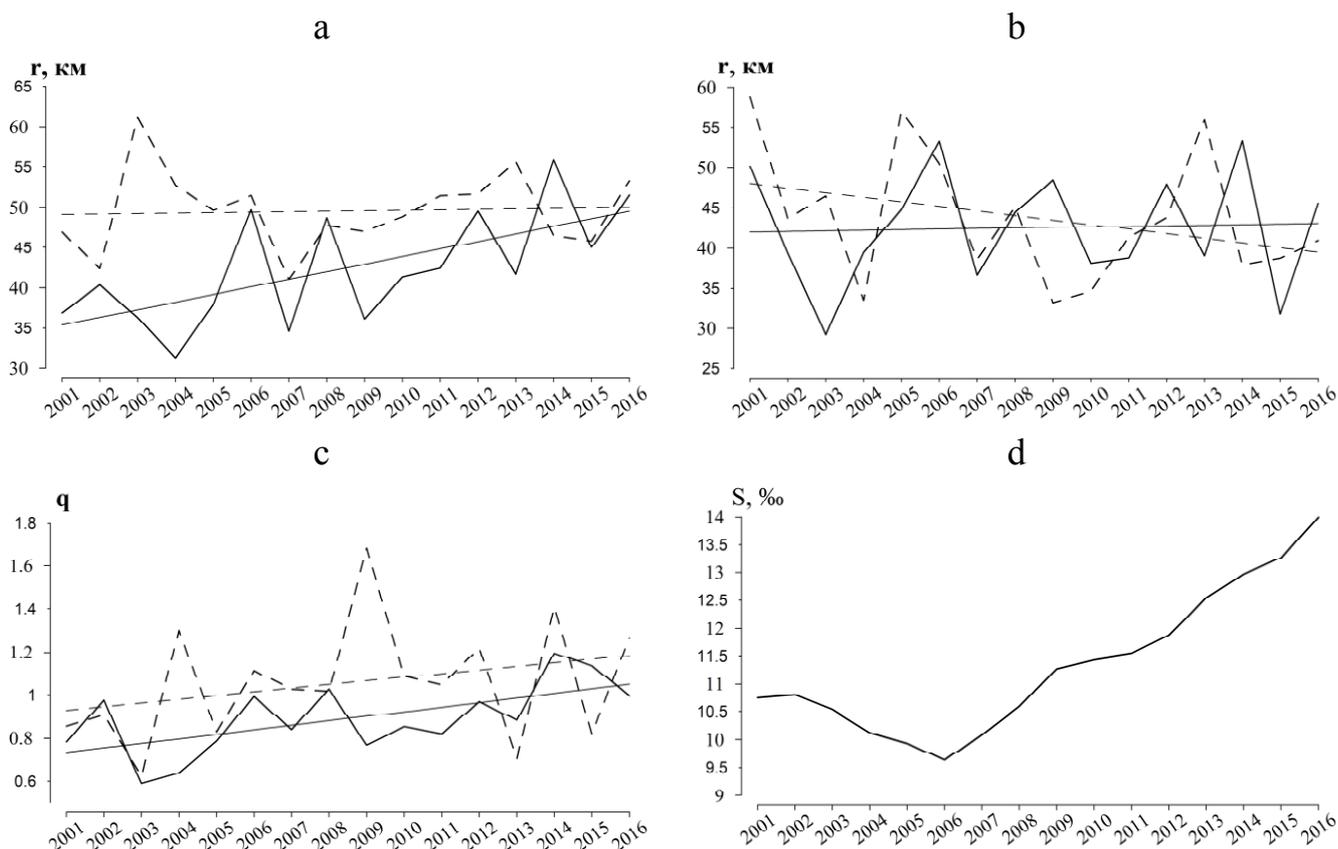
Анализ соотношения и многолетних изменений меридиональных и зональных радиусов области концентрации пространственной корреляционной функции поля солености Азовского моря, рассчитанных по материалам 49 сезонных съемок с 2001 по 2016 г., показал практически полное отсутствие статистически достоверных связей между их изменениями в поверхностном и придонном горизонтах как в сезонных, так и в средних годовых значениях. Это свидетельствует о низкой зависимости факторов, формирующих поле солености Азовского моря в меридиональном и зональном направлениях, которыми, в частности, являются водообмен с Таганрогским заливом и с Керченским проливом.

Средний размер радиусов ОК ПКФ составляет: в меридиональном направлении — 42 км, в зональном — 46 км. Эти размеры характерны для средних

радиусов вихревых образований в поле полных потоков вод Азовского моря, рассчитанных для зональных и меридиональных ветров. В поверхностном слое вод радиусы ОК ПКФ максимальны летом и минимальны весной, в придонном слое они уменьшаются преимущественно от весны к осени.

Зональный радиус преобладает в поверхностном слое моря и при малых радиусах ОК ПКФ, меридиональный — в придонном слое и при больших радиусах. Осенью, после разрушения сезонного пикноклина, преобладание зонального радиуса устанавливается и в придонном слое.

В трендах многолетних изменений в поверхностном слое размеры зональных радиусов не менялись, а меридиональных — увеличивались. В придонном слое уменьшался зональный радиус. Годы преобладания зональных радиусов в структуре поля солености сопровождаются понижением средней солености моря, а преобладания меридиональных радиусов — ее увеличением. В придонном слое уже с 2004 г. установилось преобладание меридиональ-



**Рис. 3.** Средние годовые значения меридионального (сплошная) и зонального (прерывистая) радиусов ОК ПКФ ( $r$ , км) на поверхности (а) и у дна (б), а также их отношение (q) в поверхностном (сплошная) и придонном (прерывистая) слоях (с) с линейными трендами, и средняя соленость (д), ( $S_{Az}$ , ‰) Азовского моря (без учета Таганрогского залива)

**Fig. 3.** Average annual values of meridional (full line) and zonal (dashed line) uniformity radii of the concentration region of the spatial correlation function ( $r$ , km) on the surface (a) and at the bottom (b), as well as their ratio (q) in the surface (full line) and bottom (dashed line) layers (c) with linear trends, and the average salinity (d), ( $S_{Az}$ , ‰) of the Azov Sea (excluding Taganrog Bay)

ных радиусов, с 2014 г. они преобладали и в поверхностном слое.

Эти особенности изменений характеристик горизонтальной структуры поля солености позволяют заключить, что увеличение солености вод Азовского моря было обусловлено увеличением меридионального водообмена моря с Керченским проливом в поверхностном слое в период уменьшения зонального водообмена и речного стока из Таганрогского залива.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Светлане Витальевне Жуковой, заведующей лабораторией гидрологии Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), за содействие при проведении исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море: основы реконструкции. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 270 с.
2. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б. Гидрометеорологические условия морей Украины. Т. 1. Азовское море. Севастополь: Изд-во Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института МЧС и НАН Украины, 2009. 430 с.
3. Бердников С.В., Клещенков А.В., Григоренко К.С., Олейников Е.П., Московец А.Ю., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В., Сорокина В.В., Соьер В.Г. Результаты морских научных исследований Южного научного центра Российской Академии Наук (ЮНЦ РАН) в Азовском море в 2003–2018 гг. Часть 1: Гидрология и гидрохимия // Водные биоресурсы и среда обитания. 2019. Т. 2, № 3. С. 7–19.
4. Спиридонова Е.О., Панов Б.Н., Жукова С.В. О возможностях долгосрочного прогнозирования солено-

сти вод Азовского моря с использованием показателей региональной атмосферной циркуляции // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1, № 3–4. С. 40–44.

5. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Т. 3. Азовское море. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 217 с.
6. Андриющенко А.А., Беляев В.И. Математическое обеспечение расчетов океанографических полей по данным наблюдений. К.: Наукова думка, 1978. 133 с.

## REFERENCES

1. Bronfman A.M., Khlebnikov E.P. Azovskoe more: osnovy rekonstruktsii [Sea of Azov: principles of reconstruction]. Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1985, 270 p. (In Russian).
2. Il'in Yu.P., Fomin V.V., D'yakov N.N., Gorbach S.B. Gidrometeorologicheskie usloviya morey Ukrainy. T. 1. Azovskoe more [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine. Vol. 1. The Sea of Azov]. Sevastopol: Ukrainskiy nauchno-issledovatel'skiy gidrometeorologicheskiy institut MChS i NAN Ukrainy [Ukrainian Hydrometeorological Institute of the State Service of Emergencies of Ukraine and the National Academy of Sciences of Ukraine] Publ., 2009, 430 p. (In Russian).
3. Berdnikov S.V., Kleshchenkov A.V., Grigorenko K.S., Oleynikov E.P., Moskovets A.Yu., Dashkevich L.V., Kulygin V.V., Sorokina V.V., Soyev V.G. Rezul'taty morskikh nauchnykh issledovaniy Yuzhnogo nauchnogo

tsentra Rossiyskoy Akademii Nauk (YuNTs RAN) v Azovskom more v 2003–2018 gg. Chast' 1: Gidrologiya i gidrokimiya [Results of marine scientific research of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (SSC RAS) in the Sea of Azov in 2003–2018. Part 1: Hydrology and hydrochemistry]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2019, vol. 2, no. 3, pp. 7–19. (In Russian).

4. Spiridonova E.O., Panov B.N., Zhukova S.V. O vozmozhnostyakh dolgosrochnogo prognozirovaniya solenosti vod Azovskogo morya s ispol'zovaniem pokazateley regional'noy atmosferynoy tsirkulyatsii [On the possibility of long-term forecast of the Azov Sea water salinity, using regional atmospheric circulation indices]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2018, vol. 1, no. 3–4, pp. 40–44. (In Russian).
5. Gidrometeorologicheskie usloviya shel'fovoy zony morey SSSR. T. 3. Azovskoe more [Hydrometeorological conditions of a shelf zone of the USSR seas. Vol. 3. The Sea of Azov]. Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1986, 217 p. (In Russian).
6. Andryushchenko A.A., Belyaev V.I. Matematicheskoe obespechenie raschetov okeanograficheskikh poley po dannym nablyudeniya [Mathematical support of oceanographic fields calculation according to observation data]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1978, 133 p. (In Russian).

Поступила 07.08.2020

Принята к печати 25.08.2020