

# ИЗМЕНЕНИЯ ЗООБЕНТОСА АЗОВСКОГО МОРЯ И СЕВЕРНОГО КАСПИЯ, СВЯЗЬ ИХ С КОЛЕБАНИЯМИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Сарвилина С.В.

Азовский филиал Мурманского морского биологического института, Южный научный центр Российской академии наук

Снижению биомассы зообентоса Таганрогского залива Азовского моря и восточной части Северного Каспия способствует развитие западной формы атмосферной циркуляции, а повышению – усилению повторяемости восточной (типизация Г.Я. Вангенгейма). В многолетних колебаниях биомассы зообентоса прослеживается квазипериодичность продолжительностью от 5-7 до 10-13 лет.

Донные морские организмы являются одним из важнейших компонентов трофической цепи. Они вносят значительный вклад в круговорот химических веществ в южных морях, в формирование продуктивности их вод, в изменения условий среды. Донные сообщества служат индикатором изменений климата, характера и степени антропогенных воздействий.

В этой связи изучение бентоса и причин его многолетней динамики актуально в научном и практическом отношениях.

Поэтому целью нашей работы стала оценка связи многолетней динамики общей биомассы зообентоса Азовского моря и Северного Каспия с колебаниями гидрометеорологических факторов. Выявление подобных связей создает предпосылки для последующей разработки прогноза климатообусловленных изменений биогеоценозов южных морей в условиях антропогенных воздействий.

Работа выполнена с применением методов математической статистики. При оценке статистических связей между динамикой зообентоса Азовского моря, а также Северного Каспия, и гидрометеорологическими характеристиками (атмосферная циркуляция, речной сток, метеоземента, соленость и др.) анализировались ряды наблюдений, собранные в течение последних 50-60 лет различными ведомствами и учреждениями (РГГМУ, АзНИИРХ, КаспНИРХ, ГОИН, Госкомгидромет, ММБИ КНЦ РАН, ЮНЦ РАН и др.). Использовались опубликованные материалы (Некрасова, Хрусталева, 1988; Гидрометеорология..., 1991; 1992; 1996; Фроленко, 2000; 2001; Фроленко, Студеникина, 2002; Жукова, Александрова, Баскакова, 2005).

Оценка связей между изменениями характера процессов в атмосфере и колебаниями биомассы зообентоса Азовского моря и Северного Каспия выполняется впервые.

При анализе рассматривались главным образом три периода (1958-1986, 1987-2004 и 1950-2004 гг.), различающиеся по степени и характеру влияния климатических и

антропогенных факторов, а также по гидробиологическим условиям (вселение черноморских и средиземноморских видов в Азовском море в 1970-1980гг.) формирования донных сообществ. В качестве показателей атмосферной циркуляции (АЦ) принята типизация синоптических процессов Г.Я. Вангенгейма (Вангенгейм, 1938). Материалы о повторяемости западной (W), восточной (E), северной (C) форм АЦ, в основном взяты из (Гирс, 1971, 1974) и других опубликованных в печати источников (Гаргопа, 2000, 2003).

Исследование закономерностей формирования общей биомассы донных сообществ в первый период показало статистически выраженную реакцию на колебания климата зообентоса Таганрогского залива и менее существенную реакцию зообентоса собственно Азовского моря.

Снижению среднегодовой биомассы зообентоса Таганрогского залива способствует развитие W формы АЦ, как в холодный период, так и в целом за год. При этом максимум отрицательной корреляции ( $r=-0,67\dots-0,70$ ) приходится на сумму дней с указанным типом макропроцессов за рассматриваемый год и предшествующие 5 лет. Понижение ( $r=-0,37\dots-0,56$ ) общей биомассы зообентоса наблюдается также и в случае развития C типа АЦ, особенно если он доминирует в холодное время анализируемого года и предшествующих 1-2 лет. Наиболее выражен эффект снижения биомассы зообентоса в Таганрогском заливе в случае развития в анализируемый год и предшествующие 1-2 года комбинированной формы W+C ( $r=-0,62\dots-0,71$ ). При этом наиболее существенно влияние процессов холодного периода. Причем статистически значима отрицательная корреляция биомассы зообентоса Таганрогского залива уже с повторяемостью типа W+C в рассматриваемый год ( $r=-0,42\dots-0,47$ ). Повышению биомассы зообентоса в Таганрогском заливе способствует развитие E типа макропроцессов ( $r=0,53\dots0,56$ ) как в целом за год, так и особенно в холодный период анализируемого года и предшествующих 2-3 лет. Причем эффект положительного воздействия формы E на биомассу проявляется уже в первый год ( $r=0,41\dots0,50$ ).

Приведенные выше связи для Таганрогского залива по характеру свойственны и для биомассы зообентоса собственно Азовского моря, но степень их в большинстве случаев уступает статистически значимой. Тем не менее, можно отметить статистически значимую отрицательную корреляцию биомассы собственно моря с повторяемостью формы W+C АЦ ( $r=-0,32$ ) и положительную ( $r=0,33$ ) с E типом.

Наличие приведенных связей объясняется описанным в предшествующих работах (Гаргопа, 2000, 2003) влиянием атмосферных процессов на изменчивость речного стока, метеоэлементов, океанографических характеристик, определяющих состояние донных сообществ.

Исследованиям связей между динамикой зообентоса и других элементов экосистемы Азовского моря посвящен ряд работ (Воробьев, 1949; Мордухай-Болтовской, 1939; Карпевич, 1960; Старк, 1960; Некрасова, 1972; 1977; Некрасова, Хрусталева, 1988; Фроленко, 2000; 2001; 2002 и др.). Было установлено, что к основным абиотическим факторам, влияющим в комплексе на динамику зообентоса, относятся: рельеф дна и характер донных отложений, речной сток, метеозлементы, динамика и соленость вод, газовый режим. Однако, выполнены указанные исследования преимущественно на качественном уровне. Особенно это относится к оценке влияния речного стока и метеорологических элементов. Попыток оценки связи изменений зообентоса с колебаниями атмосферной циркуляции не предпринималось.

Нами выполнена статистическая оценка изменений вклада в динамику зообентоса Азовского моря стока рек за отдельные годы и различное число лет. При этом использован наиболее однородный в качественном отношении период с 1958 по 1986гг.

Оказалось, что степень отрицательного вклада речного стока имеет тенденцию к увеличению, если в качестве независимой переменной используется суммарный сток за рассматриваемый год и предшествующие годы, достигая максимума для стока за рассматриваемый год и предшествующие 5 лет. Значительна корреляция и в случае использования в качестве независимой переменной стока только за различное число предшествующих лет без учета рассматриваемого года. Максимум установлен для стока за предшествующие пять лет ( $r=-0.82\dots-0.84$ ) (Табл.1).

Таблица 1 - Корреляция биомассы зообентоса Таганрогского залива со стоком рр. Дон и Кубань ( $Q^{Д+К}$ ) за отдельные годы (I), суммарным за рассматриваемый и предшествующие годы (II), за различное число предшествующих лет (III)

годы	$Q^{Д+К}$		Годы	$Q^{Д+К}$		годы	$Q^{Д+К}$	
	период			период			период	
I	X-IX	VI-V	II	X-IX	VI-V	III	X-IX	VI-V
i	-0,22	-0,34	i+...i-1	-0.48	-0.59	i-1+i-2	-0.68	-0.71
i-1	-0.56	-0.66	i+...i-2	-0.62	-0.69	i-1+...i-3	-0.79	-0.80
i-2	-0.54	-0.6	i+...i-3	-0.74	-0.78	i-1+...i-4	-0.81	-0.83
i-3	-0.59	-0.59	i+...i-4	-0.78	-0.83	i-1+...i-5	-0.82	-0.84
i-4	-0.39	-0.44	i+...i-5	-0.85	-0.86	i-1+...i-6	-0.79	-0.77

Для последних 15-20 лет характер корреляционных связей биомассы зообентоса Таганрогского залива и собственно Азовского моря с климатообразующими процессами, речным стоком, метеозлементами и соленостью вод в целом сохраняется, но уровень их в большинстве случаев статистически не значим (рис.1). Причина заключается, видимо в следующем. Во-первых, степень изменчивости всех факторов, в том числе и форм АЦ существенно уменьшилась по сравнению с предшествующим периодом. Следствием стало

и понижение variability биомассы зообентоса. Во-вторых, ряд наблюдений за биомассой зообентоса стал качественно менее однородным в связи с массовым развитием вселившихся в 1970-1980-х гг. из Черного моря морских видов и расширением их ареалов.

В связи с этим для всего анализируемого периода (1950-2004гг.) уровень статистических связей между рассматриваемыми характеристиками системы атмосфера-гидросфера-биосфера выше, чем для 1987-2004гг., но уступает соответствующим показателям периода 1958-1986гг. В частности, отрицательное влияние стока р.Дон и суммарного притока речных вод статистически оценивается для зообентоса Таганрогского залива меньшими коэффициентами корреляции ( $r=-0,62\dots-0,66$ ). Степень положительного воздействия солености также менее существенно, но остается статистически значимым ( $r=0,33$ ). Положительный эффект воздействия E и отрицательный W+C типов макропроцессов на биомассу зообентоса сохраняются для всего анализируемого периода, но выражены они не столь значительно (соответственно  $r=0,30\dots0,40$  и  $r=-0,31\dots-0,41$ ), как в 1958-1986гг.

Несмотря на определенную качественную неоднородность данных современного периода (1987-2004гг.) нами выполнена попытка статистической оценки связи основных групп зообентоса Азовского моря с гидрометеорологическими факторами и характером атмосферной циркуляции.

Полученные результаты заключаются в следующем.

Установлена положительная статистически значимая корреляция биомассы ракообразных Азовского моря с суммарным годовым стоком рек и стоком р.Дон за рассматриваемый год и 5 предшествующих лет ( $r=0,40\dots0,57$ ).

Для биомассы червей в Таганрогском заливе и биомассы простейших Азовского моря влияние стока рек положительно ( $r=0,35\dots0,67$ ).

Влияние речного стока на биомассу моллюсков Азовского моря неоднозначно.

Так, многоводье способствует понижению биомассы *Abra ovata*, *Mytillus galloprovincialis*, прочих двустворчатых моллюсков, а также брюхоногих ( $r=-0,44\dots-0,88$ ) и, наоборот, росту биомассы *Cunearca cornea* ( $r=0,74\dots0,82$ ). В маловодных условиях последствия для состояния рассмотренных видов моллюсков носят обратный характер.

Осолонение Азовского моря способствует некоторому росту биомассы как двустворчатых, так и брюхоногих моллюсков ( $r=0,25\dots0,27$ ), но главным образом *Mytillus galloprovincialis* ( $r=0,64$ ) и прочих двустворчатых моллюсков ( $r=0,67$ ). При этом происходит уменьшение биомассы *Cunearca cornea* ( $r=-0,70$ ). В стадии распреснения моря эффект для указанных видов донной фауны противоположен.

Скорость ветра в летнее время связана положительной корреляцией с биомассой червей собственно моря ( $r=0,47$ ) и моллюсков Таганрогского залива ( $r=0,52$ ), а

отрицательной ( $r=-0,51$ ) с биомассой простейших собственно моря. Повышение скорости ветра положительно для биомассы в собственно море *Cerastoderma lamarcki* ( $r= 0,53$ ) и, наоборот, отрицательно ( $r= -0,74$ ) для *Mytillus galloprovincialis*. Тенденция повышения биомасс в условиях усиления ветровой активности прослеживается для *Mya arenaria*, общей биомассы двустворчатых и брюхоногих моллюсков ( $r= 0,26...0,31$ ).

Влияние температуры воды на биомассу ракообразных, червей, моллюсков Таганрогского залива и ракообразных собственно моря аппроксимируются положительными коэффициентами корреляции ( $r=0,22...0,28$ ), уступающими статистически значимым. Повышение температуры воды вызывает существенное понижение общей биомассы в собственно море двустворчатых моллюсков ( $r= -0,80$ ), в том числе *Cerastoderma lamarcki* и *Abra ovata* ( $r= -0,62$  и  $-0,65$ ), а также, хотя и в меньшей степени, брюхоногих ( $r= -0,56$ ). Неблагоприятно воздействие потепления вод и на биомассу *Mytillus galloprovincialis* и *Mya arenaria* ( $r= -0,36...-0,41$ ).

Между устойчивостью вод Азовского моря с одной стороны, биомассами ракообразных, червей и моллюсков с другой, корреляция отрицательна. Между площадью гипоксии, биомассами ракообразных и червей собственно моря и червями Таганрогского залива установлена отрицательная корреляция ( $r= -0,42...-0,67$ ). Между моллюсками собственно моря и первичной продукцией органического вещества корреляция положительна ( $r=0,35$ ). Положительна и связь биомассы червей, простейших Таганрогского залива и собственно моря с БПК-1 ( $r=0,44...0,79$ ).

При развитии западного типа АЦ наблюдается тенденция роста биомассы ракообразных, простейших, главным образом собственно моря ( $r=0,33...0,68$ ), червей, главным образом в Таганрогском заливе ( $r=0,23...0,28$ ) и уменьшение биомассы моллюсков, главным образом в Таганрогском заливе ( $r=-0,29...-0,39$ ). Отрицательно воздействие W на биомассу червей в собственно море и общую биомассу моллюсков ( $r= -0,20...-0,39$ ). В то же время следует отметить, что развитие западного типа макропроцессов, особенно в холодный период способствует росту биомассы *Abra ovata* ( $r= 0,65$ ), *Mytilaster lineatus* ( $r= 0,66$ ), прочих двустворчатых ( $r= 0,62$ ), а также брюхоногих ( $r= 0,51$ ) моллюсков, но вызывает понижение биомассы *Mytillus galloprovincialis* ( $r= -0,55$ ) и *Cunearca cornea* ( $r= -0,44$ ).

Восточная форма АЦ вызывает снижение биомассы ракообразных, а также червей ( $r=-0,22...-0,58$ ). Подобный эффект установлен и для простейших собственно моря ( $r=-0,58$ ). Восточная форма АЦ способствует росту биомассы *Mytillus galloprovincialis*, особенно если она развивается в целом за год ( $r= 0,74$ ) и в меньшей степени в случае ее доминирования в холодный период ( $r= 0,49$ ), а также увеличению биомассы прочих двустворчатых моллюсков ( $r= 0,28...0,53$ ). Вместе с тем для биомассы *Cerastoderma*

*lamarcki*, *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus*, *Mya arenaria* и *Cunearca cornea* при развитии формы Е наблюдаются неустойчивые тенденции понижения ( $r = -0,27 \dots -0,48$ ).

Развитие северного типа АЦ способствует росту биомассы червей, ракообразных и общей биомассы моллюсков ( $r = 0,28 \dots 0,61$ ). Северный тип АЦ в случае его развития в годовом отношении способствует росту биомассы двустворчатых моллюсков ( $r = 0,67$ ), в том числе *Cerastoderma lamarcki* ( $r = 0,51$ ), *Mytilus galloprovincialis* ( $r = 0,66$ ). Доминирование этого типа в холодное время года вызывает рост и биомассы *Cunearca cornea* ( $r = 0,62$ ).

Развитие комбинированной формы АЦ W+C благоприятствует росту биомассы ракообразных в собственно море ( $r = 0,44 \dots 0,66$ ), менее существенно в Таганрогском заливе ( $r = 0,16 \dots 0,28$ ), червей и моллюсков ( $r = 0,28 \dots 0,66$ ) в обеих частях Азовского моря. Усиление повторяемости комбинированной формы АЦ W+C как в годовом отношении, так и в холодный период вызывает падение биомассы *Mya arenaria* ( $r = -0,41 \dots -0,75$ ).

Схожий характер структурных связей донных сообществ с климатообразующими процессами свойственен и Северному Каспию.

В частности, на основе анализа данных (Гидрометеорология..., 1996) за июнь 1950-1986гг. нами установлено, что, биомасса прибрежных и солоноватоводных форм бентоса восточной части Северного Каспия уменьшается ( $r = -0,35 \dots -0,47$ ) в периоды развития комбинированной формы W+C АЦ и, наоборот, возрастает ( $r = 0,44 \dots 0,50$ ) в случаях усиления повторяемости Е типа макропроцессов. Для биомассы морских форм бентоса реакция на развитие формы W+C и типа Е по характеру аналогична, но выражена более четко (соответственно  $r = -0,70 \dots -0,73$  и  $r = 0,70 \dots 0,71$ ). При этом степень отрицательного влияния W формы АЦ статистически вдвое существеннее, чем С (соответственно  $r = -0,72 \dots -0,73$  и  $r = -0,36$ ).

Для определения тенденций и периодов с повышенными и пониженными значениями в многолетних (1950-2004гг.) колебаниях общей биомассы зообентоса использовался метод нормированных разностных интегральных кривых модульных коэффициентов (рис.1- 3) и метод оценки линейных трендов.

Испытания на тренд многолетних (1958-1986гг.) колебаний среднегодовой биомассы зообентоса в Таганрогском заливе, выполненные в (Гаргопа, 2000; 2003), показали ее рост в 1,7-1,8 раз (в том числе, в апреле и октябре в 2,1-2,2 раза, а в июле лишь на 18%). В то же время тренд в многолетних колебаниях общей биомассы зообентоса собственно Азовского моря отсутствует. Это согласуется с трендом повышения солености (0.8‰) и понижения стока рек (на 4-5 км<sup>3</sup>/год или на 14-15%), в том числе р.Дон на 1,6 км<sup>3</sup> (7%), а р.Кубань на 3,2 км<sup>3</sup> (24%). Для ветровой активности в этот период свойственна тенденция понижения, а для температуры воды рост. Для многолетних колебаний растворенного

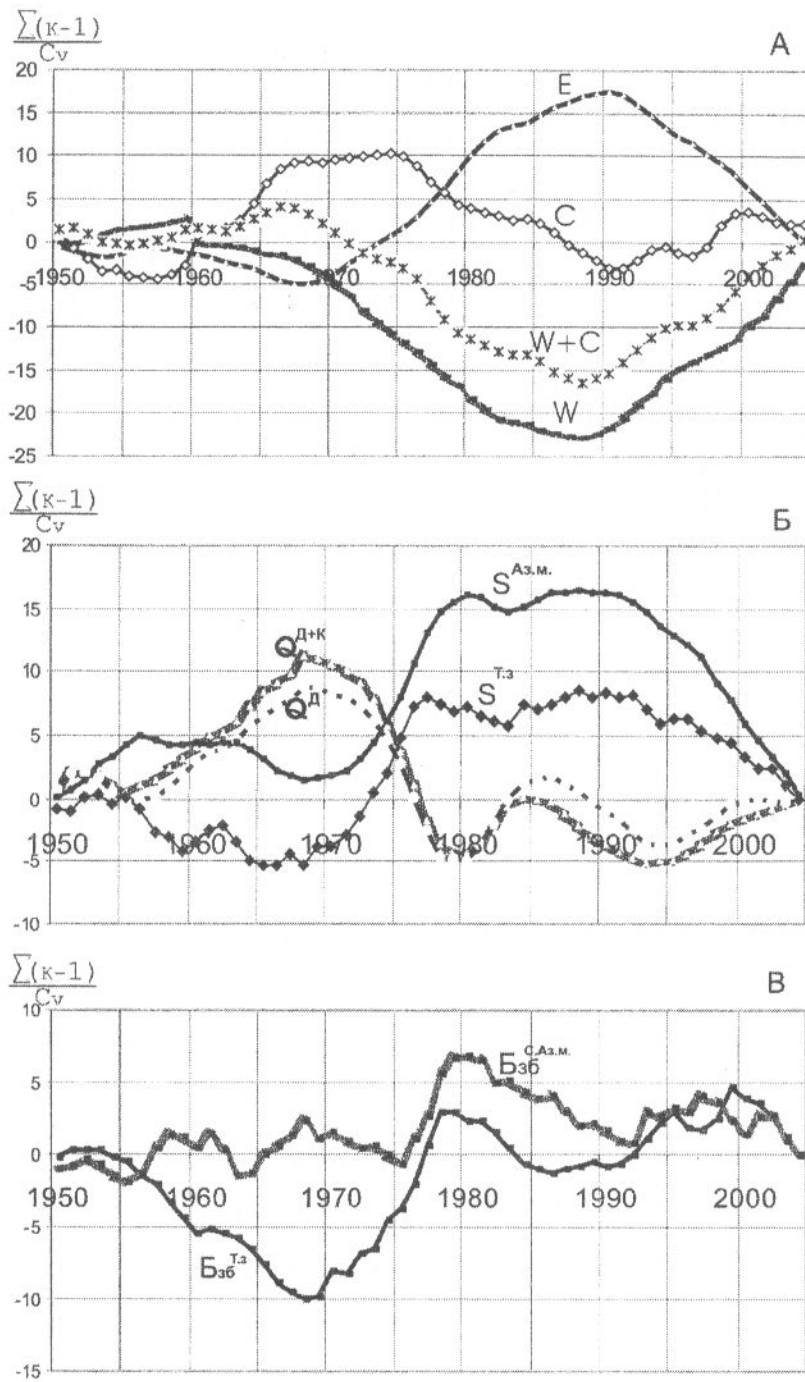


Рис.1. Нормированные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов: А – повторяемости в холодное время рассматриваемого года и пяти предшествующих лет западной (W) и восточной (E); в рассматриваемый год и два предшествующих северной (C) и комбинированной (W+C) форм АЦ; Б – суммарного годового (октябрь-сентябрь) за рассматриваемый год и 5 предшествующих лет стока рр.Дон и Кубань ( $Q^{Д+К}$ ), р.Дон ( $Q^Д$ ), солености Таганрогского залива ( $S^{Т.з}$ ) и Азовского моря ( $S^{Аз.м.}$ ); В – среднегодовой биомассы зообентоса ( $Бзб^{Аз.м}$  – собственно Азовского моря;  $Бзб^{Т.з}$  – Таганрогского залива)

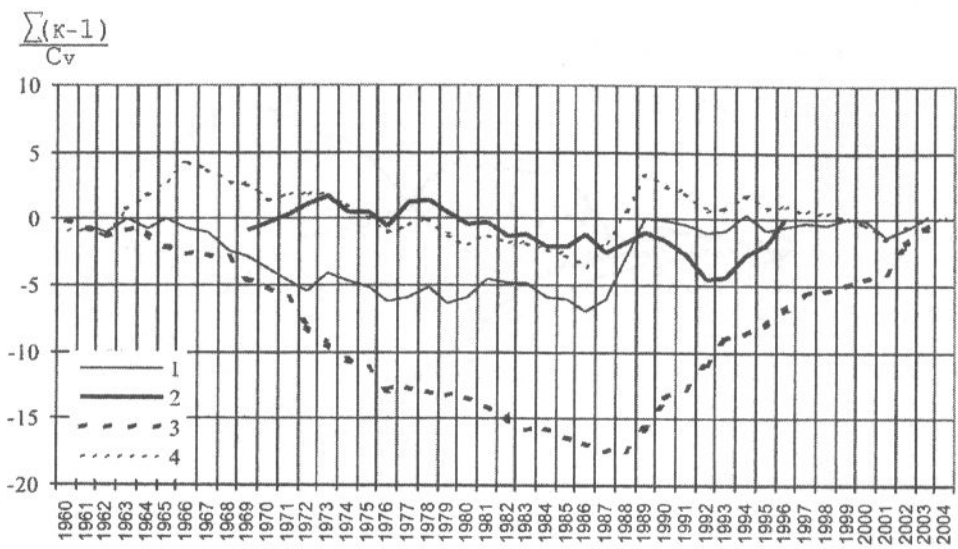


Рис.2. Нормированные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов: 1- устойчивость вод; 2- БПК 1; 3- первичная продукция органического вещества; 4- площадь гипоксии (построено по: Гидрометеорология и гидрохимия..., 1991; Жукова, Александрова, Баскакова, 2005).

кислорода в водной толще Таганрогского залива характерна слабо выраженная отрицательная тенденция, равная для придонного слоя около 1мл/л (18-19%). Для собственно моря она, наоборот, положительна, хотя выражена еще слабее (0,5-0,6 мл/л или 14 %). Соответственно площадям зон с дефицитом кислорода в июле в Таганрогском заливе характерен положительный тренд (+0,5 тыс.км<sup>2</sup>, или рост вдвое), а в собственно Азовском море отрицательный (-7,7 тыс.км<sup>2</sup>, или уменьшение втрое).

Для всего периода (1950-2004гг.) установлены слабо выраженные тенденции понижения (31 г/м<sup>2</sup> или на 11%) биомассы зообентоса в собственно море и ее повышения (27 г/м<sup>2</sup> или на 22%) в Таганрогском заливе. Указанные тенденции в целом отражают влияние изменений формирующих факторов.

Для 1950-2004гг. положительный до середины 1980-х гг. тренд в колебаниях солености сменился на отрицательный (1,1‰). В последние 15-20 лет наблюдается повышение стока рек (особенно р.Кубань), распреснение Азовского моря до 10-11‰, ветровая депрессия, повышение температуры и рост устойчивости вод и первичного продуцирования органического вещества и резкое ухудшение кислородного режима. Связано это со сменой макроциркуляционных эпох в 50-60-х (W на E) и 70-80-х (E на W) годах XX века (Гаргопа, 2000; 2003).

Для W формы АЦ, способствующей снижению биомассы зообентоса в Таганрогском заливе, с начала 1950-х до середины 1980-х гг. было характерно уменьшение повторяемости, а в дальнейшем рост, главным образом, в зимнее время. E типу



макропроцессов, который способствует росту биомассы зообентоса, наоборот, свойственно увеличение в первый период, а во второй уменьшение.

Анализ колебаний биомассы зообентоса в Таганрогском заливе в период с 1950 по 2004гг. (рис.1) позволяет выделить два четко выраженных периода: с пониженными значениями (1954-1968гг.) и повышенными (1969-1978гг.). К менее выраженным периодам с повышенными и пониженными величинами биомассы зообентоса могут быть отнесены соответственно 1987-1999гг. и 2000-2004гг. В собственно Азовском море периодичность биомассы зообентоса выражена слабее. К периодам продолжительностью три года и более с пониженными значениями можно отнести 1953-1955; 1969-1975; 1981-1992; 1998-2000 и 2002-2004гг. Повышенными биомассами отличаются 1956-1958, 1964-1968, 1976-1980гг.

В большинстве случаев изменения биомассы зообентоса имеют удовлетворительную синхронность либо асинхронность с колебаниями формирующих факторов - АЦ, Q, S, устойчивость вод, площадь гипоксии, БПК-1, ПП. Сопряженность их в собственно море выражена менее четко, чем в Таганрогском заливе (рис. 1, 2). Степень ее по указанным ранее причинам в последние годы снижается. Это обстоятельство требует дальнейших более углубленных исследований климатообусловленных и антропогенных закономерностей формирования донных сообществ, в частности рассмотрения вклада в океанографические и биологические процессы в Азовском море дополнительных факторов.

В Северном Каспии удовлетворительная степень сопряженности с формирующими факторами (АЦ, речной сток, соленость и др.) характерна июньским биомассам морских, пресноводных и солоноватоводных видов в восточной части (рис.3).

В многолетних (1950-1987гг.) колебаниях биомассы морских видов в восточной части Северного Каспия хорошо прослеживается два периода. Первый, с пониженными значениями длился с 1950 по 1967гг., второй с повышенными продолжался с 1976 по 1987гг. В крупномасштабных изменениях пресноводных и солоноватоводных видов периодичность выражена несколько слабее. Тем не менее, здесь также можно выделить два основных периода: пониженных величин с 1950 по 1968гг. и повышенных в последующие годы. Наиболее удовлетворительно эти периоды согласуются соответственно с развитием форм W и W+C (до конца 1960-х гг.) и E (с 1969г. до середины 1980-х гг.), а также с преимущественно распресненным состоянием Северного Каспия до 1974 и осолоненным в дальнейшем, вплоть до середины 1980-х гг. Что касается западной части Северного Каспия, то сопряженность колебаний здесь биомассы зообентоса с изменчивостью формирующих факторов прослеживается не столь четко (рис.3).

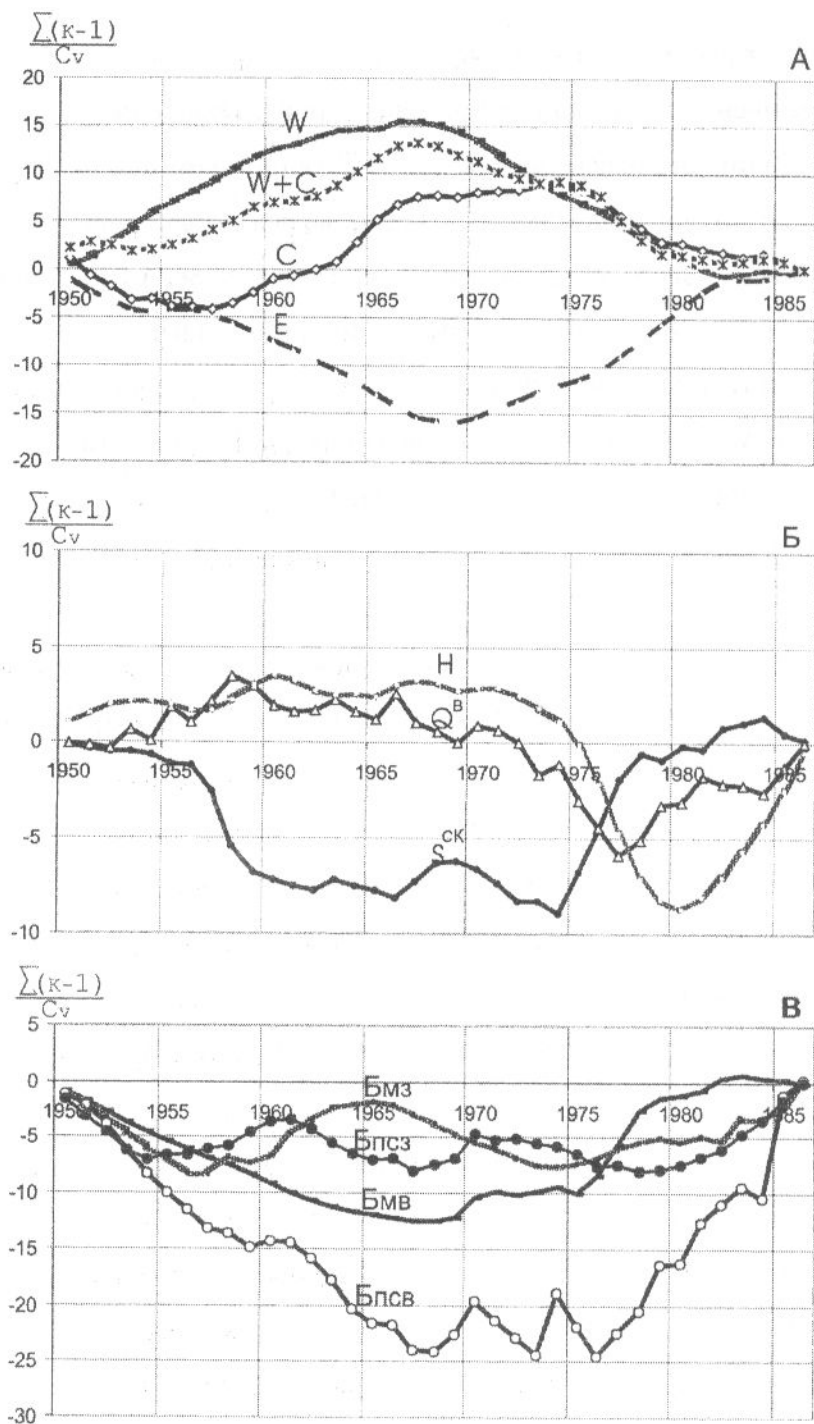


Рис.3. Нормированные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов: А – повторяемость в холодное время рассматриваемого года и пять предшествующих лет западной (W) и восточной (E), рассматриваемого года и двух предшествующих лет северной (C) и комбинированной (W+C) форм АЦ; Б – соленость северного Каспия ( $S^{СК}$ ); уровень моря (H); сток р.Волга ( $Q^B$ ); В – биомассы зообентоса Северного Каспия в июне: морских видов в восточной (Бмв) и западной (Бмз) частях; пресноводных и солоноватоводных видов в восточной (Бпсв) и западной (Бпсз) частях.

Это обстоятельство свидетельствует о более сложном процессе формирования в указанном районе донных сообществ, вызывающем необходимость дальнейших исследований в этом направлении.

Таким образом, влияние форм АЦ и определяемых ею гидрометеорологических процессов на многолетнюю динамику сообществ весьма неоднозначно по характеру и степени. Тем не менее, можно полагать, что снижению общей биомассы зообентоса Таганрогского залива и восточной части Северного Каспия способствует развитие W формы АЦ, а повышению - усиление повторяемости E. В многолетних колебаниях биомассы зообентоса прослеживается квазипериодичность продолжительностью от 5-7 до 10-13 лет. В соответствии с направленностью изменений указанных типов АЦ для биомассы зообентоса в большей части 1950-2004гг. характерна тенденция повышения, а в последнее пятилетие понижения.

Работа выполнена в рамках программ ФЦП «Мировой океан» (проект: Оценка современного экологического состояния экосистемы и береговой зоны Азовского моря и прилегающих к нему акваторий Черного моря) и ОНЗ РАН «Развитие технологий мониторинга, экосистемное моделирование и прогнозирование при изучении природных ресурсов в условиях аридного климата» (проекты: Методология и информационные технологии регионально-адаптированного экосистемного мониторинга; Применение новых информационных технологий для мониторинга и прогнозирования состояния биогеоценозов южных морей России в условиях влияния климатических факторов и антропогенной деятельности на водосборных территориях).

## Литература

- Вангенгейм Г.Я. К вопросу о типизации и схематизации синоптических процессов// Метеорология и гидрология. 1938. № 3 С. 38-58.
- Воробьев В.П. Бентос Азовского моря. Симферополь, 1949. -190с.
- Гаргопа Ю.М. Изменение стока рек бассейна Азовского моря и океанографических условий формирования его биопродуктивности под влиянием климатических и антропогенных факторов. // Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море. Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2000. С. 10-81.
- Гаргопа Ю.М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. д.г.н. Мурманск. 2003. 47 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР СПб.: Гидрометеиздат 1991 Т. 5. 237 с.; 1992. Т.6. вып. 1. 360 с.; 1996 Т. 6. вып. 2. 324 с.

- Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 230 с.
- Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 488 с.
- Жукова С.В., Александрова З.В., Баскакова Т.Е. Особенности гидролого-гидрохимического режима Темрюкско-Ахтарского района в июле-августе 2004г.// Наука Кубани 2005, №.-С.14-28.
- Карпевич А.Ф. Влияние изменяющегося стока рек и режима Азовского моря на его промысловую и кормовую фауну // Изменение режима, кормовой базы и запасов рыб Азовского бассейна в связи с зарегулированием стока рек. Труды АзНИИРХ. Т.1, вып.1. Ростов-на-Дону, 1960. С.3-114.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. О годовых изменениях в бентосе Таганрогского залива. Зоологический журнал. 1939. Т.XVIII, вып.6. С.989-1009.
- Некрасова М. Я. Зообентос Азовского моря после зарегулирования стока Дона Зоологический журнал.-1972.-Т.51; вып.6.-С.789-797.
- Некрасова М. Я.. Изменения бентоса Азовского моря под влиянием осолонения // Зоологический журнал.- 1977.-Т.56; вып. 7. – С. 983–989.
- Некрасова М.Я., Хрусталева Ю.П.// Влияние океанологических и антропогенных факторов на биологический потенциал донной фауны Азовского моря/ Рациональное использование и охрана природных ресурсов бассейнов Черного и Азовского морей. –РГУ, 1988. –С.59-68.
- Старк И.Н. Годовая и сезонная динамика бентоса в Азовском море //Труды АзНИИРХ. 1960. Т.I, вып.I. С.167-229.
- Фроленко Л.Н. Зообентос Азовского моря в условиях антропогенных воздействий: Дисс. ... канд. биол. наук. –Краснодар, 2000.-24с.
- Фроленко Л.Н. Зообентос Азовского моря и особенности его развития в современный период// Известия вузов. Естественные науки. 2000, №4. С.62-65.
- Фроленко Л.Н. Моллюски Азовского моря в 90-х годах XX века// Материалы международной научной конференции: Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна (г.Ростов-на-Дону, 8-12 октября 2001 года). Ростов-на-Дону, 2001.С.185-187.
- Фроленко Л.Н., Студеникина Е.И. Биолого-экологическая характеристика бентосных видов-вселенцев Азовского моря// Известия вузов. Естественные науки. 2002, №4. С.81-86.