

Ю.В.Артамонов, А.В.Федирко, Е.А.Скрипалева,
С.А.Шутов, Д.В.Дерюшкин, Р.В.Колмак, Д.Д.Завьялов,
Р.О.Шаповалов, Ю.И.Шаповалов, С.В.Щербаченко

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

**СТРУКТУРА ВОД В ЗОНЕ ОСНОВНОГО ЧЕРНОМОРСКОГО ТЕЧЕНИЯ
ВЕСНОЙ И ЛЕТОМ 2017 Г.
(94-й, 95-й РЕЙСЫ НИС «ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ»)**

Представлены результаты исследования структуры вод в зоне Основного Черноморского течения в апреле – мае и в июне – июле 2017 г. по материалам 94-го и 95-го рейсов НИС «Профессор Водяницкий». Показано, что по данным двух съемок в распределениях гидрологических характеристик отражаются основные закономерности сезонного цикла, выявленные в климатических полях. Сезонные изменения проявились в ослаблении скорости Основного Черноморского течения, повышении поверхностной температуры, понижении поверхностной солености, уменьшении глубины нижней границы верхнего квазиоднородного слоя и максимума вертикального градиента температуры. Синоптическая изменчивость проявилась в изменении от съемки к съемке положения и количества антициклонических и циклонических вихрей и, как следствие, глубин залегания основных изоповерхностей верхнего слоя моря.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *термохалинные поля, Основное Черноморское течение, верхний квазиоднородный слой, вертикальный градиент температуры, холодный промежуточный слой, Севастопольский антициклон, Крымский антициклон, сезонный цикл, синоптическая изменчивость*

doi: 10.22449/2413-5577-2019-1-16-28

В результате интенсивных экспериментальных исследований, проводимых Морским гидрофизическим институтом РАН в северной части Черного моря с конца 2015 г. накоплен достаточно большой массив новых данных, что позволило существенно расширить наши представления о структуре и изменчивости гидрологических полей у берегов Крыма и прилегающих акваториях Черного моря на синоптическом и сезонном масштабах [1 – 3]. Особый интерес представляет анализ результатов измерений, выполненных в последовательных съемках с интервалом около месяца, что позволяет одновременно оценить особенности сезонного цикла и синоптической изменчивости структуры вод в районе исследований. Обработка материалов 89-го (октябрь) и 91-го (ноябрь – декабрь) рейсов НИС «Профессор Водяницкий» в 2016 г. показала, что основные закономерности сезонного цикла, выявленные в климатических полях, отражаются в величинах разности между значениями гидрологических характеристик по данным двух съемок. Сезонные изменения проявились в понижении поверхностной температуры (ТПМ) более чем на 5,0 °С, повышении поверхностной солености (СПМ) на 0,05 – 0,1 ‰, уве-

© Ю.В.Артамонов, А.В.Федирко, Е.А.Скрипалева,
С.А.Шутов, Д.В.Дерюшкин, Р.В.Колмак, Д.Д.Завьялов,
Р.О.Шаповалов, Ю.И.Шаповалов, С.В.Щербаченко, 2019

Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2019. вып.1. С.16-28.

личении глубины верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) в среднем на 20 – 30 м и температуры в ядре холодного промежуточного слоя (ХПС) на 0,05 – 0,15 °С. Синоптическая изменчивость проявилась, главным образом, в меандрировании Основного Черноморского течения (ОЧТ) и в образовании и смещении антициклонических и циклонических вихрей. Показано, что максимальные величины разностей ТПМ (9,5 °С) и СПМ (0,15 – 0,2 ‰) между съемками наблюдались в западной части исследуемой акватории и были связаны с синоптическими изменениями в структуре Севастопольского антициклона (СА). Изменения на синоптическом масштабе также были зафиксированы в глубине залегания ядра ХПС. За счет разрушения СА и появления на его месте циклонического меандра ОЧТ в период второй съемки ядро ХПС здесь приподнялось на 15 – 20 м ближе к поверхности. На внешней периферии циклонического меандра, наоборот, ХПС заглублялся [3].

В апреле – мае и июне – июле 2017 г. в рамках Государственного задания Морского гидрофизического института РАН по проектам «Фундаментальная океанология», «Климат» и «Оперативная океанография» в северной части Черного моря были выполнены еще две последовательные океанографические съемки. В настоящей работе представлены результаты анализа циркуляции и термохалинной структуры вод по данным этих съемок, при этом фактические распределения гидрологических характеристик сопоставлялись с их среднемесячными климатическими полями.

Материалы и методика. Гидрологические работы проводились с борта НИС «Профессор Водяницкий» с 22 апреля по 6 мая 2017 г. (94-й рейс) и с 14 июня по 5 июля 2017 г. (95-й рейс) соответственно на 104-х и 132-х дрейфовых станциях. В 94-м рейсе погодные условия не позволили провести измерения в юго-восточной части запланированного полигона. Расположение выполненных станций показано точками на горизонтальных распределениях гидрологических характеристик. На каждой станции измерялись температура и соленость морской воды до глубины 1000 м с помощью комплекса *SBE 911plus*, скорость и направление течений в верхнем 200-метровом слое с помощью акустического измерителя *ADCP*.

Фоновые океанографические условия оценивались по данным нового климатического гидрологического массива [4], содержащего среднемесячные значения температуры и солености на стандартных горизонтах в узлах регулярной сетки с шагом 0,25° по долготе и 0,17° по широте. В работе рассчитывались величины разности между гидрологическими параметрами, измеренными в ходе 95-го и 94-го рейсов НИС «Профессор Водяницкий», которые сопоставлялись с величинами разности этих параметров между июнем и апрелем по их климатическим значениям из массива [4].

Основные результаты. Геострофическая циркуляция по климатическим данным. Карты динамической топографии для апреля и июня показывают климатический фон, на котором развивались процессы в период проведения съемок. В апреле 2017 г. в восточной части полигона наблюдениями была охвачена только северная периферия ОЧТ, в западной части – основная струя ОЧТ и северная периферия Западного циклонического круговорота (рис.1, а). В июне граница полигона располагалась южнее, поэтому наблюдениями была охвачена не только основная струя ОЧТ, но и северные

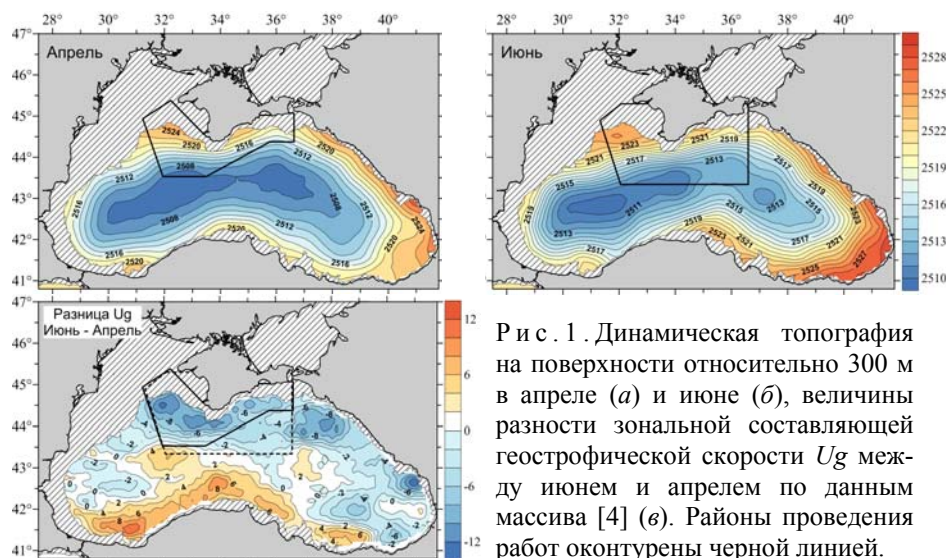


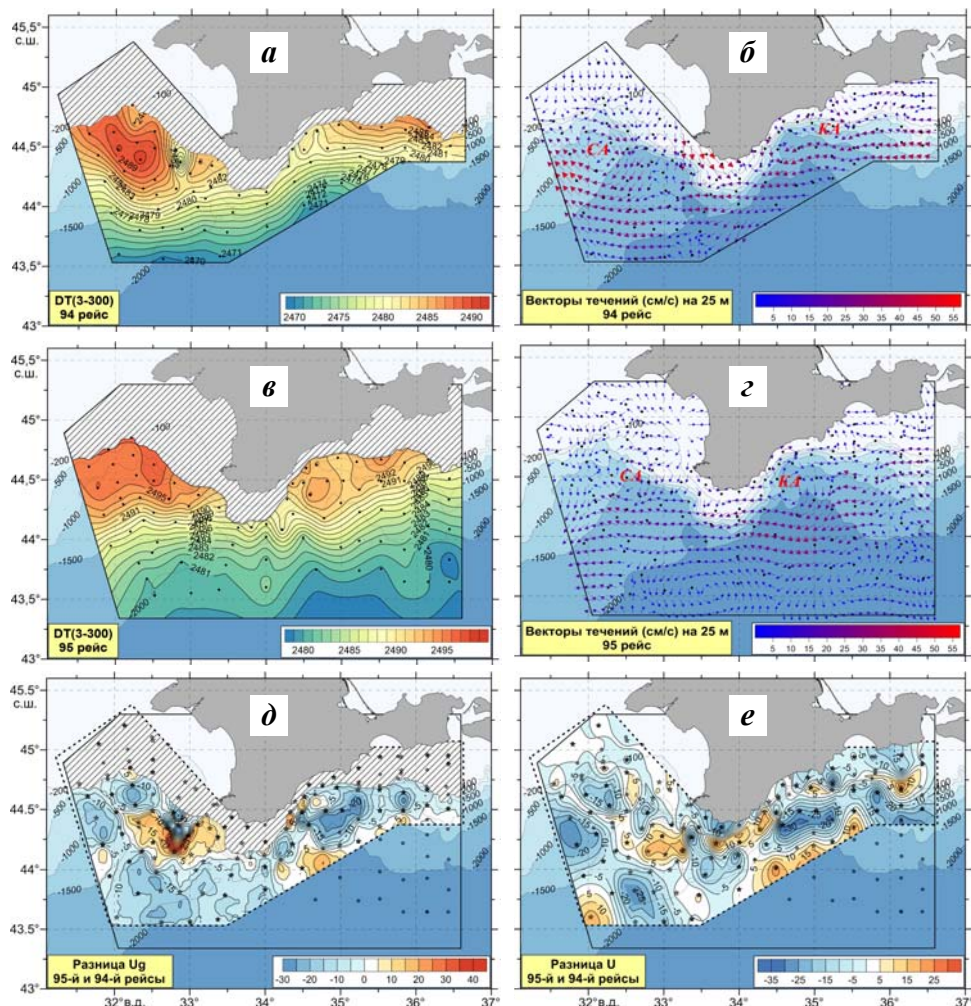
Рис. 1. Динамическая топография на поверхности относительно 300 м в апреле (а) и июне (б), величины разности зональной составляющей геострофической скорости U_g между июнем и апрелем по данным массива [4] (в). Районы проведения работ оконтурены черной линией.

периферии Западного и Восточного циклонических круговоротов (рис.1, б).

Величины разности климатических значений зональной составляющей геострофической скорости показали, что в северной и восточной части моря скорости ОЧТ в июне по сравнению с апрелем заметно уменьшаются (рис.1, в). В отдельных районах у берегов Крыма и Кавказа это ослабление достигает 8 – 12 см/с. У южных берегов моря зональные скорости в июне, наоборот, возрастают, при этом рост скорости максимален (на 8 – 10 см/с) у западных берегов Анатолии.

Циркуляция вод в апреле – мае и июне – июле 2017 г. Геострофическая циркуляция по данным съемок 94-го и 95-го рейсов НИС «Профессор Водяницкий», как и по климатическим данным, была представлена потоками преимущественно западного направления, которые можно интерпретировать как проявление ОЧТ. В период весенней съемки в северо-западной части полигона как по геострофическим расчетам, так и по инструментальным данным наблюдался антициклонический круговорот СА [5 – 8] (рис.2, а, б). Его северная периферия располагалась над свалом глубин (100 – 500 м), южная – над глубинами 1000 – 1500 м. В восточной половине полигона по инструментальным данным наблюдался Крымский антициклон (КА), который четко прослеживался примерно на траверзе м.Меганом на горизонтах 25 и 50 м (рис.2, б). В период летней съемки центр СА сместился на восток ближе к берегам Крыма по геострофическим расчетам на 10 – 15 миль, по инструментальным измерениям – на 15 – 20 миль (рис.2, в, г). У западной границы съемки появилась периферия еще одного антициклонического образования. КА сместился примерно на 20 миль к западу относительно своего весеннего положения. На траверзе Феодосийского залива летом по инструментальным измерениям наблюдался антициклонический меандр (рис.2, г). На юге съемки по геострофическим расчетам и инструментальным измерениям прослеживались два циклонических круговорота (рис.2, в, г).

Наблюдаемые изменения динамики вод отражаются в распределениях величин разности зональной составляющей геострофической U_g (рис.2, д) и



Р и с . 2 . Динамическая топография на горизонте 3 м относительно 300 м (а, в), векторы инструментально измеренных течений на горизонте 25 м (б, г) по данным 94-го (а, б) и 95-го (в, г) рейсов НИС «Профессор Водяницкий», величины разности зональной составляющей геострофической (д) и инструментально измеренной скорости (е) между 95-м и 94-м рейсами.

инструментально измеренной U (рис.2, е) скорости между летней и весенней съемками. Области с отрицательными значениями разности в районе свала глубин свидетельствуют об ослаблении ОЧТ в период летней съемки (рис.2, д, е), что согласуется с климатическим сезонным циклом (рис.1, в). В отличие от климата наибольшее ослабление скорости ОЧТ (на 15 – 25 см/с по геострофическим расчетам и на 25 – 35 см/с по инструментальным измерениям) отмечалось не в западной, а в восточной части полигона.

Смещение СА на восток в период летней съемки проявилось в уменьшении зональной скорости по геострофическим расчетам на 10 – 15 см/с и инструментальным измерениям на 15 – 20 см/с в районах июньского положения западной (около 32,2° в.д.) и восточной (около 32,8° в.д.) периферий

СА (рис.2, *д, е*). Появление к западу от СА периферии антициклонического образования отразилось в уменьшении зональной скорости у западной границы полигона по геострофическим расчетам на 10 – 15 см/с и по инструментальным измерениям на 20 – 25 см/с. Сформировавшийся летом циклонический круговорот в юго-западной части полигона проявился по увеличению зональной скорости на его северной периферии (на 15 – 20 см/с по геострофическим расчетам и на 10 – 15 см/с по инструментальным измерениям) и уменьшению на западной (на 15 – 20 и 20 – 25 см/с соответственно) и восточной (на 5 – 10 и 10 – 15 см/с соответственно) перифериях. Антициклонический меандр на траверзе Феодосийского залива прослеживался по увеличению зональной скорости (на 5 – 10 см/с) на его мористой периферии и уменьшению (на 5 – 15 см/с) в прибрежной части (рис.2, *е*).

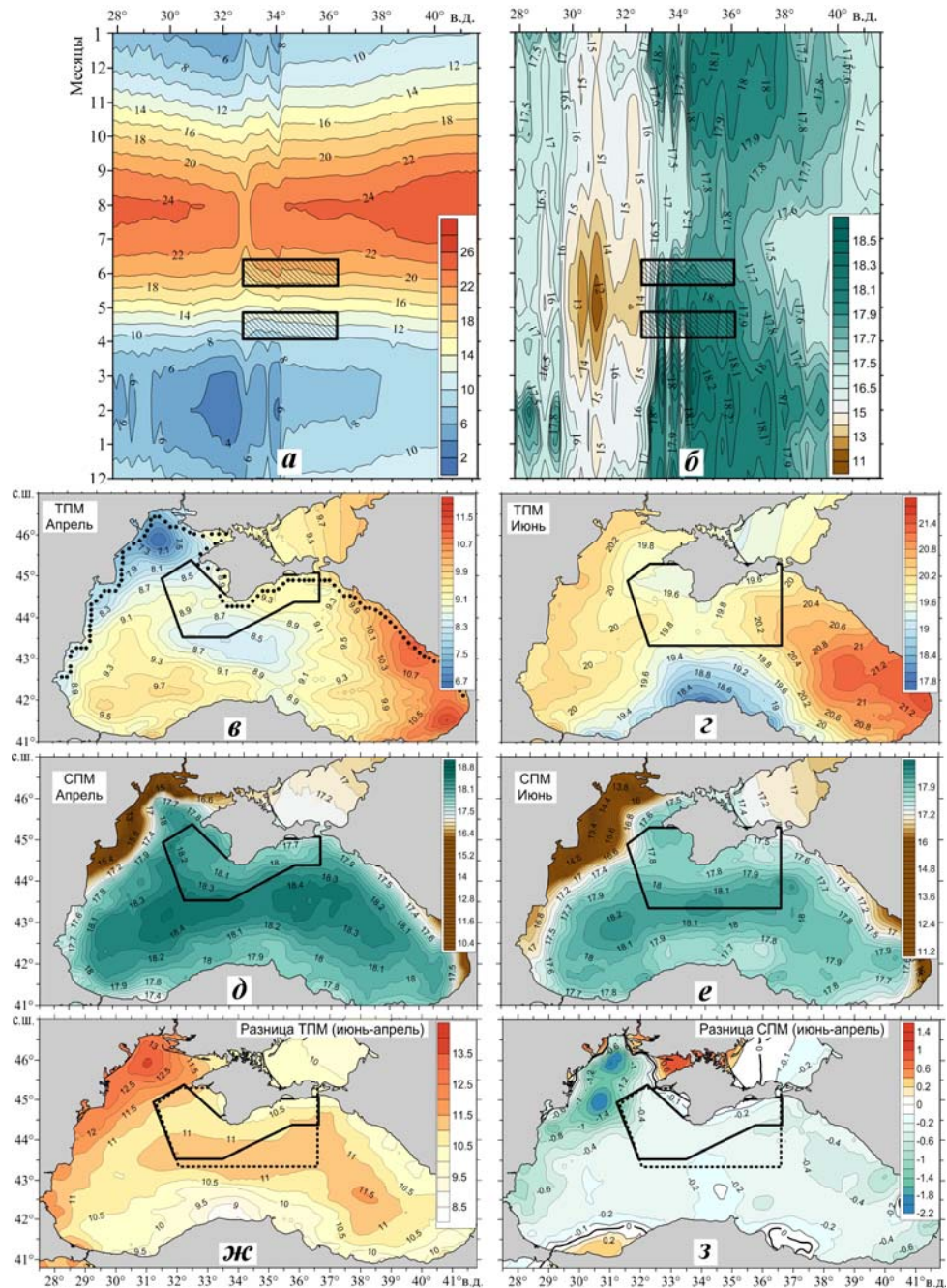
Распределения температуры и солености по климатическим данным. В сезонном цикле периоды обеих съемок характеризуются прогревом поверхностных вод. Климатический сезонный ход ТПМ по данным [4] на профиле вдоль северных берегов Черного моря показал, что в прибрежной зоне в апреле – начале мая (первая съемка) температура в начале съемки составляла примерно 9,0 – 10,5 °С, к концу съемки повышалась до 12,0 – 13,5 °С. Во время второй съемки (июнь – июль) ТПМ возрастала от 18,0 °С в начале периода измерений до 21,0 °С в конце периода (рис.3, *а*).

Пространственное распределение климатической среднемесячной ТПМ в апреле показывает, что ее самые низкие значения (8,4 – 8,6 °С) наблюдаются в южной и северо-западной части полигона, самые высокие (9,1 – 9,4 °С) – у берегов Крыма (рис.3, *в*). В июне самая низкая ТПМ (19,5 – 19,6 °С) прослеживается в Каламитском и Феодосийском заливах, самая высокая (20,3 – 20,4 °С) – в юго-восточной части полигона (рис.3, *г*).

Распределение разности между климатическими значениями температуры в июне и апреле показывает повсеместное увеличение ТПМ, соответствующее ее нормальному сезонному циклу, которое достигает 10,0 – 10,5 °С в Каламитском заливе и у всего восточного побережья Крыма и 11,0 – 11,3 °С – в южной части полигона (рис.3, *ж*).

Климатическое сезонное изменение СПМ вдоль северного побережья Черного моря характеризуется двумя областями с отличающимся сезонным циклом. Западнее примерно 33° в.д. весь год наблюдается интенсивное распреснение, которое связано с водами, образующимися на северо-западном шельфе Черного моря. Распреснение достигает максимума в апреле – мае, а его граница максимально распространяется на восток в июле – августе (рис.3, *б*). Восточнее 33° в.д. наблюдается относительно высокая соленость. В июне – июле она несколько понижается, особенно восточнее 36° в.д., где сказывается влияние Керченско-Феодосийского распреснения.

Климатические распределения СПМ в районе выполнения работ показывают, что в апреле наиболее пресные воды (ниже 17,7 ‰) располагаются в северо-восточной части полигона к югу от Керченского п-ова и в Феодосийском заливе (рис.3, *д*). Это распреснение связано с переносом ОЧТ вдоль берегов Кавказа менее соленых вод, образующихся у побережья Грузии. В районе Керченского пролива они смешиваются с азовскими водами, а затем распространяются далее на запад, подпитываясь относительно пресными вода-



Р и с. 3. Климатический сезонный ход ТПМ (а) и СПМ (б) на разрезе вдоль северных берегов Черного моря (положение разреза показано пунктиром на (в)), климатические распределения ТПМ (в, г) и СПМ (д, е) в апреле (в, д) и в июне (г, е), величины разности ТПМ (ж) и СПМ (з) между июнем и апрелем по данным [4]. На (а, б) штриховкой отмечены периоды выполнения экспедиционной съемки, на (в – з) районы проведения работ оконтурены черной линией и пунктиром.

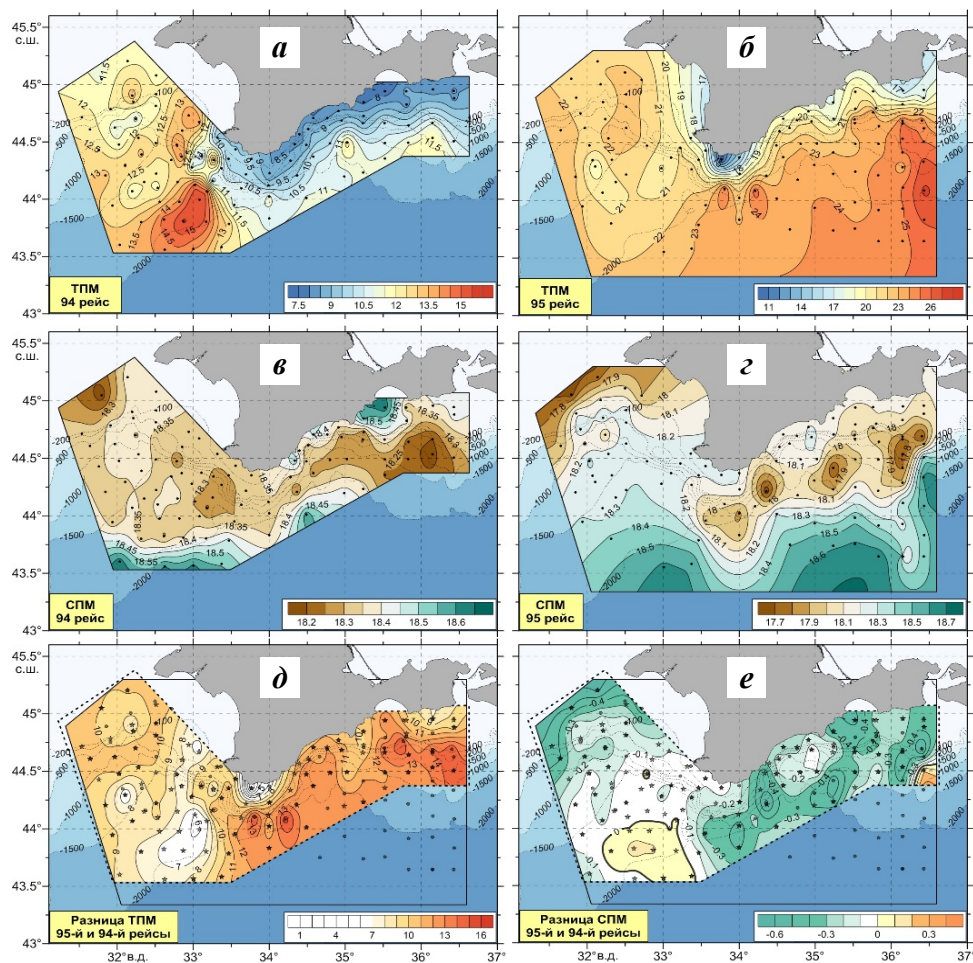
ми из Феодосийского залива. Самые соленые воды (18,3 – 18,4 ‰) располагаются на юго-западе полигона, ближе к центру Западного циклонического круговорота. В июне, при сохранении области распресненных вод (ниже 17,55 ‰) к югу от Керченского п-ова, на северо-западе полигона появляется еще одна область вод пониженной солености (ниже 17,45 ‰), которая обусловлена смещением границы распресненных шельфовых вод на восток. Отмечается понижение солености (до 18,2 – 18,25 ‰) на юге полигона (рис.3, е).

В целом на акватории исследований выявлены отрицательные величины разности солености (~ 0,2 – 0,3 ‰) между июнем и апрелем, что свидетельствует об общем понижении СПМ в летний период (рис.3, з). Максимальное понижение солености по климатическим данным (~ 0,4 – 0,6 ‰) можно ожидать в северо-западной части района работ, где граница распресненных шельфовых вод летом заметно смещается на восток.

Распределения термохалинных характеристик в апреле – мае и июне – июле 2017 г. Распределения термохалинных полей по данным съемок существенно отличаются от климатических. Так, в апреле – мае самые низкие значения ТПМ (8,4 – 8,5 °С) наблюдались у берегов Крыма, где согласно климату в это время должны располагаться наиболее теплые воды, а в юго-западной части полигона, в отличие от климатического распределения, ТПМ достигала максимума (14,5 – 15,5 °С) (рис.4, а). В июне – июле самые теплые воды (25 – 27 °С) располагались в юго-восточной части полигона, что соответствует климатической норме. Пониженные значения ТПМ (17 – 16 °С) наблюдались в Каламитском заливе и у берегов Керченского п-ова. Самые холодные воды (11 – 12 °С) располагались в районе м.Сарыч. Отметим, что понижение ТПМ у берегов Крыма весной и летом является признаком развития интенсивного прибрежного апвеллинга (рис.4, б).

Распределение величин разности ТПМ между двумя съемками (рис.4, д) показало ее повышение на всей акватории в летний период, что согласуется с климатическим сезонным циклом. Максимальные значения разности ТПМ (до 13 – 14,5 °С) наблюдались в южной и юго-восточной части полигона, минимальные (2 – 4 °С) – в районе м.Сарыч. Отличием от климата является то, что в юго-западной части съемки, где по климатическим данным летом можно ожидать существенное повышение ТПМ (до 11 °С), по данным фактических измерений значения разности ТПМ не превышали 6 – 8 °С.

Распределение солености в верхнем слое в апреле – мае (рис.4, в) показало, что самые распресненные воды (ниже 18,25 ‰) располагались в северо-западной и юго-восточной частях полигона. В отличие от климатического распределения СПМ, согласно которому в северо-восточной части полигона к югу от Керченского п-ова и Феодосийского залива располагаются самые пресные воды, по данным фактических измерений здесь прослеживались воды повышенной солености (18,5 – 18,6 ‰), в то время как повышенные солености (18,45 – 18,55 ‰) в южной части съемки ближе к зоне халистатике соответствовало климатической норме. Распределение СПМ по данным съемки в июне – июле (рис.4, в) качественно совпадало с климатическим. Самые распресненные воды (ниже 17,9 ‰) располагались в северо-западной части полигона и у берегов Крыма в зоне северной периферии ОЧТ, самые соленые (18,8 – 18,7 ‰) – в южной части съемки.



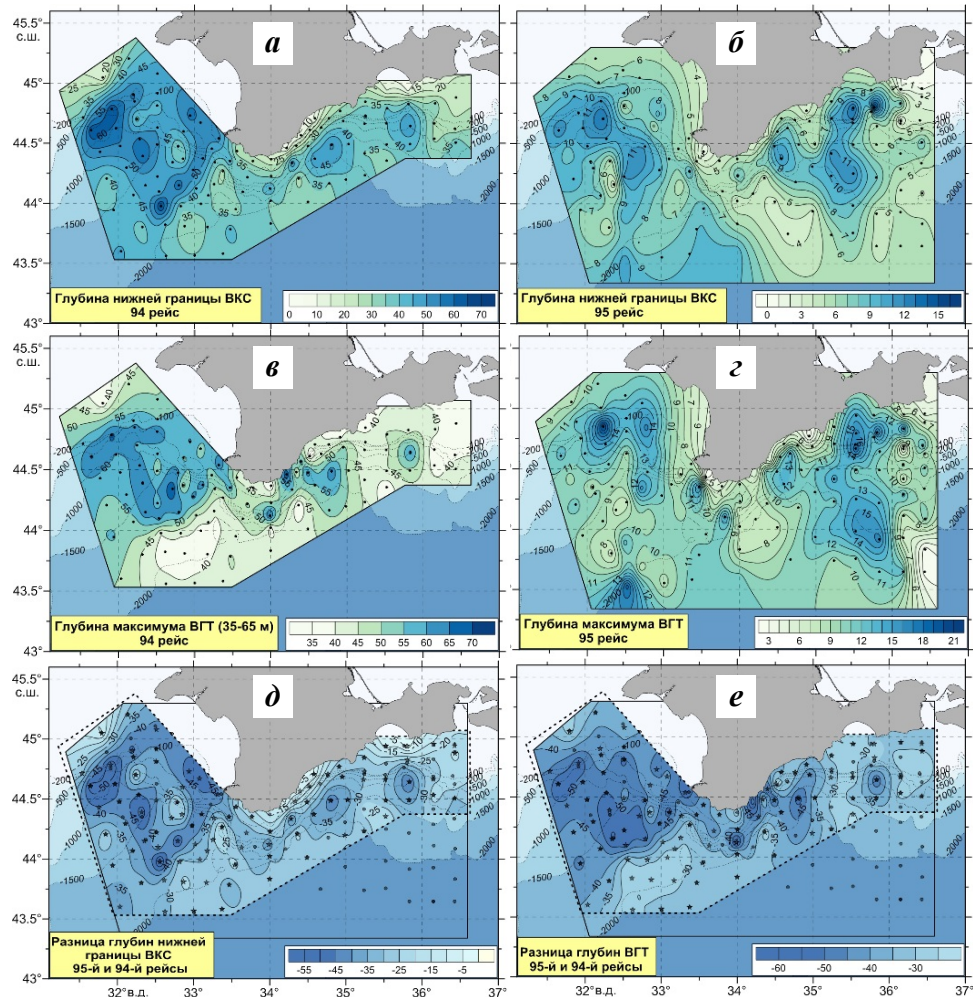
Р и с . 4 . Распределения температуры (а, б) и солёности (в, з) на поверхности по данным 94-го (а, в) и 95-го (б, з) рейсов НИС «Профессор Водяницкий, величин их разности (д, е) между двумя съёмками.

Распределение разности СПМ между летней и весенней съёмками (рис.4, е) показало, что на большей части акватории летом солёность понижалась с максимальными значениями разности (0,4 – 0,6 ‰) в северо-западной части полигона, что согласуется с климатической тенденцией. В качестве отличия, обусловленного синоптической изменчивостью, можно отметить повышение СПМ (на 0,2 – 0,3 ‰) в юго-западной и юго-восточной части съёмки и ее заметное понижение (на 0,4 ‰) в восточной части полигона.

Сезонные изменения четко проявились в структуре верхнего квазиоднородного слоя. В апреле – мае на большинстве станций наблюдалась верхняя прослойка относительно теплых вод толщиной 5 – 20 м, формирование которой было связано с весенним прогревом. Под ней сохранялся мощный ВКС, который сформировался до начала весеннего прогрева. Наибольшее заглупление нижней границы ВКС (до 50 – 65 м) наблюдалось на западе съёмки в районе СА. В зоне КА также происходило заглупление ВКС до 45 – 50 м. На северо-западе и северо-востоке съёмки на шельфе глубина ниж-

ней границы ВКС была минимальна и не превышала 20 м (рис.5, а). В период летней съемки вертикальная мощность ВКС резко уменьшалась, ее максимальные значения (10 – 15 м) наблюдались в зонах СА и КА, минимальные (1 – 5 м) – на шельфе у берегов Крыма (рис.5, б). Максимальные значения разницы глубины нижней границы ВКС между летней и весенней съемками (45 – 55 м) наблюдались на западе полигона в зоне СА. Увеличение значений разности до 35 – 40 м прослеживалось также в зоне КА. Минимальные значения разности (5 – 10 м) выявлены у восточных берегов Крыма на траверзе Феодосийского залива и в районе м.Аю-Даг (рис.5, д).

Появление у поверхности прослойки относительно теплых вод в период весенней съемки обусловило образование двух максимумов вертикальных градиентов температуры (ВГТ). Один максимум наблюдался в верхнем 10 – 20-метровом слое и формировался на границе верхней прослойки теплых вод и основного ВКС, второй – в подповерхностном слое 35 – 65 м, соответствующую

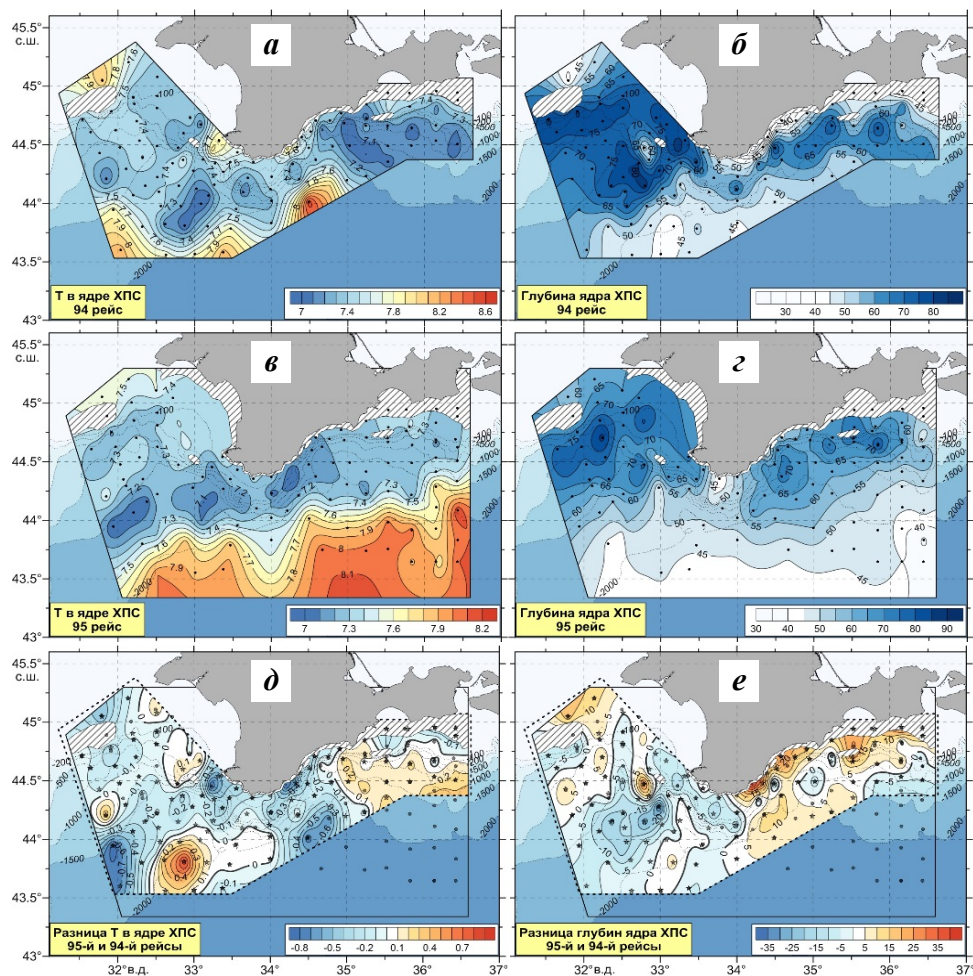


Р и с . 5. Распределения глубин залегания нижней границы ВКС (а, б) и максимума ВГТ (в, з) по данным 94-го (а, в) и 95-го (б, з) рейсов НИС «Профессор Водяницкий», величины их разности (д, е) между двумя съемками.

щем глубине нижней границы ВКС. Максимальные значения глубины залегания нижнего максимума ВГТ (55 – 65 м) наблюдались в западной части полигона в области СА и у берегов Крыма между м.Ай-Тодор и м.Аю-Даг. Ближе всего к поверхности (до глубин 40 – 45 м) максимум ВГТ располагался на шельфе в северо-западной и восточной части полигона и в глубоководной южной части съемки (рис.5, в). Во время летней съемки наблюдался один основной максимум ВГТ, который, как и нижняя граница ВКС, располагался гораздо ближе к поверхности на глубинах 5 – 20 м. Наибольшая глубина максимума ВГТ (до 15 – 20 м) отмечалась на северной периферии СА и у границы прибрежного шельфа южнее Феодосийского залива (рис.5, д). Максимальные значения разности глубины залегания максимума ВГТ между двумя съемками (45 – 50 м) наблюдались в зонах СА и КА, минимальные (25 – 30 м) – в южной части района работ (рис.5, е).

Ниже слоя скачка располагался ХПС, пространственные распределения характеристик которого в периоды двух съемок заметно отличались. В апреле – мае самые высокие значения температуры в ядре ХПС (7,9 – 8,5 °С) наблюдались у северо-западной границы съемки и в ее глубоководной южной части ближе к центру крупномасштабного циклонического круговорота, где отмечались минимальные глубины залегания ядра ХПС (40 – 50 м) (рис.6, а, б). Локальные области с повышенной температурой в ядре ХПС (выше 7,7 °С) наблюдались также южнее Гераклеийского п-ова и между м.Ай-Тодор и м.Аю-Даг. На большей части съемки значения температуры в ядре ХПС были ниже 7,5 °С. Ее минимальные значения (7,0 – 7,3 °С) прослеживались в виде отдельных пятен над свалом глубин примерно вдоль основной струи ОЧТ, при этом ядро ХПС здесь заглублялось до 60 – 70 м. Наибольшие глубины залегания ядра ХПС (70 – 80 м), так же как и ВКС, и ВГТ, отмечались преимущественно в северо-западной части съемки примерно вдоль периферий СА. В июне – июле самые высокие значения температуры в ядре ХПС (7,9 – 8,2 °С) наблюдались в южной глубоководной части съемки, здесь же отмечались минимальные глубины его залегания (40 – 45 м) (рис.6, в, г). Минимальные значения температуры в ядре ХПС (7,0 – 7,3 °С), так же как и весной, прослеживались в виде отдельных пятен вдоль материкового склона, где проходила основная струя ОЧТ. Здесь глубина залегания ядра ХПС увеличивалась в северном направлении от 55 – 60 до 65 – 75 м, достигая наибольших значений южнее Феодосийского залива и в области КА. Максимальная глубина залегания ядра ХПС (85 – 90 м) наблюдалась в северо-западной части полигона на северной периферии СА.

Распределения величин разности температуры в ядре ХПС и глубины его залегания между летней и весенней съемками носят сложный пятнистый характер (рис.6, д, е). Вместе с тем, некоторые особенности этих распределений можно объяснить синоптической изменчивостью циркуляции вод. В период летней съемки в юго-западной части полигона за счет появления циклонического круговорота и смещения основной струи ОЧТ (или южной периферии СА) на север, ядро ХПС приподнималось ближе к поверхности на 10 – 20 м, при этом температура в нем понижалась на 0,2 – 0,7 °С. Заметное понижение температуры в ядре ХПС (на 0,4 – 0,7 °С) и увеличение глубины его залегания летом отмечалось на прибрежной (на 15 – 20 м) и морис-



Р и с . 6 . Распределения температуры в ядре ХПС (*а, б*) и глубины его залегания (*в, г*) по данным 94-го (*а, в*) и 95-го (*б, г*) рейсов НИС «Профессор Водяницкий», величины их разницы (*д, е*) между двумя съемками.

той (на 5 – 10 м) перифериях КА, который в этот период сместился к западу по сравнению с его положением весной (рис.2, *а – г*). Некоторое заглубление ядра ХПС (на 10 – 20 м) выявлено на траверсе Феодосийского залива (рис.6, *е*), где летом наблюдался антициклонический меандр (рис.2, *г*).

Заключение. В работе представлен сравнительный анализ распределения гидрологических полей по материалам двух последовательных съемок в апреле – мае и июне – июле 2017 г. Несмотря на несинхронность измерений в период каждой съемки и относительно большое расстояние между станциями, распределения гидрологических характеристик отражают как основные закономерности сезонного цикла, выявленные в климатических полях, так и особенности синоптической изменчивости.

Показано, что переход от весны к лету характеризовался ослаблением зональной скорости ОЧТ, повышением ТПМ, понижением СПМ, уменьшением глубины нижней границы ВКС и максимума ВГТ, что согласуется с климатическим сезонным циклом этих параметров.

Синоптическая изменчивость проявилась в изменении от съемки к съемке положения и количества антициклонических и циклонических вихрей, и как следствие, глубин залегания основных изоповерхностей верхнего слоя моря.

Особенностью вертикальной структуры вод во время весенней съемки было формирование верхней прослойки относительно теплых вод, связанной с интенсивным прогревом, под которой сохранялся мощный ВКС, который сформировался до начала весеннего прогрева. Это обусловило образование двух максимумов ВГТ. Один максимум прослеживался в верхнем 10 – 20-метровом слое и формировался на границе верхней прослойки теплых вод и основного ВКС, второй – в подповерхностном слое 35 – 65 м, соответствующем глубине нижней границы ВКС.

В качестве отличий, обусловленных синоптической изменчивостью, можно отметить смещение СА летом на восток ближе к берегам Крыма, а КА – на запад, появление на траверзе Феодосийского залива антициклонического меандра, а на юге съемки – двух циклонических круговоротов. В поле температуры синоптическая изменчивость проявилась в развитии прибрежного апвеллинга в районе м.Сарыч, что привело к резкому понижению ТПМ летом до 11 – 12 °С. В поле солёности в юго-западной и юго-восточной части съемки сформировались две области, где СПМ летом была выше, чем весной.

Изменения на синоптическом масштабе зафиксированы также в глубине залегания ХПС. Летом в юго-западной части съемки за счет появления циклонического круговорота и смещения основной струи ОЧТ (или южной периферии СА) на север ядро ХПС приподнималось ближе к поверхности на 10 – 20 м. Заметное увеличение глубины залегания ядра ХПС отмечалось на прибрежной (на 15 – 20 м) и мористой (на 5 – 10 м) перифериях КА, который сместился к западу по сравнению с его положением весной. Заглубление ядра ХПС на 10 – 20 м наблюдалось на траверзе Феодосийского залива, где летом был выявлен антициклонический меандр.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН МГИ по теме № 0827-2019-0003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов Ю.В., Алексеев Д.В., Скрипалева Е.А., Шутов С.А., Дерюшкин Д.В., Завьялов Д.Д., Колмак Р.В., Шаповалов Р.О., Шаповалов Ю.И., Федирко А.В., Щербаченко С.В. Термохалинная структура вод у берегов Крыма и прилегающей открытой акватории Черного моря летом 2016 г. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря.– 2017.– вып.3.– С.20-31.
2. Артамонов Ю.В., Шутов С.А., Скрипалева Е.А., Шаповалов Р.О., Федирко А.В., Щербаченко С.В. Циркуляция вод северной части Черного моря в летний сезон 2016 г. (по материалам 87-го рейса НИС «Профессор Водяницкий») // Морской гидрофизический журнал.– 2018.– т.34, № 1.– С.55-70.
3. Артамонов Ю.В., Алексеев Д.В., Скрипалева Е.А., Шутов С.А., Дерюшкин Д.В., Завьялов Д.Д., Колмак Р.В., Шаповалов Р.О., Шаповалов Ю.И., Федирко А.В., Щербаченко С.В. Особенности сезонной и синоптической изменчивости структуры вод в зоне Основного Черноморского течения в осенне-зимний период 2016 г. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря.– 2018.– вып.1.– С.32-43.

4. *Белокопытов В.Н.* Ретроспективный анализ термохалинных полей Черного моря на основе методов эмпирических полей ортогональных функций // Морской гидрофизический журнал.– 2018.– т.34, № 5.– С.412-421.
5. *Korotaev G., Oguz T., Nikiforov A., Koblinsky C.* Seasonal, interannual, and mesoscale variability of the Black Sea upper layer circulation derived from altimeter data // J. Geophys. Res.– 2003.– v.108, C4.– P.3122-3137.
6. *Иванов В.А., Белокопытов В.Н.* Океанография Черного моря.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– 212 с.
7. *Кубряков А.А., Станичный С.В.* Синоптические вихри в Черном море по данным спутниковой альтиметрии // Океанология.– 2015.– т.55, № 1.– С.1-13.
8. *Белокопытов В.Н., Никольский Н.В.* Устойчивые антициклонические вихри у южного и западного побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря.– 2015.– вып.1.– С.47-53.

Материал поступил в редакцию 07.08.2018 г.
После доработки 14.02.2019 г.

Yu.V.Artamonov, A.V.Fedirko, E.A.Skripaleva, S.A.Shutov,
D.V.Deryushkin, R.V.Kolmak, D.D.Zavyalov, R.O.Shapovalov,
Yu.I.Shapovalov, S.V.Shcherbachenko

WATER STRUCTURE IN THE AREA OF THE RIM BLACK SEA CURRENT
IN SPRING AND SUMMER 2017
(94th, 95th CRUISES of the R/V “PROFESSOR VODYANITSKY”)

The water structure of in the Rim Black Sea current in April – May and in June – July 2017 is studied using data of the 94th and 95th cruises of the R/V «Professor Vodyanitsky». It is shown that, according to the data of two surveys, the main regularities of the seasonal cycle, identified in climatic fields, are reflected in the hydrological parameters distributions. Seasonal changes are revealed a decrease of the rate of the Rim Black Sea Current, an increase of the surface temperature, a decrease of the surface salinity, a decrease in the depth of the lower boundary of the upper quasihomogeneous layer and the maximum vertical temperature gradient. Synoptic variability is revealed in the change from survey to survey to the location and number of anticyclonic and cyclonic eddies and, as a result, the depth of the main isosurfaces of the upper sea layer.

KEYWORDS: thermohaline fields, the Rim Black Sea Current, upper quasi-homogeneous layer, vertical temperature gradient, cold intermediate layer, Sevastopol anticyclone, Crimean anticyclone, seasonal cycle, synoptic variability