

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

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

**ТЕРМОХАЛИННАЯ СТРУКТУРА ВОД У БЕРЕГОВ КРЫМА И
ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ОТКРЫТОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ
ЛЕТОМ 2016 Г.**

Представлены результаты исследования термохалинной структуры вод у берегов Крыма и прилегающей открытой акватории Черного моря в июле 2016 г. по материалам 87-го рейса НИС «Профессор Водяницкий». Показано, что у берегов Крыма наблюдалось аномальное повышение температуры, обусловленное ее межгодовыми вариациями. Выявлено, что в зонах Севастопольского и Крымского антициклонов отмечалось повышение температуры и понижение солёности, при этом Севастопольский антициклон проявлялся ниже холодного промежуточного слоя, а Крымский антициклон – в верхнем квазиоднородном слое. Максимальные значения глубины залегания ядра холодного промежуточного слоя прослеживались у крымских берегов и в северо-западной части съёмки, минимальные – в южной части ближе к центрам крупномасштабных циклонических круговоротов Черного моря. Оценен уровень связи горизонтальных полей температуры и солёности в зависимости от глубины. Показано, что высокая связь термохалинных полей наблюдалась под основным галоклином и ниже холодного промежуточного слоя на глубинах 150 – 350 м.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *термохалинные поля, Основное Черноморское течение, верхний квазиоднородный слой, холодный промежуточный слой, вертикальные градиенты термохалинных параметров, северо-западный шельф, Севастопольский антициклон, Крымский антициклон, пространственно-временная изменчивость*

Океанографические исследования у берегов Крыма и прилегающей открытой акватории Черного моря в ходе 87-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (июль 2016 г.) выполнялись в соответствии с планами работ Морского гидрофизического института РАН в рамках Государственного задания по проектам «Фундаментальная океанология», «Климат» и «Оперативная океанография». Основной задачей гидрологических работ было получение экспериментальных данных о распределении термохалинных характеристик и скоростей течения с целью дальнейшей интерпретации условий формирования особенностей гидрохимических, оптических и биологических характеристик морской воды.

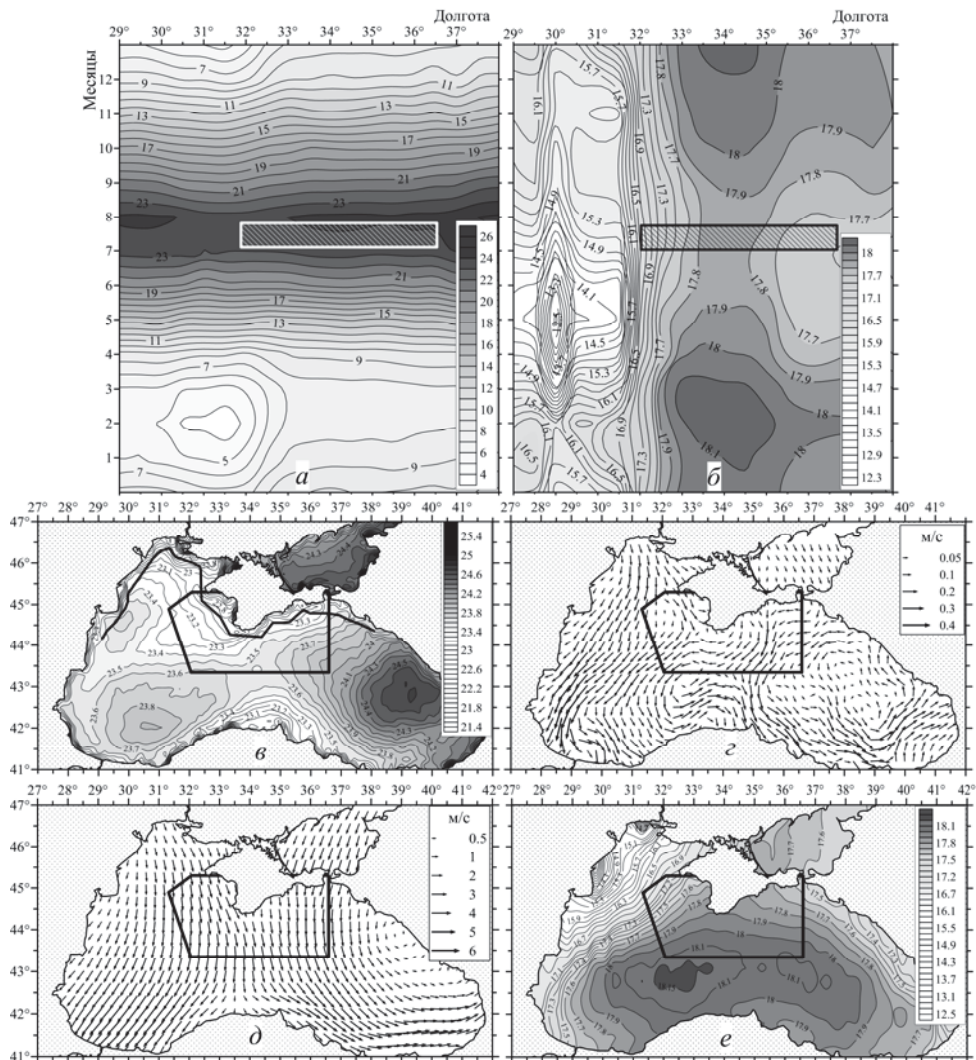
В настоящей работе представлены результаты анализа структуры гидрологических полей по данным выполненной съёмки. Фактические распределения термохалинных характеристик сопоставлялись с климатическими полями по данным массивов гидрологических и спутниковых измерений. Для интерпретации особенностей наблюдаемой термохалинной структуры вод привлекались данные инструментальных измерений течений.

© Ю.В.Артамонов, Д.В.Алексеев, Е.А.Скрипалева, С.А.Шутов,
Д.В.Дерюшкин, Д.Д.Завьялов, Р.В.Колмак, Р.О.Шаповалов,
Ю.И.Шаповалов, А.В.Федирко, С.В.Щербаченко, 2017

Материалы и методика. Работы проводились с 30 июня по 18 июля 2016 г. в открытой акватории Черного моря, прилегающей к Крымскому п-ову, на 106 гидрологических станциях. Расположение станций показано точками на горизонтальных распределениях гидрологических характеристик. На каждой станции измерялись температура и соленость морской воды до глубины 1500 – 2000 м с помощью комплекса «*Sea-Bird 911 plus*», скорость и направление течений в верхнем 300-ти метровом слое с помощью акустического измерителя *ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)*. Фоновые океанографические условия анализировались по данным климатического массива гидрологических измерений БОД МГИ [1] и массива спутниковых измерений *MyOcean Pathfinder V5.2 (PFV52) AVHRR*, содержащего среднесуточные значения температуры поверхности моря (ТПМ) в узлах регулярной сетки $0,04^\circ \times 0,04^\circ$ с января 1982 по июнь 2017 гг. [2]. При интерпретации особенностей фактического распределения ТПМ в период съемки анализировались пространственные распределения среднemesячных синоптических (СКО_{син}) и межгодовых (СКО_{меж}) среднеквадратических отклонений ТПМ, а также среднemesячных межгодовых аномалий ТПМ, рассчитанных по данным [2]. Кроме того, анализировались среднemesячные модельные поля ветра [3] и поверхностных течений [4].

Для оценки связи между горизонтальными распределениями термохалинных параметров и ее изменения в зависимости от глубины были рассчитаны коэффициенты линейной корреляции R между рядами температуры и солености на каждом горизонте измерений (дискретность 1 м) по всей совокупности выполненных гидрологических станций и вертикальные градиенты средних по полигону значений температуры (ВГТ) и солености (ВГС).

Основные результаты. В нормальном сезонном цикле период выполнения съемки характеризуется наибольшим прогревом поверхностных вод, при этом максимальные значения ТПМ наблюдаются несколько позже, в конце июля – начале августа (рис.1, а). В диапазоне долгот $30 - 33^\circ$ в.д. температура воды в период максимального прогрева поверхностных вод примерно на 1°C ниже, чем к западу и востоку. Среднemesячное климатическое распределение температуры в июле по спутниковым данным показывает, что в прибрежных районах примерно от Одессы до Каламитского и Каркинитского заливов температура воды заметно ниже, чем на других участках побережья (рис.1, в). Конфигурация изотерм, вытягивающихся в виде «языков» пониженной и повышенной температуры, отражает генеральное направление распространения холодных и теплых вод, которое в большинстве случаев качественно совпадает с направлением поверхностных течений. Из рис.1, в видно, что на акваторию съемки поступают холодные воды северо-западного шельфа, при этом часть этих вод под действием Основного Черноморского течения (ОЧТ) поворачивает на юго-запад, а другая часть прижимается к берегу и следует на юго-восток к Гераклею п-ову. У южных и восточных берегов Крыма на прибрежном шельфе сохраняется относительно низкая температура воды, хотя направление течений в этом районе не дает основания считать, что холодные воды проникают сюда из области северо-западного шельфа. В целом климатические направления течений и ветров в открытой части моря у берегов Крыма



Р и с . 1 . Климатический сезонный ход ТПМ (а) и СПМ (б) по данным БОД МГИ на разрезе вдоль северных берегов Черного моря (положение разреза показано черной линией на (в)), климатические распределения ТПМ по спутниковым данным (в), векторов модельных течений на поверхности (г), векторов скорости ветра (д) и СПМ по данным БОД МГИ (е) в июле. На (а), (б) штриховкой отмечены период и район выполнения экспедиционной съемки, на (в) – (е) район проведения работ выделен черным цветом.

в июле (рис.1, г, д) позволяют предположить, что понижение ТПМ у берегов вероятно обусловлено сгоном поверхностных вод в открытое море.

В юго-восточную часть съемки, согласно климатическому распределению ТПМ, вместе с ОЧТ проникают воды из наиболее теплой восточной части Черного моря (рис.1, в). Менее выраженная область теплых вод наблюдается в юго-западной части моря, следы которой на акватории съемки прослеживаются слабо.

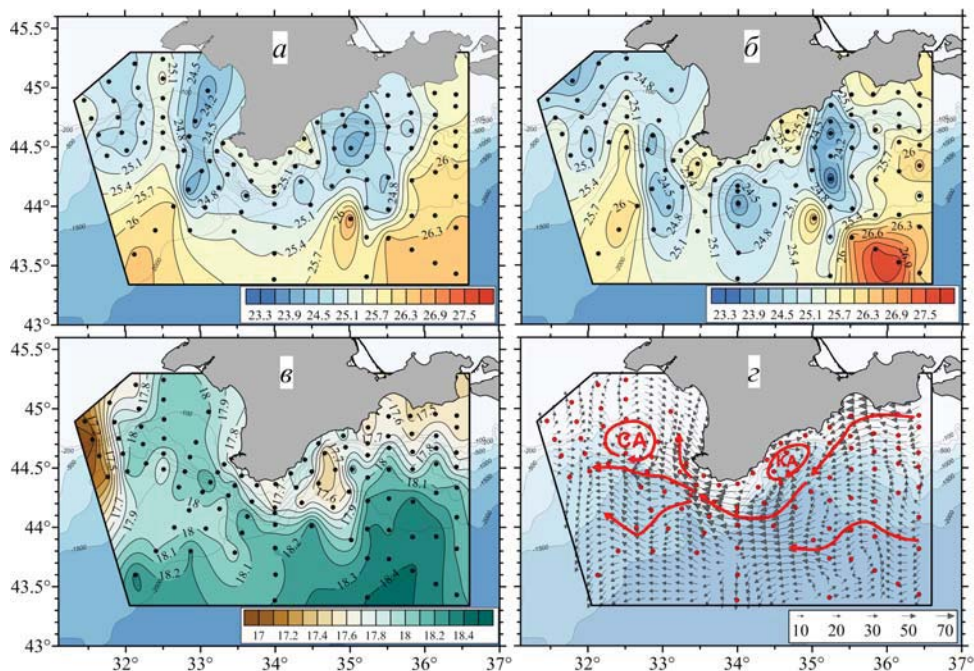
Климатическое сезонное изменение поля солености на поверхности

(СПМ) вдоль северного побережья Черного моря показывает, что район исследований охватывает, по крайней мере, две области с отличающимся сезонным циклом. Западнее 32° 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.1, б). Восточнее 33° в.д. наблюдается относительно высокая соленость. В июне – июле она несколько понижается, особенно восточнее 35° в.д., где сказывается влияние керченско-азовского распреснения. Т.е. на акватории съемки в июле можно ожидать появления очень пресных вод в западной части съемки и более слабого распреснения на северо-востоке. Интенсивное распреснение вод на северо-западном шельфе и более слабое к югу от Керченского п-ова хорошо прослеживаются на среднемесечном климатическом распределении СПМ для июля (рис.1, е). В центральной части Черного моря по климатическим данным наблюдаются две области повышенной солености, так называемые «халистазы». В июле западная «халистаза» выражена более четко, чем восточная.

Распределения термохалинных полей по данным измерений в июле 2016 г. существенно отличаются от климатических, особенно в деятельном слое моря, где они формируются под влиянием конкретных условий в приводном слое атмосферы и особенностей циркуляции вод. На пространственную структуру фактических термохалинных полей также оказывает влияние несинхронность выполнения съемки. Вместе с тем, анализ полученных распределений позволяет выявить некоторые пространственные особенности, которые поддаются физической интерпретации с точки зрения крупномасштабной климатической структуры вод.

По данным съемки распределения температуры и солености на поверхности носили пятнистый характер. Карты температуры по фактическим измерениям и спутниковым данным за период съемки показывают качественно одинаковые черты (рис.2, а, б). По двум типам данных на северо-западе съемки наблюдались «языки» холодных вод (ниже 25°C), вытянутые в южном направлении, что в целом согласуется с климатической картиной. Эти воды характеризовались относительно повышенной соленостью (выше 18 ‰) (рис.2, в). Низкая температура и относительно высокая соленость, судя по климатическим распределениям, свидетельствуют о том, что эти воды, вероятнее всего, образуются в восточной части северо-западного шельфа. Климатическое распределение температуры в июле по спутниковым данным показывает, что самые холодные воды располагаются на северо-западном шельфе восточнее Одессы, в Каркинитском заливе и в северной части Каламитского залива (рис.1, в). Согласно распределению модельных течений, на поверхности эти воды могут проникать далеко на юг примерно до 44° с.ш. (рис.1, з). По инструментально измеренным течениям на самом верхнем горизонте измерений (10 м) эти воды также могут распространяться на юг вдоль восточной периферии Севастопольского антициклона (рис.2, з).

Самые низкие значения солености (до 17 ‰) были отмечены на крайнем западном разрезе съемки (рис.2, в). Они являлись следами распреснения, наблюдаемого на северо-западном шельфе Черного моря (рис.1, б, е).



Р и с . 2 . Распределения ТПМ по спутниковым данным (а), температуры (б) и солености (в) на горизонте 1 м по данным съемки, векторы инструментально измеренных течений на горизонте 10 м (г). СА – Севастопольский антициклон, КА – Крымский антициклон, красные стрелки – ветви ОЧТ.

Эти распресненные воды сохраняли относительно низкую температуру (до 25,2 °С) и поступали в район съемки с потоком восточного направления, зафиксированным инструментальными измерениями на западной границе полигона (рис.2, г).

В открытой части моря примерно вдоль основной струи ОЧТ наблюдались пятна пониженной температуры (ниже 24,5 °С). Эта пятнистость может быть связана с изменением интенсивности ОЧТ вдоль его основной струи и в какой-то степени с несинхронностью выполнения съемки. Справа от ОЧТ у берегов Крыма отмечалась тенденция к повышению температуры. Особенно четко она проявлялась к югу от Гераклеяского и Керченского п-овов, где шельф расширяется. Прибрежное повышение температуры (до 26 °С) к югу от Керченского п-ова сопровождалось понижением солености до 17,5 ‰, которое связано с поступлением сюда керченско-азовских вод с прибрежной ветвью ОЧТ (рис.2, б, в). Пятно повышенной температуры (до 25,7 °С) и пониженной солености (до 17,5 ‰) наблюдалось также над шельфом и свалом глубин примерно между м.Аю-Даг и м.Меганом, где по инструментальным данным был зафиксирован антициклонический круговорот – Крымский антициклон [5], который, вероятно, захватывал часть керченско-азовских вод (рис.2, б – г).

К востоку от Крымского антициклона примерно на траверзе м.Меганом в период съемки по фактическим измерениям и спутниковым данным наблюдалось относительно большое пятно холодных вод (ниже 24,2 °С), простирающееся далеко на юг в открытое море (рис.2, а, б). По климатиче-

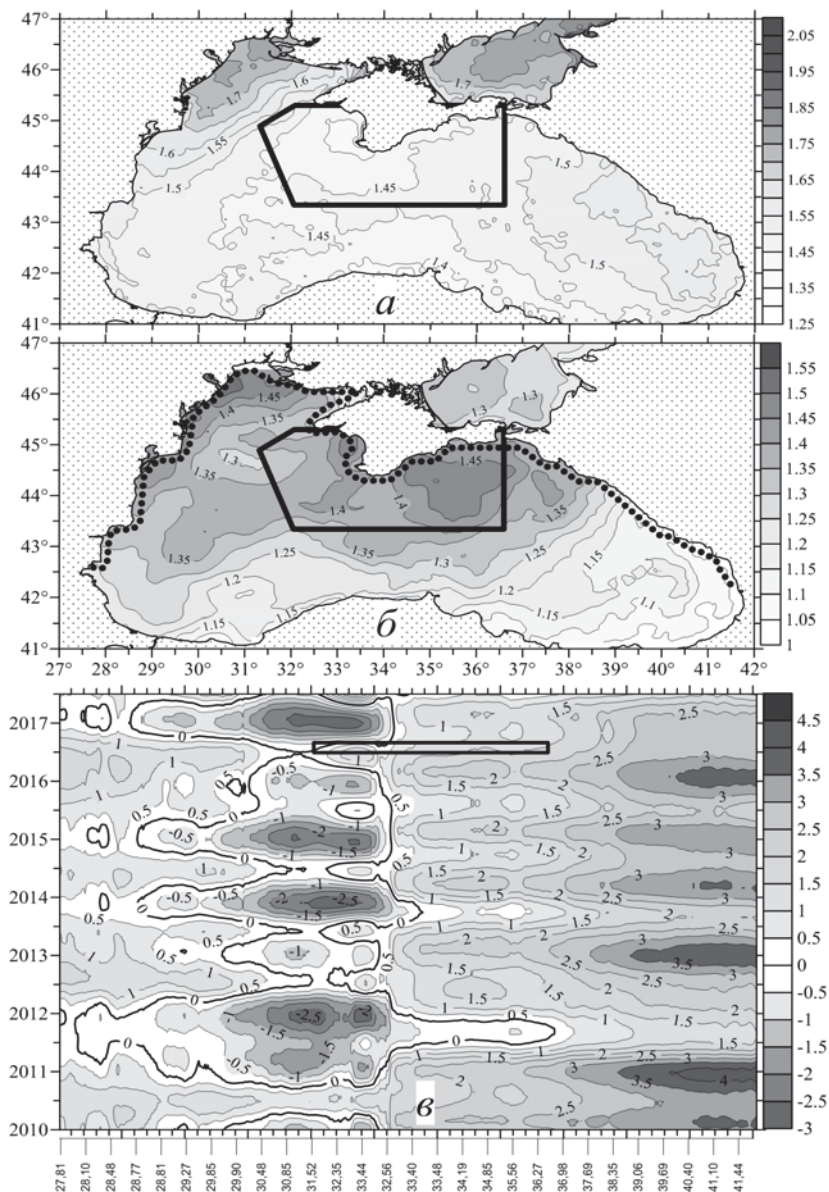
ским данным в этом районе также отмечается некоторое расширение прибрежной полосы холодных вод. Возможной причиной возникновения этого пятна являются отжимные течения, которые наблюдались в этом районе как по модельным данным (рис.1, *з*), так и по фактическим инструментальным измерениям (рис.2, *з*).

Отметим, что тенденция к повышению температуры у берегов Крыма по фактическим данным (рис.2, *б*) заметно отличается от среднего климатического распределения в июле, согласно которому у берегов Крыма воды холоднее, чем в зоне ОЧТ (рис.1, *в*). На вопрос, является это отличие проявлением синоптической изменчивости ТПМ или оно обусловлено ее межгодовыми вариациями, позволяет ответить анализ пространственного распределения синоптического и межгодового СКО ТПМ по спутниковым данным (рис.3, *а, б*). В целом у берегов Крыма в июле уровень синоптической изменчивости понижен, при этом минимальные значения $СКО_{\text{син}}$ наблюдаются у Гераклейского п-ова и в мористой части Каламитского залива (рис.3, *а*). В то же время уровень межгодовой изменчивости ТПМ у крымского побережья возрастает, а максимумы $СКО_{\text{меж}}$ наблюдаются в районе Каламитского залива и на обширной области у восточных берегов Крыма (рис.3, *б*). Поэтому аномальное повышение ТПМ у крымского побережья вероятнее всего обусловлено межгодовыми вариациями. Это подтверждается распределением среднемесячных межгодовых аномалий ТПМ за период с 2010 по 2017 гг. вдоль северных берегов Черного моря по спутниковым данным. У берегов Крыма, начиная с 2012 г., прослеживались высокие положительные аномалии ТПМ, которые в период съемки в июле 2016 г. достигали $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис.3, *в*).

К югу от ОЧТ отмечалась общая тенденция к повышению температуры и солёности. Их максимальные значения ($27,5 - 28,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $18,3 - 18,4\text{ ‰}$ соответственно) наблюдались на юго-востоке полигона. На юго-западе района съемки также прослеживалось некоторое повышение температуры и солёности (рис.2, *б, в*). Если принять эти области за периферии западной и восточной «халистаз», то можно констатировать, что в июле 2016 г. в полях температуры и солёности восточная «халистаза» была более выражена, чем западная. По климатическим данным в июле эта особенность прослеживается только для поля температуры (рис.1, *в*), а в поле солёности, наоборот, западная «халистаза» проявляется более четко, чем восточная (рис.1, *е*).

Особенности пространственного распределения температуры и солёности на поверхности сохранялись примерно до глубины нижней границы верхнего квазиоднородного слоя (ВКС). На юге съемки в зонах «халистаз», где повышались поверхностные температура и солёность, наблюдалось уменьшение глубины залегания нижней границы ВКС до 5 м (рис.4, *а*). Здесь же отмечалось уменьшение глубины залегания максимума вертикального градиента температуры (ВГТ) до 5 – 10 м (рис.4, *б*). Ближе к берегам Крыма, особенно в районе Крымского антициклона, прослеживалось увеличение глубины залегания нижней границы ВКС до 20 – 25 м (рис.4, *а*) и глубины залегания максимума ВГТ до 30 – 35 м (рис.4, *б*).

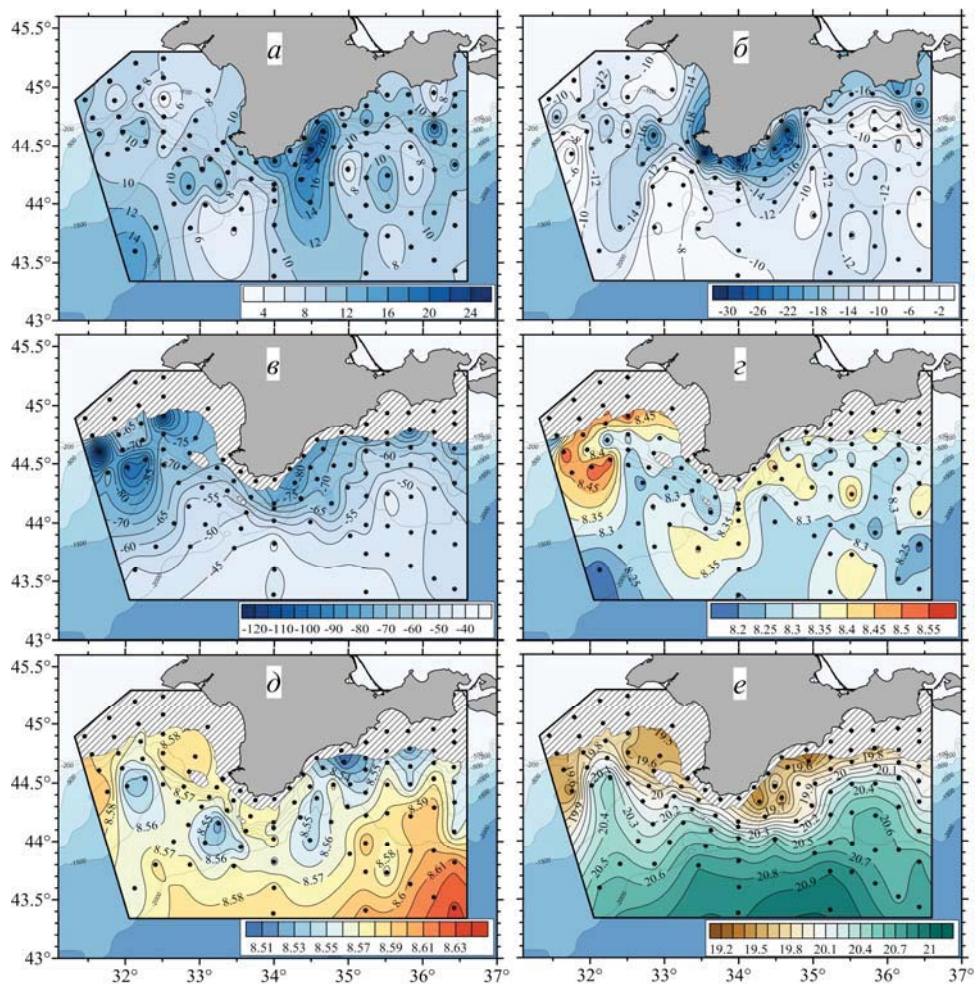
Некоторые особенности, наблюдающиеся в распределениях глубин ВКС и максимального ВГТ, проявлялись также в пространственных распределениях характеристик холодного промежуточного слоя (ХПС). Высокие



Р и с. 3. Распределения $СКО_{\text{син}}$ (а), $СКО_{\text{меж}}$ (б) и межгодовых аномалий ТПМ на прибрежном профиле (в). Положение профиля показано черным пунктиром, район проведения работ выделен черным цветом.

значения глубины залегания ядра ХПС (75 – 80 м) прослеживались ближе к крымским берегам. Ее максимальные значения (90 – 95 м) наблюдались в северо-западной части съемки мористее свала глубин, минимальные (45 – 50 м) – в южной части съемки ближе к зонам «халистаз» (рис.4, в).

Отметим, что в местах заглубления ядра ХПС наблюдалось повышение его температуры. У крымских берегов температура в ядре ХПС повышалась до 8,35 – 8,4 °С, в северо-западной части съемки она достигала максималь-



Р и с . 4 . Распределения толщины ВКС (а), глубин залегания нижних границ максимального вертикального градиента температуры (б) и ядра ХПС (в), температуры в ядре ХПС (з), температуры (д) и солёности (е) на горизонте 100 м.

ных значений 8,45 – 8,5 °С. В глубоководной южной части съёмки, где глубина залегания ядра ХПС уменьшалась, наблюдались минимальные значения температуры 8,2 – 8,3 °С (рис.4, з). Тенденция к росту температуры в ядре ХПС при увеличении глубины его залегания была обнаружена ранее по результатам съёмки в ноябре 2015 г. Между этими параметрами была выявлена значимая прямая линейная связь с величиной коэффициента корреляции $R \sim 0,58$ [6]. По данным настоящей съёмки эта связь была несколько слабее ($R \sim 0,53$). Рост значений температуры в ядре ХПС при его заглублении можно объяснить более интенсивным вертикальным перемешиванием по сравнению с вышележащими сильнее стратифицированными слоями [5].

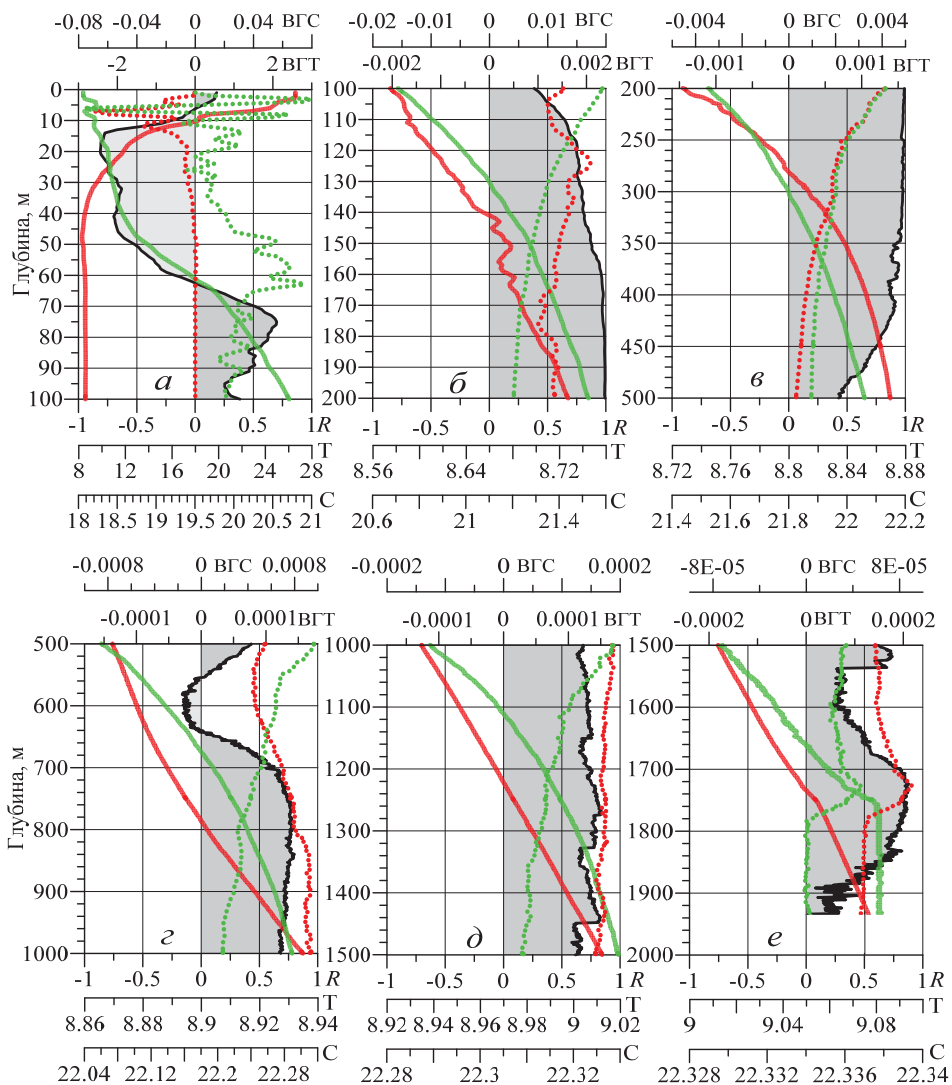
Изменения горизонтальной структуры термохалинных полей с глубиной определяются особенностями наклонов основных изоповерхностей, которые, в свою очередь, связаны с крупномасштабной циркуляцией вод [5]. Корреляционная связь между горизонтальными распределениями полей

температуры и солености характеризует уровень согласованности наклонов изотерм и изохалин на разных глубинах. Анализ вертикального распределения коэффициентов линейной корреляции R между этими параметрами позволяет глубже понять особенности пространственной структуры вод.

По данным съемки в верхнем 100-метровом слое наблюдалась достаточно сложная горизонтальная структура полей температуры и солености, что проявилось в существенной вертикальной изменчивости значений R (рис.5, *a*). В пределах ВКС была выявлена слабая незначимая положительная связь ($R \sim 0,2$). На верхней границе слоя температурного скачка под сезонным галоклином на глубинах 5 – 7 м происходила смена знака корреляции, при этом с ростом глубины величина R увеличивалась и достигала максимума ($- 0,7$) под слоем максимальных вертикальных градиентов на глубинах 15 – 20 м. Второй более слабый максимум R ($- 0,6$) отмечался на глубинах 40 – 45 м, ближе к средней по полигону глубине залегания ядра ХПС. На глубинах 60 – 65 м, соответствующих нижней части ХПС с минимальной вертикальной изменчивостью температуры и среднему по полигону слою основного галоклина с максимальной изменчивостью солености, вновь происходила смена знака корреляции. Максимум R ($0,75$) наблюдался под основным галоклином на глубине 75 м.

В общем случае ниже ХПС и основного галоклина на горизонтальных распределениях температура и соленость понижались в северном направлении вследствие генерального заглужения основного термоклина и галоклина в сторону берега. Качественно одинаковая горизонтальная структура полей температуры и солености отразилась в высокой положительной корреляционной связи между ними (рис.5). Вместе с тем, на некоторых глубинах эти закономерности нарушались, и связь становилась незначимой. Так, у нижней границы ХПС в относительно тонком слое 95 – 105 м на горизонтальных распределениях температуры вдоль струи ОЧТ прослеживались пятна вод пониженной температуры ($8,54 - 8,55$ °С на 100 м), которые разделялись перемычками более теплой воды (рис.4, *д*). Отметим, что на станциях, где было зафиксировано понижение температуры воды, ХПС имел несколько прослоек с минимальной температурой, нижняя из которых прослеживалась на глубинах 90 – 110 м. В поле солености такая пятнистость практически не наблюдалась и ее значения на горизонте 100 м возрастали от $19,5 - 19,7$ ‰ у свала глубин до $20,8 - 20,9$ ‰ в южной глубоководной части съемки (рис.4, *e*). Особенно заметное повышение температуры ($8,57 - 8,58$ °С) и понижение солености (ниже $19,6$ ‰) наблюдалось над свалом глубин в зоне Севастопольского антициклона. Таким образом, в этом слое наблюдался низкий уровень согласованности горизонтальных полей температуры и солености ($R \sim 0,25$) (рис.5, *a*)

Глубже уровень связи заметно возрастал и в слое 150 – 350 м прослеживалась максимальная согласованность горизонтальных распределений температуры и солености ($R \sim 0,95 - 0,99$) (рис.5, *б, в*). Ниже величины R снова постепенно уменьшались и глубже 500 м становились незначимыми (ниже $0,25$), а в слое 550 – 650 м корреляция между температурой и соленостью изменяла знак ($R \sim - 0,2$) (рис.5, *з*). Такие особенности в распределении R в слое 500 – 650 м связаны с наличием прослоек квазиоднородной воды с минимальными изменениями по вертикали ВГТ и ВГС. При этом



Р и с . 5 . Вертикальные профили температуры (красные кривые), солёности (зелёные кривые), вертикальных градиентов температуры (ВГТ, °С/1 м) (красный пунктир), солёности (ВГС, ‰/1 м) (зелёный пунктир) и коэффициента корреляции R между горизонтальными распределениями температуры и солёности (чёрные кривые, серая заливка) на глубинах 0 – 100 (а), 100 – 200 (б), 200 – 500 (в), 500 – 1000 (г), 1000 – 1500 (д) и 1500 – 2000 м (е).

квазиизотермический слой наблюдался на глубинах 540 – 600 м, а слой с квазиоднородной по вертикали солёностью располагался несколько глубже на 560 – 640 м (рис.5, г). Как отмечается в [5], на этих глубинах могут присутствовать модифицированные мраморноморские воды.

В слое 650 – 1900 м наблюдалась положительная корреляция, а значения R существенно возрастали ($\sim 0,7 - 0,8$) (рис.5, г – е). Заметное уменьшение значений R (до 0,25) прослеживалось на глубинах 1550 – 1600 м, что может быть связано с более резким повышением солёности с глубиной. На

глубинах 1700 – 1750 м значения R снова увеличивались до 0,8, здесь же отмечалось увеличение значений ВГТ и ВГС. Глубже 1800 м, где располагался квазиоднородный придонный слой с минимальными значениями ВГТ и ВГС, величина R уменьшалась до незначимого уровня (рис.5, е).

Заключение. Распределения термохалинных полей по данным фактических измерений в июле 2016 г. существенно отличаются от климатических норм. В отличие от среднего климатического распределения ТПМ в июле по фактическим данным у берегов Крыма было выявлено аномальное повышение температуры, обусловленное преимущественно ее межгодовыми вариациями. По спутниковым данным летом 2016 г. здесь наблюдались высокие положительные межгодовые аномалии ТПМ, достигающие 1,5 °С.

В июле 2016 г. по данным съемки в поле солёности была более четко выражена восточная «халистаза», тогда как по климатическим данным в этом месяце лучше проявляется западная «халистаза».

В зонах Севастопольского и Крымского антициклонов отмечалось повышение температуры и понижение солёности, при этом Севастопольский антициклон проявлялся в распределении термохалинных полей глубже ХПС, Крымский антициклон – в верхнем квазиоднородном слое и до нижней границы слоя температурного скачка. В области Крымского антициклона происходило увеличение глубины залегания нижней границы ВКС до 20 – 25 м и глубины залегания максимума ВГТ до 30 – 35 м.

Показано, что максимальные значения глубины залегания ядра ХПС (80 – 95 м) прослеживались у крымских берегов и в северо-западной части съемки, минимальные (45 – 50 м) – в южной части ближе к зонам «халистаз». В местах заглупления ядра ХПС наблюдалось повышение его температуры. У берегов Крыма и в северо-западной части съемки температура в ядре ХПС повышалась до 8,4 – 8,5 °С, в южной части – понижалась до 8,2 – 8,3 °С.

Показано, что в верхнем 100-метровом слое самый высокий уровень связи горизонтальных полей температуры и солёности ($R \sim 0,75$) наблюдался под основным галоклином на глубине 75 м. Ниже ХПС и основного галоклина практически до дна между горизонтальными распределениями температуры и солёности отмечалась высокая положительная корреляция. Ее максимум ($R \sim 0,95 - 0,99$) прослеживался в слое 150 – 350 м. Корреляция становилась незначимой в относительно тонких слоях 550 – 650 и 1550 – 1600 м, где изменения по вертикали температуры и солёности имели свои особенности.

В целом, несмотря на отличия распределений гидрологических характеристик в период съемки 87-го рейса «Профессор Водяницкий» от климатических норм, динамические процессы и гидрологическая ситуация находились в пределах естественной изменчивости для данной акватории.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2015-0001 «Фундаментальные исследования процессов в системе океан-атмосфера-литосфера, определяющих пространственно-временную изменчивость природной среды и климата глобального и регионального масштабов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Андрющенко Е.Г., Галковская Л.К., Годин Е.А. и др. Банк океанографических данных МГИ НАН Украины: Информационные ресурсы и доступ к данным. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– 59 с. <http://ocean.nodc.org.ua>
- 2 http://www.myocean.eu/interactive_catalogue/sst_bs.
- 3 <https://www.ncdc.noaa.gov/nomads>
- 4 http://dvs.net.ru/mp/data/main_ru.shtml
- 5 Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– 209 с.
- 6 Артамонов Ю.В., Скрипалева Е.А., Алексеев Д.В. и др. Гидрологические условия в западной части Черного моря в ноябре 2015 г. (по материалам 81 рейса НИС «Профессор Водяницкий») // Морской гидрофизический журнал.– 2016.– № 4.– С.64-78.

Материал поступил в редакцию 26.07.2017 г.

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

THERMOHALINE STRUCTURE OF WATER NEAR THE CRIMEA COAST AND ADJACENT OPEN WATER AREA OF THE BLACK SEA AT SUMMER 2016

The investigation of thermohaline structure of water near the Crimea coast and the adjacent open water area of the Black Sea in July 2016 are presented based on data received in 87th cruise of the research vessel "Professor Vodyanitsky". It is shown that abnormal temperature growth was observed near the Crimean coast, due to interannual variations. It was revealed that in the Sevastopol and Crimean anticyclones temperature was increased and salinity was decreased, while the Sevastopol anticyclone appeared below the cold intermediate layer, and the Crimean anticyclone appeared in the upper quasihomogeneous layer. The maximum depth of the cold intermediate layer core were traced along the Crimean coast and in the north-west area of the survey, the minimum values were in the south area closer to large-scale cyclonic cycles of the Black Sea. The level of connection between the horizontal fields of temperature and salinity is estimated as a function of depth. It is shown that a high bond of thermohaline fields was observed under the main halocline and below the cold intermediate layer at 150-350 m depths.

KEYWORDS: thermohaline fields, the Rim current, upper quasihomogeneous layer, cold intermediate layer, vertical gradients of thermohaline parameters, north-west shelf, the Sevastopol anticyclone, the Crimean anticyclone, space-time variability