

Анализ результатов наблюдений и методы расчета гидрофизических полей океана

УДК 551.466.3

В.В. Ефимов, А.Е. Анисимов

Влияние Черного моря на региональный климат

Региональный климат Причерноморья в значительной степени обуславливается влиянием Черноморского водного бассейна. Однако детальные качественные и количественные характеристики этого влияния до недавнего времени были неизвестны. Для выделения особенностей, вносимых Черным морем в региональный климат, проведен и описан численный эксперимент с региональной моделью атмосферной циркуляции. Результаты подтверждают, что основным эффектом является генерация мезомасштабной циркуляции над бассейном моря, связанной с контрастами потоков плавучести между морем и окружающей море сушей. Помимо этого, море вносит значительные возмущения в региональное распределение осадков – в период с апреля по июнь осадки уменьшаются в 1,5 – 2 раза, в то время как с августа по конец года наблюдается увеличение осадков.

Ключевые слова: Черное море, климат, моделирование климата.

Введение. Особенности климата Юго-Восточного региона Европы и Анатолийского п-ова в значительной мере определяются влиянием Черного моря. Известно, что морской бассейн, аккумулируя тепло в летний период, выделяет его зимой и в результате сглаживает перепады температуры между морем и окружающими районами суши. Кроме этого, температурные контрасты суша – море вызывают сезонный ход потоков плавучести и, как следствие, создают муссонный характер изменчивости атмосферной циркуляции над морем [1 – 4]. Тем не менее до настоящего времени не было сделано более детальных количественных и качественных оценок влияния, оказываемого морем на региональные динамические и термические поля. Такие оценки необходимы также при рассмотрении сценариев предполагаемых изменений климата в будущем. В климатических численных моделях Черное море представлено либо упрощенными интегральными моделями, либо заданным полем поверхностной температуры. И в том и в другом случае многие особенности влияния моря на региональный климат остаются не определенными. Поэтому оценки возмущений, вносимых морем в климатические поля, могут быть использованы при уточнении региональных сценариев климатических изменений.

Важной особенностью Черноморского региона является сложная орография (Кавказские и Понтийские горы, окружающие море, а также Крым-

© В.В. Ефимов, А.Е. Анисимов, 2012

ский п-ов). И орография и термические контрасты создают пространственно-временные особенности мезомасштабной циркуляции в нижней атмосфере, определяющие в конечном счете циркуляцию в самом Черном море [1 – 3]. Поэтому представляет интерес выделить эффекты, связанные с влиянием гор и вызванные самим морем (т. е. процессами взаимодействия море – атмосфера), по отдельности.

В статье рассмотрены результаты сравнения реанализа атмосферной циркуляции в Черноморском регионе с численными экспериментами, в которых бассейн моря заменен сухопутной областью, имеющей характеристики, близкие к характеристикам Северного Причерноморья. Разностные поля между данными реанализа и результатами численных экспериментов можно рассматривать как климатические возмущения, вносимые морем. Под климатическими характеристиками, как обычно, будем понимать усредненные за достаточно большой промежуток времени (≈ 30 лет) значения гидрометеорологических параметров.

Численная модель. В рамках кооперации с Метеорологическим центром Гадлея (Великобритания) по проекту *PRECIS (Providing Regional Climates for Impact Studies)* была использована региональная климатическая численная модель *HadRM3P* [5]. Это гидростатическая модель атмосферной циркуляции с 19 уровнями атмосферы, нижний из которых расположен на высоте 50 м, а верхний на уровне давления 0,5 ГПа. Помимо уравнений динамики атмосферы, в модель включены схемы параметризации атмосферных процессов, которые не разрешаются явно на модельной сетке: облачности и осадков, турбулентного приземного пограничного слоя, конвекции, гравитационного сопротивления поверхности, радиационных потоков. В модель также входит 4-уровневая схема параметризации процессов в верхнем слое почвы *MOSES* [6]. Граничные условия можно разделить на три типа. Начальные условия – это значения базовых метеорологических величин (температуры, давления, влажности, скорости ветра) внутри модельного домена, необходимые для начала расчета. Боковые граничные условия представляют собой интерполированные на границы домена данные глобального реанализа с 6-часовой дискретностью. Условия на нижней границе области моделирования – это данные о высоте над уровнем моря в каждой ячейке, о температуре поверхности водных бассейнов, а также о типе и свойствах подстилающей поверхности и растительности, используемые в схеме параметризации почвы. Последние задаются из глобального массива данных, описанного в работе [7]; каждой ячейке присваивается свой набор параметров (альбедо, параметр шероховатости, свойства почвы, тип растительности), соответствующий одному из 23 классов земной поверхности.

Предварительно был проведен базовый эксперимент по регионализации данных европейского реанализа *ERA-40* за 1958 – 2001 гг. С помощью модели эти данные были динамически пересчитаны с сетки с шагом 125×125 км на сетку с шагом 25×25 км для Черноморского региона [2]. Численный эксперимент для выделения влияния Черного моря на региональный климат за-

ключался в проведении аналогичного расчета с измененными условиями на нижней границе области моделирования. Для 20-летнего периода 1981 – 2000 гг. модельные ячейки, приходящиеся на акватории Черного и Азовского морей, были заменены сухопутными ячейками. Набор параметров для этих ячеек задавался постоянным и совпадающим по свойствам с параметрами области, прилегающей к морю с севера и соответствующей степной зоне. Остановимся кратко на особенностях модельного расчета, обусловленных этими изменениями.

Если для моря в реанализе ERA-40 и соответственно в модели HadRM3P температура поверхности воды задавалась по данным глобального массива HadISST [8], то температура поверхности для сухопутных ячеек рассчитывалась по уравнению теплового баланса:

$$R = Q_H + Q_E + G_0, \quad (1)$$

где R – суммарный поток коротковолновой и длинноволновой радиации, G_0 – поток тепла в почву, Q_H и Q_E – потоки явного и скрытого тепла соответственно. Для расчета потоков почвенного тепла решается уравнение диффузии с учетом процессов выделения и поглощения скрытого тепла, связанных с фазовыми переходами влаги в почве. Для Q_H и Q_E можно записать упрощенные соотношения:

$$Q_H = \frac{\rho c_p}{r_a} (T_* - T_1 - \frac{g}{c_p} z_1), \quad Q_E = L\psi \frac{\rho}{r_a} [q_{\text{sat}}(T_*) - q_1]. \quad (2)$$

Здесь ρ , T_* – плотность воздуха и температура поверхности суши; T_1 – температура воздуха на нижнем модельном уровне z_1 ; q_1 и $q_{\text{sat}}(T_*)$ – абсолютная влажность воздуха у поверхности и влажность насыщенного воздуха при температуре T_* ; r_a – коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от параметра шероховатости, скорости ветра и стратификации; g – ускорение свободного падения; c_p – теплоемкость воздуха при постоянном давлении; L – скрытая теплота парообразования; ψ – коэффициент, описывающий влагосодержание почвы и зависящий от типа подстилающей поверхности.

Кроме того, для сухопутных ячеек параметризуется ряд других процессов. Для каждого слоя почвы рассчитываются влагозапас и температура. Поток влаги вглубь почвы параметризуется в зависимости от гидравлической проводимости, которая является функцией от влагосодержания в каждом слое. На верхней границе схема замыкается уравнением баланса влаги

$$W_0 = P + S - Y, \quad (3)$$

где W_0 – суммарный поток влаги на верхнем уровне, P – осадки в виде дождя, S – влага из-за таяния снега, Y – поверхностный сток.

Таким образом, если над морем поток влаги зависит только от стратификации пограничного слоя атмосферы и коэффициента сопротивления, связан-

ного со скоростью ветра, то над сушей он может ограничиваться количеством доступной для испарения влаги. В модели верхнего слоя почвы *MOSES* для этих расчетов используются уравнения переноса тепла и влаги, фазовых переходов, учитываются структурные свойства почвы и растительности. Как показали результаты численных экспериментов, именно ограничение величин фактического испарения над сушей по сравнению с испаряемостью над морем определяет в основном вклад, вносимый морем в термодинамические свойства региональной атмосферы. Поток явного тепла играет меньшую роль.

Влияние моря на циркуляцию атмосферы. Рассмотрим поля давления и скорости ветра в численных экспериментах по модели без моря и сравним их с фактическими полями, полученными в результате усреднения данных регионального реанализа за 1981 – 2000 гг., т. е. выделим возмущения, вносимые морем. На рис. 1, *а, б* показаны среднемесячные поля атмосферного давления, приведенные к уровню моря для зимнего (январь) и летнего (июль) сезонов для эксперимента с заменой моря сушей. Поля возмущений давления, вносимых морем для тех же месяцев, показаны на рис. 1, *в, г*. Как видно, пространственные особенности распределения давления в восточной и южной частях региона связаны с наличием Кавказских и Понтийских гор. В северной части региона, где отсутствуют горы, распределение изобар приближается к зональному. Наибольшие орографические возмущения наблюдаются для летнего сезона (рис. 1, *б*), когда в восточной части моря создаются области пониженного давления, соответствующие циклоническому характеру циркуляции.

Особенности поля скорости ветра в контрольном эксперименте были рассмотрены ранее в работах [2, 3]. Отметим лишь, что для зимнего сезона над Черноморским бассейном развивается циклоническая циркуляция, которая меняется летом на антициклоническую. При этом в восточной части моря в июле циклоническая циркуляция сохраняется по-прежнему, что вызвано особенностями обтекания ветром Кавказского хребта – вклад в завихренность в этом районе летом связан с северо-восточным ветром с суши [9].

Возмущения, вносимые морем в поле приземного давления для января (рис. 1, *в*), носят циклонический характер, т. е. формируется область пониженного давления, достаточно четко ограниченная акваториями Черного и Азовского морей. Лишь в северо-восточной части региона отрицательные возмущения давления выходят за пределы моря. Величины возмущения давления над морем составляют 1 – 1,5 мбар.

Для летнего месяца (рис. 1, *г*) возмущения, вносимые морем, значительно отличаются от отклонений давления в зимний сезон не только по знаку (над морем возмущения давления положительны), но и по величине (до 5 мбар в восточной части морского региона). Эти возмущения распространяются на большие сухопутные области, примыкающие с севера и северо-востока к акватории моря.

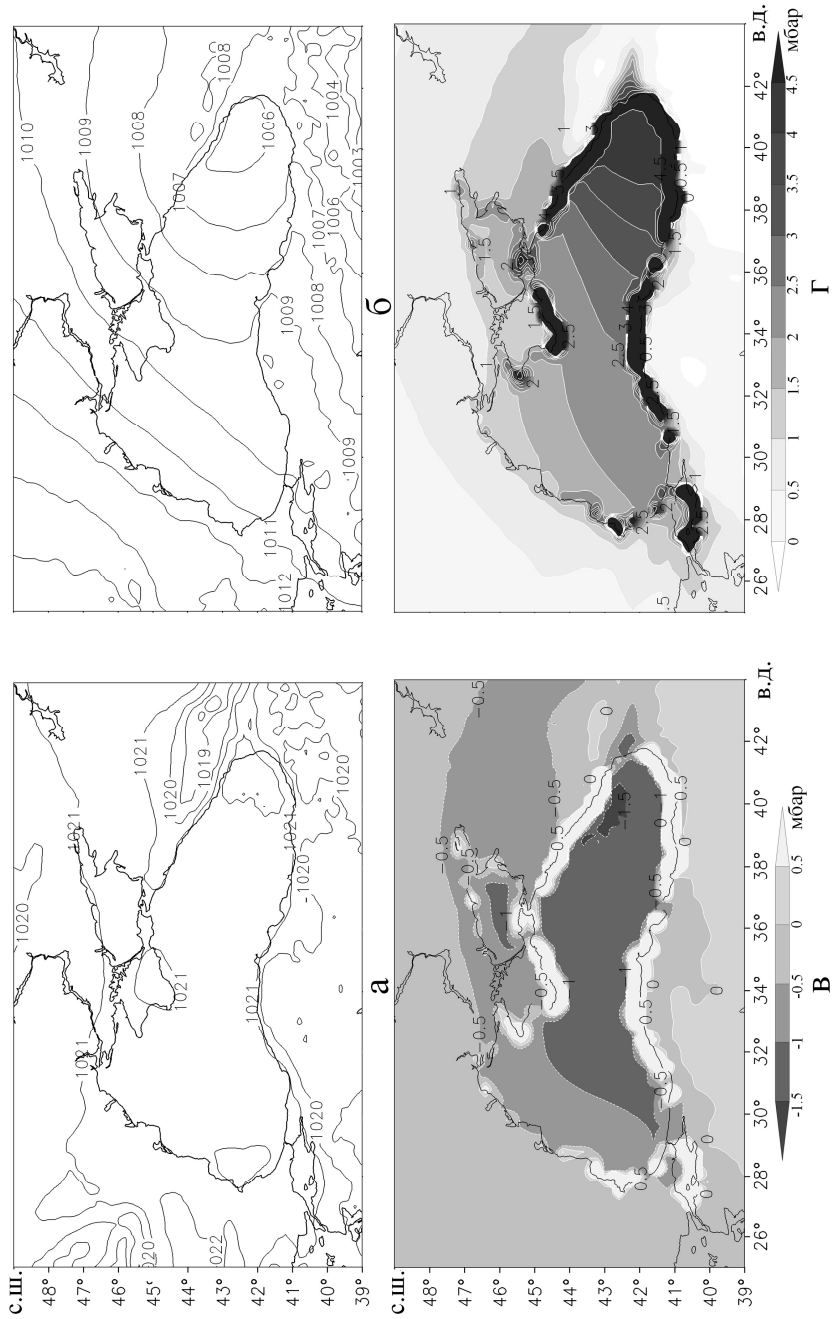
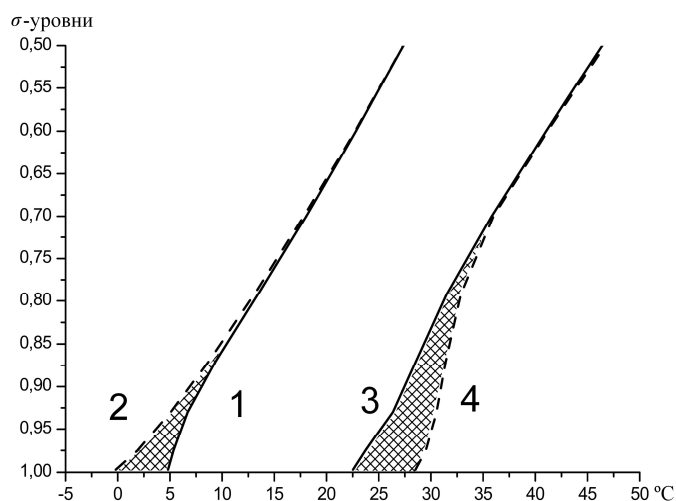


Рис. 1. Средненные за период 1981 – 2000 гг. среднемесячные поля атмосферного давления (мбар), приведенные к уровню моря в эксперименте с заменой моря суши для января (а) и июля (б), а также разность величин атмосферного давления между результатами контрольного и экспериментального расчетов за тот же период для января (в) и июля (г)

Объяснение физического механизма возникновения возмущений давления достаточно очевидно. Оно заключается в различии стратификации планетарного пограничного слоя над сушей и над морем. На рис. 2 показаны вертикальные профили потенциальной температуры над морем в центральной части в точке с координатами 36° в. д., $43,5^\circ$ с. ш. и над сушей в той же точке в численном эксперименте без моря. Зимой профили потенциальной температуры в планетарном погранслое достаточно близки, летом различие более существенно. Площадь заштрихованного участка для лета определяет превышение величин плавучести в пограничном слое над сушей по сравнению с пограничным слоем над морем. Зимой разность величин плавучести имеет противоположный знак.

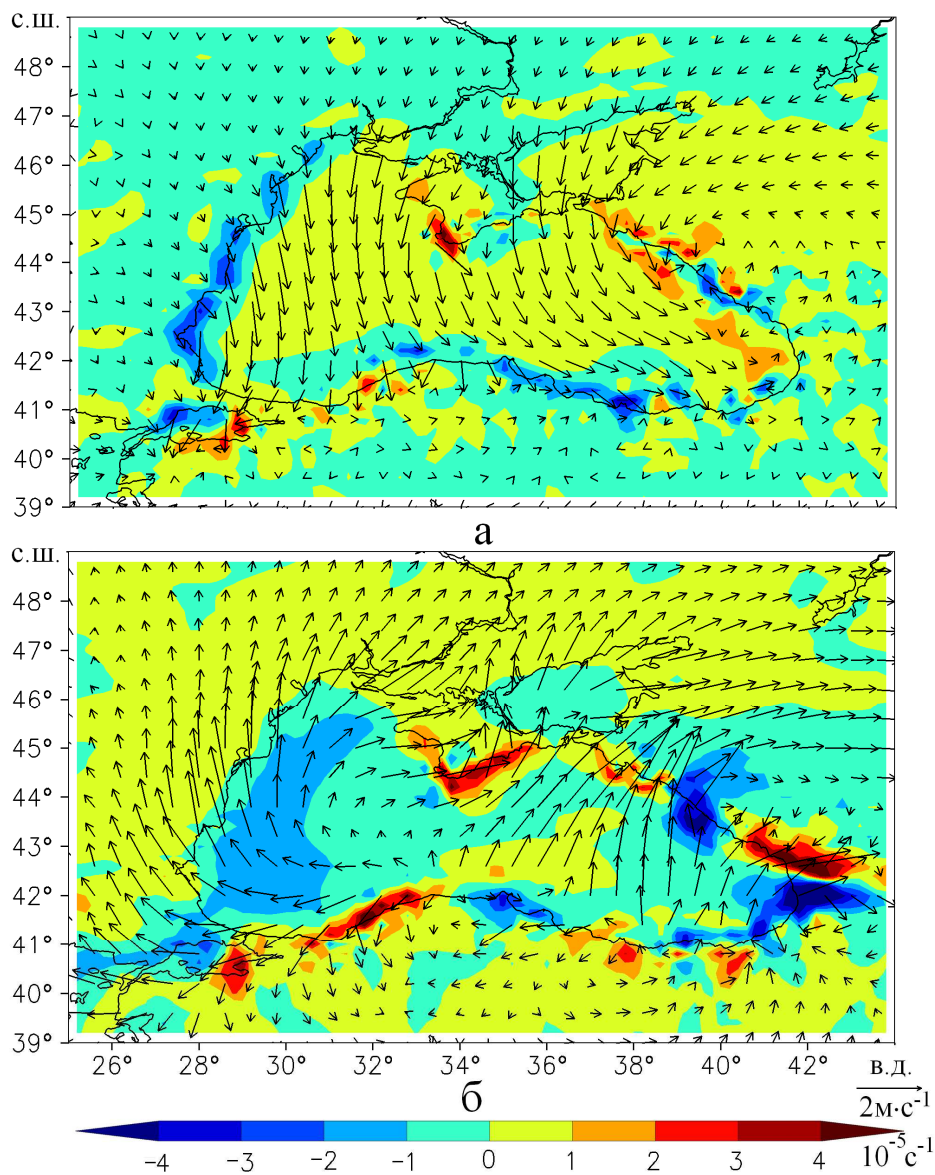


Р и с. 2. Профили потенциальной температуры атмосферы ($^{\circ}\text{C}$), осредненные за 1981 – 2000 гг., в точке с координатами 36° в.д., $43,5^\circ$ с. ш. на σ -уровнях над районом открытого моря (1) и над сушей (2) в экспериментальном расчете для января, а также аналогичные профили над акваторией моря (3) и над сушей (4) для июля

Профили потенциальной температуры свидетельствуют также о том, что вносимые морем возмущения локализованы в пограничном слое. Зимой они распространяются до уровня 900 – 850 мбар, летом – выше: до 780 – 750 мбар. Действительно, в июле над сушей днем развивается высокий конвективно-неустойчивый пограничный слой, в то время как над морем он не возникает. Связанное с этим различие профилей потенциальной температуры над сушей и над морем в нижней части пограничного слоя атмосферы отчетливо проявляется на рис. 2.

На рис.3, а, б показаны возмущения поля скорости ветра на высоте 10 м, а также завихренности поля скорости для января и июля. По-существу, здесь представлен в «чистом» виде муссонный эффект, связанный с годовым циклом температурных контрастов между морем и окружающей сушей. Над всей акваторией моря в январе влияние моря вызывает циклоническую (положительную) завихренность, в июле – антициклоническую. При этом летняя антициклоническая завихренность занимает всю площадь моря, в том числе и

его восточную половину, поскольку в отличие от исходных невозмущенных полей вклад циклонической циркуляции, связанный с обтеканием высоких Кавказских гор, здесь исключается. Не приводя иллюстрации, укажем, что в соответствии с годовым ходом завихренности изменяются поля дивергенции / конвергенции, а также вертикальной скорости. В январе над морем возникает конвергенция скорости приводного ветра и соответствующая ей направленная вверх в пограничном слое вертикальная скорость, в июле – наоборот.



Р и с. 3. Разности векторов скорости приповерхностного ветра ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) и завихренности скорости (10^{-5} s^{-1}) на высоте 10 м между результатами контрольного расчета по данным за 1981 – 2000 гг. и экспериментального расчета с заменой моря сушей за аналогичный период для января (а) и июля (б)

Особенностью поля приповерхностного ветра является его ограничение с юга и востока высокими Понтийскими и Кавказскими горами. Это проявляется наиболее заметно для зимнего сезона, когда формируется устойчивая стратификация в приземном пограничном слое, препятствующая переваливанию потока воздуха через горы. Поэтому и зимой и летом весь адвективный обмен в пограничном слое над морем осуществляется через северную и западную границы моря. Через эти границы и происходит основной приток / отток воздуха в зимний / летний сезоны года.

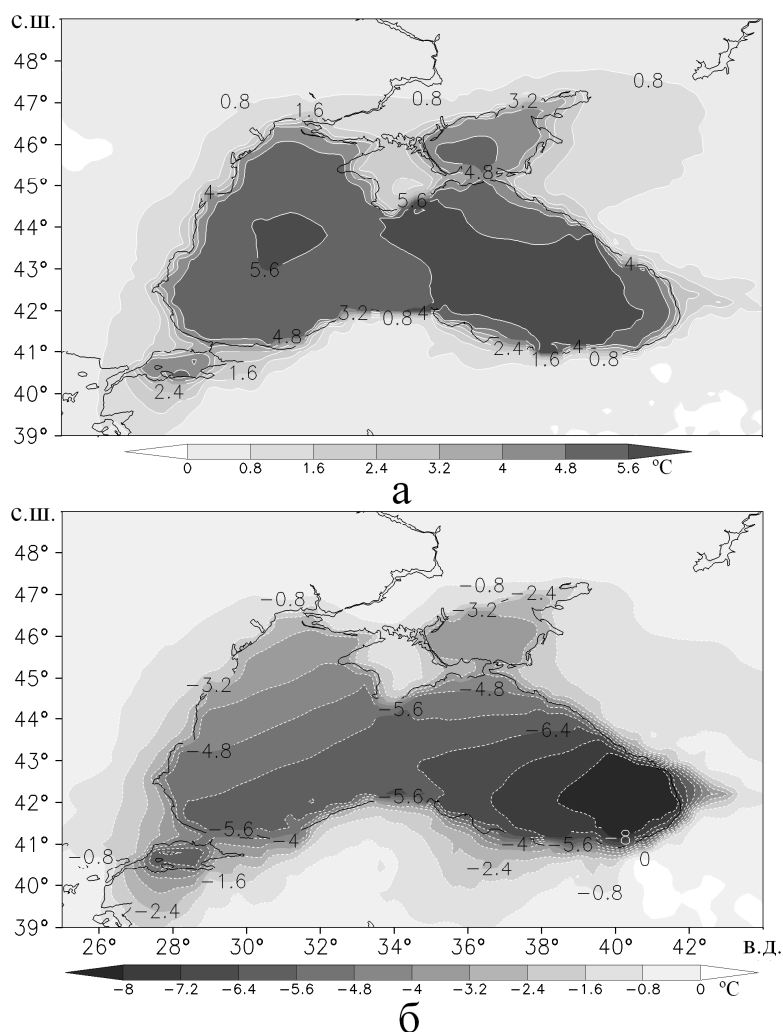
В соответствии с рис. 2 возмущения, вносимые морем в пограничный слой, максимальны летом, поэтому и величины возмущений скорости приповерхностного ветра и величины завихренности также максимальны летом над открытой акваторией моря. Исключение составляют области перехода суша – море в западной части Черного моря и северо-западной части Азовского. Вероятно, основной причиной появления вытянутой вдоль побережья полосы антициклонической завихренности является перестройка структуры пограничного слоя, связанная с резким изменением величины параметра шероховатости [2]. Для моря его значение составляет $\approx 10^{-4}$ м, а вблизи берега для суши 0,1 – 1 м. В результате скорость и направление ветра вблизи берега зимой существенно изменяются (рис. 3, а). В то же время летом влияние моря распространяется далеко за пределы акватории моря, и здесь резких изменений скорости в зоне перехода суша – море не происходит (рис. 3, б).

Таким образом, существенным различием полей возмущений скорости в зимний и летний периоды является то, что летом влияние моря распространяется на обширные северные и северо-западные районы суши, примыкающие к Черному морю. Если в январе влияние моря выходит за пределы береговой черты лишь незначительно в северной части и несколько больше в северо-западной части суши, примыкающей к Кавказским горам, то в июле эти области значительно расширяются. Не приводя иллюстрации, укажем, что летом влияние Черного моря распространяется на всю зону между Черным и Каспийским морями, а на юго-западе – на Мраморное и Эгейское моря.

Влияние моря на температуру воздуха. Возмущения, вносимые морем в поля температуры, показаны для января и июля на рис. 4, а, б. В целом качественно они имеют ожидаемый вид: зимой температура над акваторией моря повышается на 4 – 5°C.

При этом в зимний период времени область положительных возмущений распределена почти однородно по площади моря и, по существу, не выходит за его пределы. Например, даже небольшой Крымский п-ов не входит в зону температурного влияния моря. В отличие от этого в летний период влияние моря, приводящее к понижению температуры, распределено неоднородно по площади: на северо-западе вносимые морем возмущения составляют – 3,5 ... – 4,5°C, в юго-восточной части они увеличиваются до – 7 ... – 8°C. Так же как и возмущения скорости ветра (см. рис. 3, б), возмущения температуры летом несколько больше выходят за пределы моря – в северо-восточной части, а также в регионе между Черным и Каспийским морями. Не обсуждая детально причину больших величин возмущений температуры в юго-восточной части моря и не приводя иллюстраций, отметим лишь, что это связано с летним нагревом

почвы (до 31°C) в этой части региона, который связан, в свою очередь, в этот период с малой облачностью (средний балл облачности $\approx 20\%$) и малыми средними скоростями ветра ($\approx 2 - 4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$).



Р и с. 4. Разности величин температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на высоте 2 м между результатами контрольного расчета по данным за 1981 – 2000 гг. и экспериментального расчета с заменой моря сушей за аналогичный период для января (а) и июля (б)

Влияние моря на атмосферные осадки. Осадки являются одним из наиболее значимых метеорологических параметров, поэтому выделим особенности, вносимые влиянием моря в распределение осадков в течение года. Рассмотрим климатические величины осадков в численном эксперименте без моря. На рис. 5 показан годовой ход осадков по данным реанализа в точке с координатами 36° в. д., $43,5^{\circ}$ с. ш. и в той же точке в эксперименте без моря. Как видно, различие в годовом ходе осадков существенно. Над сушей явно выраженный максимум осадков приходится на апрель – июнь, над морем в

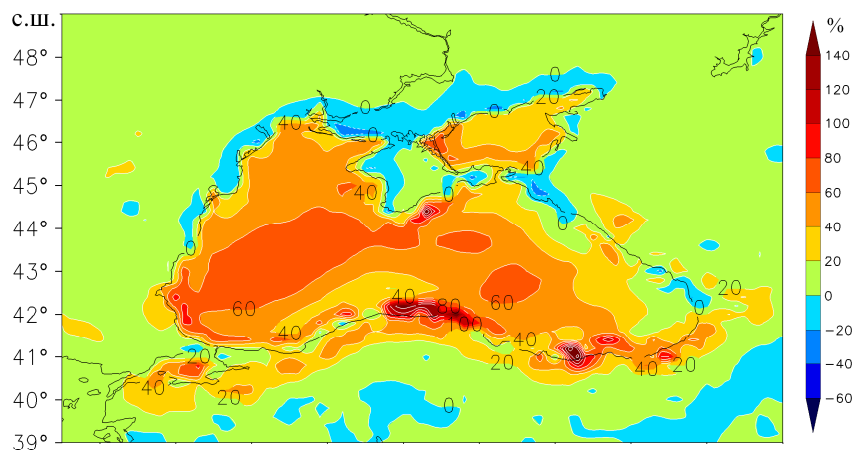
этот период количество осадков резко уменьшается и осадки имеют более равномерный годовой ход.



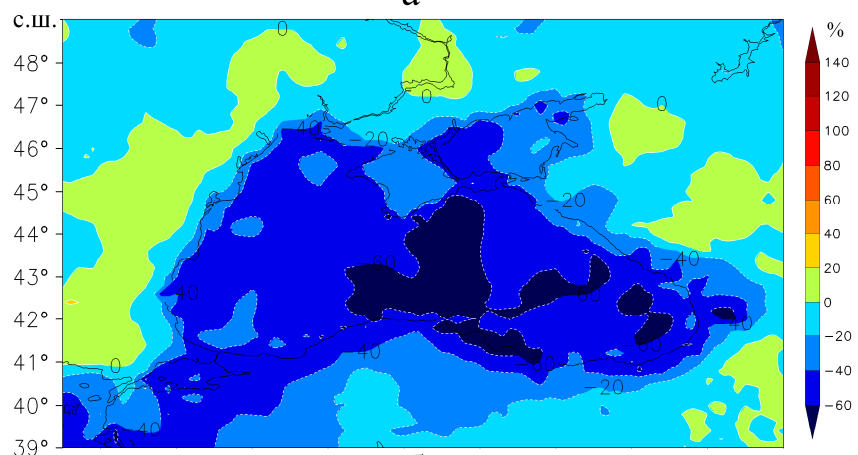
Р и с. 5. Годовой ход многолетних среднемесячных величин осадков (мм·мес⁻¹), осредненных за период 1981 – 2000 гг., в точке с координатами 36° в. д., 43,5° с. ш. над районом открытого моря (1) и над сушей (2)

Рассмотрим поля возмущений осадков (рис. 6), вносимых морем, и их изменения в течение трех характерных месяцев года, дающие представление о сезонной изменчивости пространственного распределения этих возмущений. В январе (рис. 6, *а*) влияние теплого по сравнению с окружающей сушей моря дополняется циклонической циркуляцией, и подъем воздуха в пограничном слое вызывает значительное увеличение осадков (до 50 – 60%).

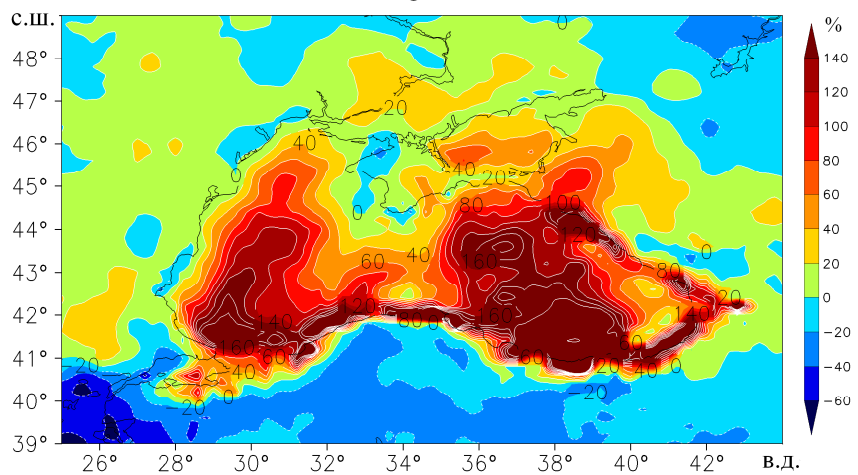
В феврале (данные не приведены) возмущения осадков уменьшаются, и начиная с апреля влияние моря, как видно из рис 5, проявляется в противоположной тенденции – уменьшении осадков. В июне количество осадков над морем снижается на 50 – 60% (рис. 6, *б*). Это уменьшение осадков, хотя и в меньшей степени, распространяется на часть прилегающей суши – в Крыму, западной части Анатолийского п-ова и в Колхидской долине количество осадков уменьшается на 30 – 40%. Физический механизм этого явления достаточно очевиден и связан с антициклонической циркуляцией, сформировавшейся под воздействием более холодного по сравнению с сушей моря и приводящей в результате к значительно меньшей облачности и соответственно меньшим осадкам над морем. Поскольку суша прогревается в эти месяцы уже сильнее, чем морская поверхность, случаи возникновения конвективных осадков в эксперименте без моря происходят чаще.



а



б



в

Р и с 6. Разности среднемесячных величин осадков между результатами контрольного расчета по данным за 1981 – 2000 гг. и экспериментального расчета с заменой моря сушей за аналогичный период в процентном отношении к величинам экспериментального расчета для января (а), июня (б) и августа (в)

Интересно отметить, что это снижение осадков в апреле – июне, вызванное влиянием моря, захватывает обширные сухопутные области, примыкающие к северной границе моря. Особенно заметно оно проявляется для Крымского п-ова, где осадки уменьшаются в эти месяцы весенне-летнего периода на 40 – 50%.

Наконец, начиная с конца июля и до конца года влияние моря приводит к увеличению осадков. В августе (рис. 6, в) осадки, вызванные морем, увеличиваются на 70 – 150%, хотя сами значения при этом невелики. Локализация возмущений осадков в южной части моря и вдоль подветренной стороны Понтийских гор связана с преобладающими в летние месяцы северными ветрами [2, 10]. В сентябре (не показано) осадки также увеличиваются — на 110 – 200%, в октябре — на 70 – 150%, ноябре — на 40 – 90%, декабре — на 30 – 40%. За акваторию моря эти возмущения, как правило, не распространяются. В октябре и ноябре они более выражены в западной части моря.

Причина, приводящая к увеличению осадков над морем начиная с середины лета, вероятно, не связана с сезонными изменениями в атмосферной циркуляции. Действительно, в июле – августе антициклонический характер возмущений давления и скорости ветра сохраняется, т. е. сохраняется тенденция уменьшения осадков, вызванных оседанием воздушной массы в нижних слоях атмосферы. Однако определяющую роль начинает играть море как неограниченный резервуар воды для испарения, приводя к противоположному эффекту, а именно, к увеличению осадков. В численном эксперименте без моря, напротив, рассчитанные значения осадков и влагосодержание верхнего слоя почвы, а соответственно и испарение в июле – сентябре, были малы. Таким образом, при значительной испаряемости почвы (т. е. потенциальном испарении) из-за дефицита влаги испарение в регионе над сушей оставалось малым, а следовательно, и доля осадков, связанная с локальным круговоротом воды, была малой. Не приводя данных, укажем, что в процессе моделирования влагосодержание в почве также рассчитывалось, и в июле – сентябре его величины были существенно меньшими.

Заключение. В результате сравнения данных реанализа с численными экспериментами, воспроизводящими атмосферную циркуляцию в Черноморском регионе в предположении отсутствия бассейна моря, оценены возмущения, вносимые морем в климатические характеристики атмосферных полей. Основной динамический эффект, вызываемый морем, заключается в генерации циркуляции муссонного типа, т. е. имеющей сезонный ход, связанный с контрастами потоков плавучести в атмосфере над морем и окружающей сушей.

В атмосфере над морем формируется циклоническая зимой и антициклоническая летом циркуляция. Оценены величины возмущений давления и скорости ветра, а также выделены пространственные особенности возмущений, вносимых морем при учете влияния окружающих гор.

Оценено влияние моря на распределение осадков в регионе. Обнаружено, что влияние моря существенно изменяет сезонный ход осадков над морем и в окружающих районах суши: в переходный весенне-летний период (апрель – июнь) осадки значительно снижаются (в 1,5 – 2 раза), в то время как в августе – декабре — повышаются. Эти эффекты связаны с антициклоническим характером вносимых морем возмущений, а также с наличием над морем доступной для испарения влаги.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Коротаев Г.К.* О причине сезонного хода циркуляции Черного моря // Морской гидрофизический журнал. – 2001. – № 6. – С. 14 – 20.
2. *Ефимов В.В., Анисимов А.Е.* Климатические характеристики изменчивости поля ветра в Черноморском регионе – численный реанализ региональной атмосферной циркуляции // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2011. – 47, № 3. – С. 380 – 392.
3. *Ефимов В.В., Анисимов А.Е., Барабанов В.С.* Климатическая структура поля ветра в Черноморском регионе // Морской гидрофизический журнал. – 2011. – № 3. – С. 3 – 13.
4. *Ефимов В.В., Анисимов А.Е.* Численное моделирование влияния температурных контрастов суша – море на атмосферную циркуляцию в Черноморском регионе // Там же. – 2011. – № 4. – С. 3 – 12.
5. *Jones R.G., Noguer M., Hassel D.C. et al.* Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. – UK, Exeter: Met Office Hadley Centre, 2004. – 40 p.
6. *Cox P.M., Betts R.A., Bunton C.B. et al.* The impact of new land surface physics on the GCM simulation of climate and climate sensitivity // Clim. Dyn. – 1999. – 15. – P. 183 – 203.
7. *Wilson M.F., Henderson-Sellers A.* A global archive of land cover and soils data for use in general circulation climate models // J. Climatol. – 1985. – 5. – P. 119 – 143.
8. *Rayner N.A., Parker D.E., Horton E.B. et al.* Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century // J. Geophys. Res. – 2003. – 108, № D14, 4407, doi: 10.1029/2002JD002670.
9. *Григорьев А.В., Петренко Л.А.* Черное море как фактор влияния на атмосферные процессы в регионе // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 1999. – С. 17 – 26.
10. *Bozkurt D., Sen O.L.* Precipitation in the Anatolian Peninsula: sensitivity to increased SSTs in the surrounding seas // Clim. Dyn. – 2011. – 36. – P. 711 – 726.

Морской гидрофизический институт НАН Украины,
Севастополь
E-mail: efimov@alpha.mhi.iuf.net

Материал поступил
в редакцию 25.01.11.
После доработки 14.04.11.

АНОТАЦІЯ Регіональний клімат Причорномор'я в значній мірі обумовлюється впливом Чорноморського водного басейну. Проте детальні якісні та кількісні характеристики цього впливу до недавнього часу були невідомі. Для виділення особливостей, які Чорне море вносить у регіональний клімат, проведений та описаний чисельний експеримент з регіональною моделлю атмосферної циркуляції. Результати підтверджують, що основним ефектом є генерація мезомасштабної циркуляції над басейном моря, пов'язана із контрастами потоків плавучості між морем та навколишньою сушею. Окрім цього, море вносить значні збурення в регіональний розподіл опадів – у період з квітня по червень опади зменшуються у 1,5 – 2 рази, у той час як з серпня по кінець року спостерігається збільшення опадів.

Ключові слова: Чорне море, клімат, моделювання клімату.

ABSTRACT Regional climate of the Black Sea region is substantially conditioned by impact of the sea water basin. However detailed qualitative and quantitative characteristics of this influence were unknown until recently. To isolate the features induced by the Black Sea influence in the regional climate, numerical experiment with regional model of atmospheric circulation is performed and described. The results confirm the fact that the main effect consists in generation of mesoscale circulation above the sea basin associated with buoyancy fluxes contrasts between the sea and surrounding land. Besides, the sea induces substantial perturbations in the regional distribution of precipitation – from April to June precipitation decreases by 1.5 – 2 times, whereas from August to the end of the year it increases.

Keywords: Black Sea, climate, climate modeling.