

УДК 551.524+551.508.5

DOI: 10.17277/voprosy.2019.02.pp.009-014

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ АБХАЗИИ

Я. В. Гицба

Абхазский государственный университет; Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия

Рецензент д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

Ключевые слова: акватория; ветровое волнение; температура воды; шторма.

Аннотация: Для климата Абхазии существенное значение имеет температура поверхностного слоя Черного моря, омывающего ее берега. На термический режим моря в теплый сезон наибольшее влияние оказывает солнечная инсоляция поверхностных вод и тепломассообмен с поверхностью суши. В период регионального потепления наблюдается повышение среднегодовой температуры поверхностных вод на 0,7 °С. Для гидрологического режима моря характерна высокая температура воды на протяжении всего года (8,8...26,4 °С), преобладание волн высотой до 2 м и система устойчивых и постоянных течений. В зимний сезон преобладает волнение южного направления (23,9 %), а в летний – западного (30,7 %). Наибольшее количество штормов наблюдается в феврале и составляет 35,8 %.

Объекты и методы исследования. Температура морской воды измеряется в поверхностном слое на Сухумском мысе с оконечности причала, выступающего в море на 30 м четыре раза в сутки в 06, 12, 18, 00 часов местного времени. Под температурой поверхностного слоя понимается температура верхнего слоя морской воды, толщиной не более 1 м в месте измерения, принимаемая за среднюю в этом слое и условно рас-

Гицба Яна Валиковна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной физики, e-mail: Yana_aku@mail.ru; Абхазский государственный университет; старший научный сотрудник, Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия.

пространяемая на прибрежную акваторию. Температура морской воды измеряется по шкале Цельсия, °С, специальным прибором ОТ-51 [1].

Направление распространения волн определяется при помощи берегового волномера. При наблюдениях различают восемь главных направлений – румбов СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ, С и неопределенное (случай толчеи) [1]. Метеорологические параметры измеряются в непрерывном режиме с использованием автоматизированной метеостанции Venteg Pro-2.

Результаты и обсуждение. Теплая поверхность Черного моря представляет собой неисчерпаемый источник, откуда на территорию Абхазии постоянно приносится влага. Самый теплый район Черного моря – его юго-восточная часть. Кавказские горы не пропускают в этот район северные ветры. Средняя годовая температура поверхностной воды Черного моря у Кавказского побережья колеблется в пределах 16,5...18 °С [2].

За счет большой теплоемкости водных масс и непрерывно происходящих процессов турбулентного перемешивания вод в летние месяцы в море аккумулируется огромное количество поступившего на его поверхность солнечного тепла. Поэтому с конца августа по март море значительно теплее суши, и в эти месяцы температура воздуха над морем оказывается выше температуры воздуха над побережьем. Но уже в апреле при начинающемся интенсивном потоке солнечной радиации поверхность суши быстро прогревается, становится теплее поверхности моря, что обуславливает некоторое понижение температуры воздуха над морем по сравнению с температурой над побережьем.

Чтобы дать объективную оценку гидрофизического режима сухумской акватории Черного моря, обработан массив данных за 1994 – 2017 гг. Из среднемесячного распределения температуры воды за 1994 – 2017 гг. следует, что температура понижается с августа по февраль включительно. Наименьшая среднемесячная температура поверхностного слоя воды в прибрежной зоне сухумской акватории Черного моря наблюдается в феврале (8,8 °С), что в целом согласуется с общим ходом теплового баланса юго-восточной части акватории моря (рис. 1).

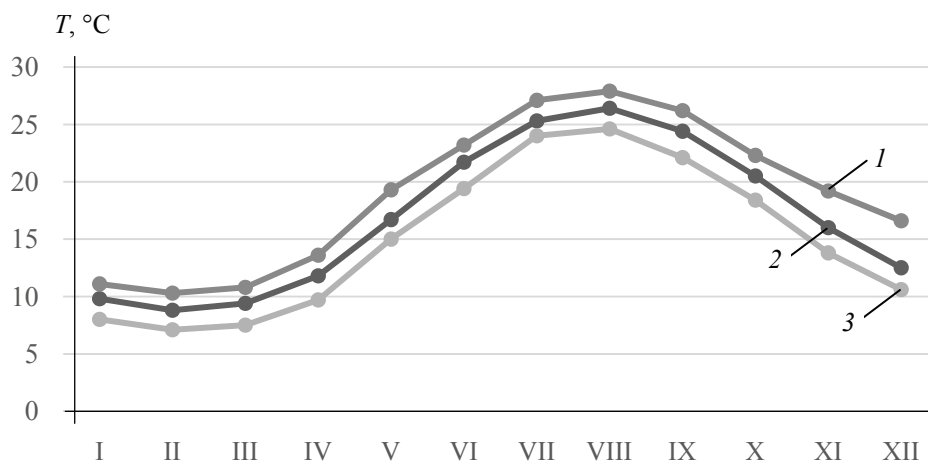


Рис. 1. Значения температуры воды T , °С, за 1994 – 2017 годы в сухумской акватории Черного моря:
1 – максимальные, 2 – средние, 3 – минимальные

Наибольшие значения температуры воды наблюдаются в августе, и среднемесячная температура воды в августе является наибольшей (26,4 °С). Самая низкая температура воды за весь период наблюдений зафиксирована в феврале 2008 г. и составила 6 °С. Средняя минимальная температура в феврале составляет 7,1°С (см. рис. 1). Максимальная температура морской воды зафиксирована в августе 2012 г (29,0°С). Среднемаксимальная температура воды в августе – 27,9°С.

Представляет значительный интерес межгодовая изменчивость температуры воды и ее связь с температурой воздуха в период регионального потепления. Коэффициент корреляции между среднемесячными значениями температуры воды и воздуха ($r = 0,95$) говорит об очень тесной связи между данными параметрами. Также обнаружена заметная корреляционная связь между среднегодовыми значениями температуры воды и воздуха ($r = 0,7$) [3].

На протяжении наблюдаемого периода (1994 – 2017 гг.) максимальные среднегодовые значения температура воды и воздуха наблюдались в 2010 г. (18,3 и 18,4 °С соответственно). В 2011 г. произошло существенное снижение температуры воды на 1,9 °С, воздуха – на 4,0 °С. Экстремальные значения температуры воды и воздуха в 2010–2011 гг. объясняются извержением вулкана Эйяфьядлайёкюдль в Исландии в апреле 2010 г. Минимальная среднегодовая температура воды наблюдалась в 1997 г. (16,2 °С), воздуха – в 1994 г. (12,9 °С) (рис. 2).

Средняя многолетняя температура воды в период регионального потепления составляет 16,9 °С, воздуха – 15,4 °С. Температура морской воды за последние 23 года повысилась на 0,7 °С, а воздуха – на 1,8 °С.

Для выявления тенденции изменения температуры морской воды в сухумской акватории Черного моря проведено сравнение между среднемесячными значениями температуры в период регионального потепления с климатической нормой и вычислено отклонение температуры от нормы.

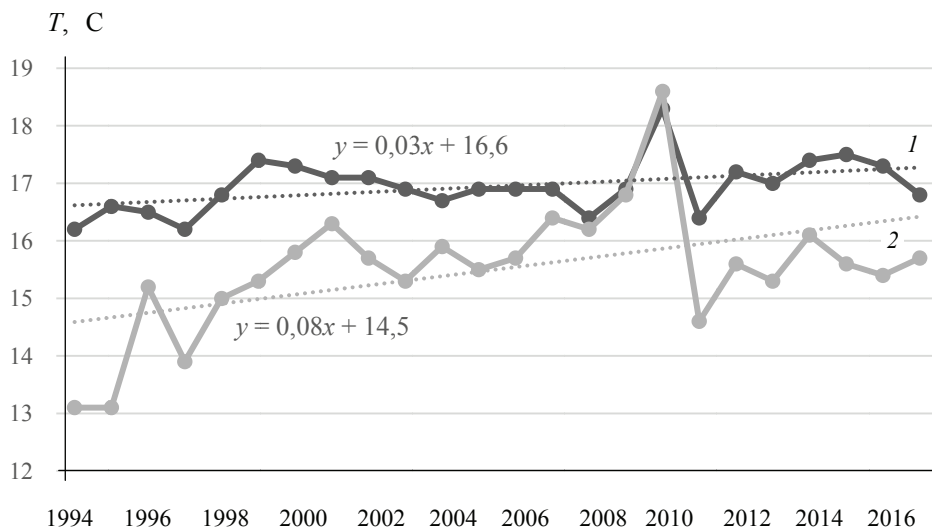


Рис. 2. Многолетняя изменчивость температуры поверхностного слоя воды 1 и воздуха 2

Отклонения среднемесячных значений от климатической нормы имеют положительную тенденцию: максимальное превышение наблюдается в июле ($2,2^{\circ}\text{C}$), минимальное – в январе-феврале ($0,1^{\circ}\text{C}$). Отклонение среднемесячной температуры от нормы возрастает в теплое время года. В целом, наблюдается повышение среднемесячных значений температуры воды на $2,0^{\circ}\text{C}$ по сравнению с климатической нормой [4].

Повышение температуры морской воды способно создать условия для обильных осадков, вызвать такие явления, как повышение уровня моря, изменения в локальных климатических условиях, что может негативно повлиять на социально-экономическое развитие многих стран. Следовательно, главной проблемой повышения температуры является нарушение экологического равновесия среды.

Черное море расположено в зоне взаимодействия холодных воздушных потоков, идущих с северо-запада и северо-востока, и теплых субтропических воздушных масс с юга и юго-запада. В связи с этим атмосферная циркуляция изменяется по сезонам и ярко выражена неоднородность климатических и погодных условий в различных частях бассейна. Зимой над морем устанавливается область низкого давления, что способствует преобладанию в это время года восточных и северо-восточных ветров с материка. Однако в течение зимы неоднократно возникают штормовые ветры западных и юго-западных румбов [5].

Кроме общих для термического режима факторов, для абхазской акватории особое значение имеют некоторые особенности ветрового волнения и повторяемости штормов. В акватории Абхазии в течение года доминирует слабое и умеренное волнение, высота волн которых не превышает $1,25\text{ м}$, и их повторяемость составляет 77% (рис. 3). Повторяемость волн высотой более $1,25\text{ м}$ ($3 - 5$ баллов) в течение года составляет 23% .

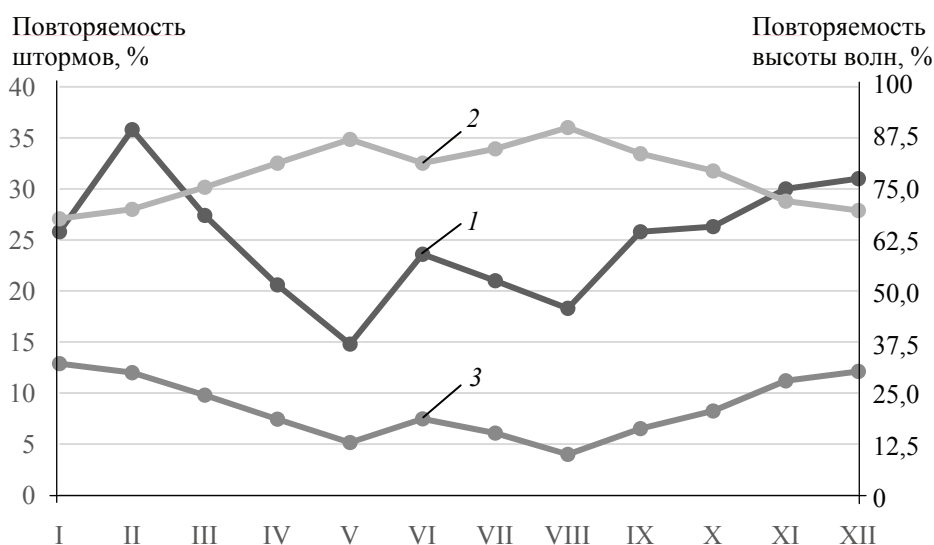


Рис. 3. Частота штормов и распределение высоты волн с силой до 5 баллов:
 1 – шторма; 2 – повторяемость степени волнения силой 1-2 балла; 3 – 3 – 5 баллов

Летом повсеместно преобладает волнение силой 1–2 балла, повторяемость которых составляет 85,4 %. Зимой их повторяемость уменьшается до 69,1 %. Волны высотой более одного метра (3 – 5 баллов) чаще всего наблюдаются в зимний период, повторяемость их достигает в этот период 30,9 %, что очевидно связано с усилением атмосферной циркуляции в это время.

В сухумской акватории в течение года в процентном отношении доминирует юго-западное направление волнения моря (23,1 %). Наименьшее среднегодовое значение приходится на северо-западное и северо-восточное направления (1,0 % и 1,4 % соответственно). В зимний сезон преобладающим направлением волнения является южное с повторяемостью 23,9 % (декабрь, январь, февраль – соответственно 24,6; 26,5; 20,5 %), для летнего периода характерно возрастание роли западного волнения 30,7 % (июнь, июль, август – соответственно 33,6; 27,5; 31 %). Этот факт хорошо согласуется с увеличением в летний период повторяемости западных ветров, которые, кроме того, являются сильными (средняя скорость $v_{\text{ср}} = 3,0$ м/с) [6].

Наибольшая повторяемость волнения моря юго-западного направления наблюдается весной (25,1 %), юго-восточного – зимой (18 %). Наибольшее северо-восточное направление волнения наблюдается в холодное время года, в весенний период составляет 4,5 % и зимний – 4,2 %, северо-западное доминирует в осенний период (3,2 %). Наибольшая повторяемость волнения моря восточного направления наблюдается зимой (16,4 %). Северное направление волнения в сухумской акватории не наблюдается вообще.

Таким образом, полученные результаты выявляют региональные особенности распределения гидрофизических параметров и служат критерием оценки экологического качества морской акватории при использовании в рекреационных целях.

Список литературы

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Ч. 1. Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах. – 4-е изд. – Л. : Гидрометеоиздат, 1984. – 312 с.
2. Справочник по климату Черного моря / под ред. А. И. Сорокиной. – М. : Московское отделение Гидрометеоиздата, 1974. – 407 с.
3. Гицба, Я. В. Температурный режим поверхностных вод и его влияние на окислительные процессы в сухумской акватории Черного моря / Я. В. Гицба, Я. А. Экба // Труды Адыгской академии наук. – Майкоп, 2010. С. 54 – 60.
4. Гицба, Я. В. Гидродинамические процессы в абхазской акватории черного моря / Я. В. Гицба, Я. А. Экба // Электрон. науч. журн. «Инженерный вестник Дона». – 2015. – № 4. – 13 с. – Режим доступа : http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_207_Gicba.pdf_51a67680c4.pdf (дата обращения: 15.02.2019).
5. Титов, В. Б. Об оценке температурного режима атмосферы, формирующего гидрологическую структуру Черного моря / В. Б. Титов, М. Т. Савин // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 10. – С. 78 – 84.

6. Гицба, Я. В. Динамика гидрофизических параметров абхазской акватории Черного моря / Я. В. Гицба, Я. А. Экба // Материалы XI Междунар. симпозиума «Проблемы экоинформатики», 2 – 4 декабря 2014 г., Москва. – Москва, 2014. – С. 76 – 80.

References

1. *Nastavleniye gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam. Vypusk 9. Gidrometeorologicheskiye nablyudeniya na morskikh stantsiyakh i postakh. Chast' I. Gidrologicheskiye nablyudeniya na beregovykh stantsiyakh i postakh* [Manual of hydrometeorological stations and posts. Issue 9. Hydrometeorological observations at sea stations and posts. Part 1. Hydro-logical observations at coastal stations and posts], Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984, 312 p. (In Russ.)

2. Sorokina A. I. [Ed.] *Spravochnik po klimatu Chernogo morya* [Handbook of the Black Sea Climate], Moscow: Moskovskoye otdeleniye Gidrometeoizdata, 1974, 407 p. (In Russ.)

3. Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A. *Trudy AdygsКОЙ akademii nauk* [Proceedings of the Adyg Academy of Sciences], Maykop, 2010, pp. 54-60. (In Russ.)

4. http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_207_Gicba.pdf_51a67680c4.pdf (accessed 15 February 2019).

5. Titov V.B., Savin M.T. [On assessing the temperature regime of the atmosphere that forms the hydrological structure of the Black Sea], *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 2000, no. 10, pp. 78-84. (In Russ.)

6. Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A. *Materialy XI Mezhdunarodnogo simpoziuma «Problemy ekoinformatiki»* [Materials of the XI International Symposium “Problems of Ecoinformatics”], 2-4 December 2014, Moscow, 2014, pp. 76-80. (In Russ.)

Hydrophysical Processes in Coastal Waters of the Marine Aquatoria of Abkhazia

Ya. V. Gitsba

*Abkhaz State University; Institute of Ecology, Academy of Sciences
of Abkhazia, Sukhum, Republic of Abkhazia*

Keywords: water area; wind swell; water temperature; storm.

Abstract: For the climate of Abkhazia, the temperature of the surface layer of the Black Sea, washing its shores, is essential. The thermal regime of the sea in the warm season is most affected by solar insolation of surface waters and heat and mass transfer with the land surface. In the period of regional warming, an increase in the average annual surface water temperature by 0.7 °C is observed. The hydrological regime of the sea is characterized by high water temperatures throughout the year (from 8.8 °C to 26.4 °C), the predominance of waves up to 2 m high, and a system of stable and constant currents. In the winter season, the excitement of the southern direction prevails (23.9%), and in the summer season - the western direction (30.7%). The greatest number of storms is observed in February, amounting to 35.8%.

© Я. В. Гицба, 2019