

УДК: 551.583.1, 551.589.6, 551.515.9
DOI: 10.7868/S25000640190106

ОПЫТ РЕГИСТРАЦИИ ШКВАЛЬНОГО ВЕТРА НА ВЗМОРЬЕ ДОНА

© 2019 г. Академик Г.Г. Матишов¹, Г.В. Валов¹, Е.Э. Кириллова¹

Аннотация. Рассмотрена динамика и причины возникновения шквалистого, до 21 м/с, ветра, имевшего место 11 июля 2018 г. на взморье р. Дон, на основании полученных метеоданных. Проведен анализ порывистости и выделены три фазы развития шквалистого ветра.

Сделан вывод о необходимости более детального изучения внезапных атмосферных явлений в условиях аридного климата. Также ввиду значительных отрицательных последствий таких явлений обоснована необходимость модернизации системы их регистрации и оповещения населения.

Ключевые слова: шквал, конвекция, термическая турбулентность, авандельта Дона, порывистость ветра.

EXPERIENCE OF REGISTERING SQUALL WIND IN THE DON RIVER DELTA-SEA FRONT

Academician RAS G.G. Matishov¹, G.V. Valov¹, E.E. Kirillova¹

Abstract. Dynamics and causes of squall wind, up to 21 m/s, registered on the 11th of July 2018 in the Don River delta front and seafront areas, based on the obtained meteorological data, have been considered. The analysis of gustiness has been made and three phases of development of squall wind have been determined and distinguished.

The conclusion about the need for a more detailed study of sudden atmospheric phenomena in arid climate has been made. Also, in view of the significant negative consequences of such phenomena, it is concluded that it is necessary to modernize the system of their registration and notification of the population.

Keywords: squall, convection, thermal turbulence, Don delta front, gustiness.

На морских побережьях при особых обстоятельствах формируются опасные гидрометеорологические явления: смерчи, боры, фёны, нагоны [1]. Их природа разнородна, но суть последствий во всех случаях губительная, с большим ущербом для промышленной и социальной инфраструктур. К таким же разрушительным факторам относится шквал – сильный порывистый ветер со скоростью до 20–30 м/с [2; 3].

В изученных случаях мощный порывистый ветер возникает внезапно, прослеживается в течение нескольких минут и постепенно стихает. Шквалы могут иметь локальный характер, обычно связаны с прохождением фронтальных зон циклонов в

обстановке очень сильной конвекции воздушных масс. Для Таганрогского залива и в целом для Азово-Донского бассейна всесторонне изучены сильные юго-западные нагонные ветры [4; 5]. На Азовском море феномен шквального северного ветра зафиксирован впервые сотрудниками Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону) с помощью комплекса стационарной измерительной аппаратуры.

Ключевым показателем турбулентности служит частота ветровых порывов при различных скоростях приземного ветра (табл. 1). Колебания и пульсации ветра можно надежно регистрировать только чувствительными самопишущими приборами. Для

¹ Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru

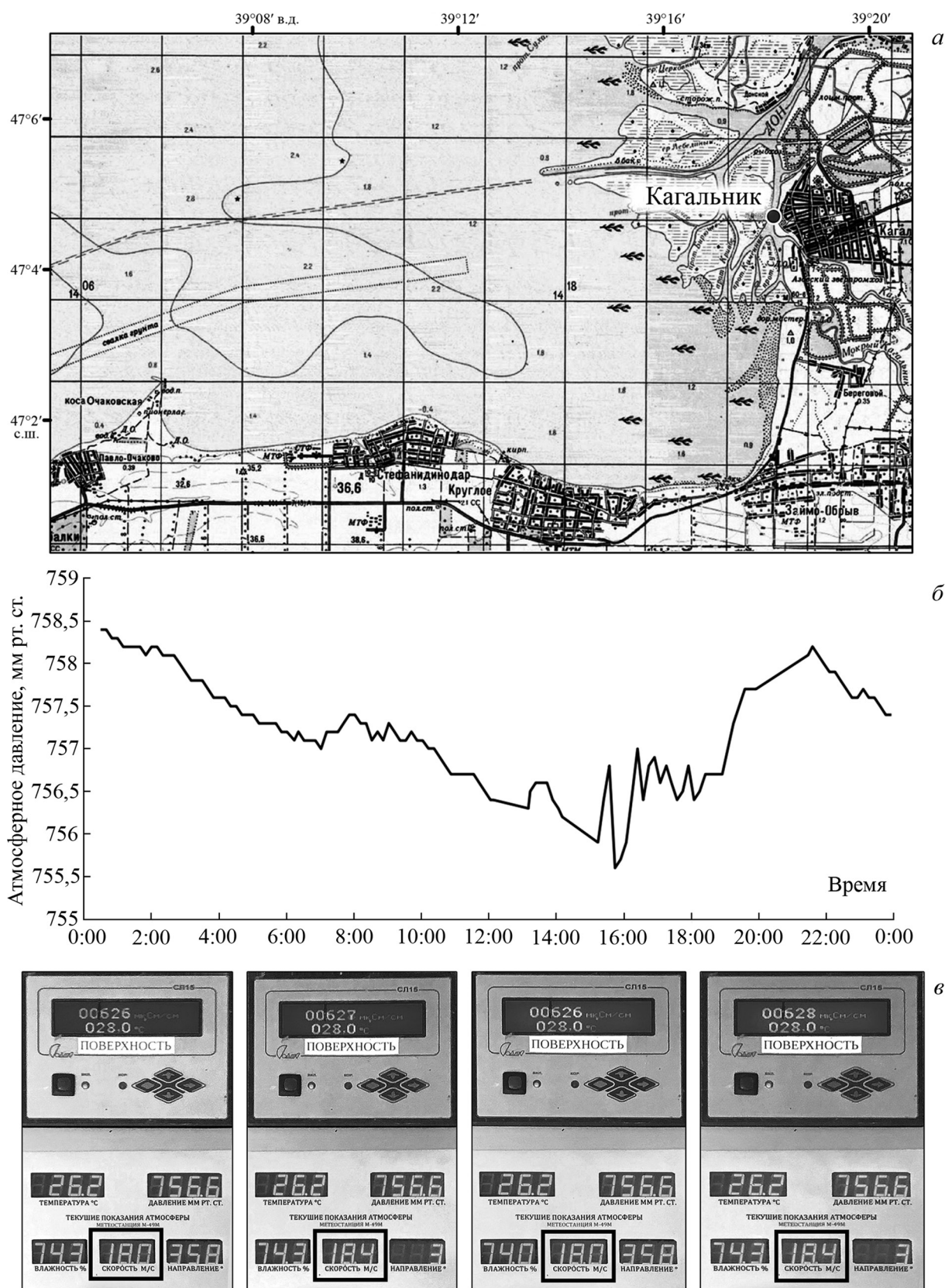


Рис. 1. Расположение метеостанции в дельте р. Дон (а), динамика атмосферного давления, мм рт. ст. (б) и показания метеостанции (в) в районе пос. Кагальник 11.07.2018.

Fig. 1. The location of the weather station in Don River delta (а), dynamics of atmospheric pressure, mm Hg (б) and indications of weather station (в) in the Kagalnik village 11 July 2018.

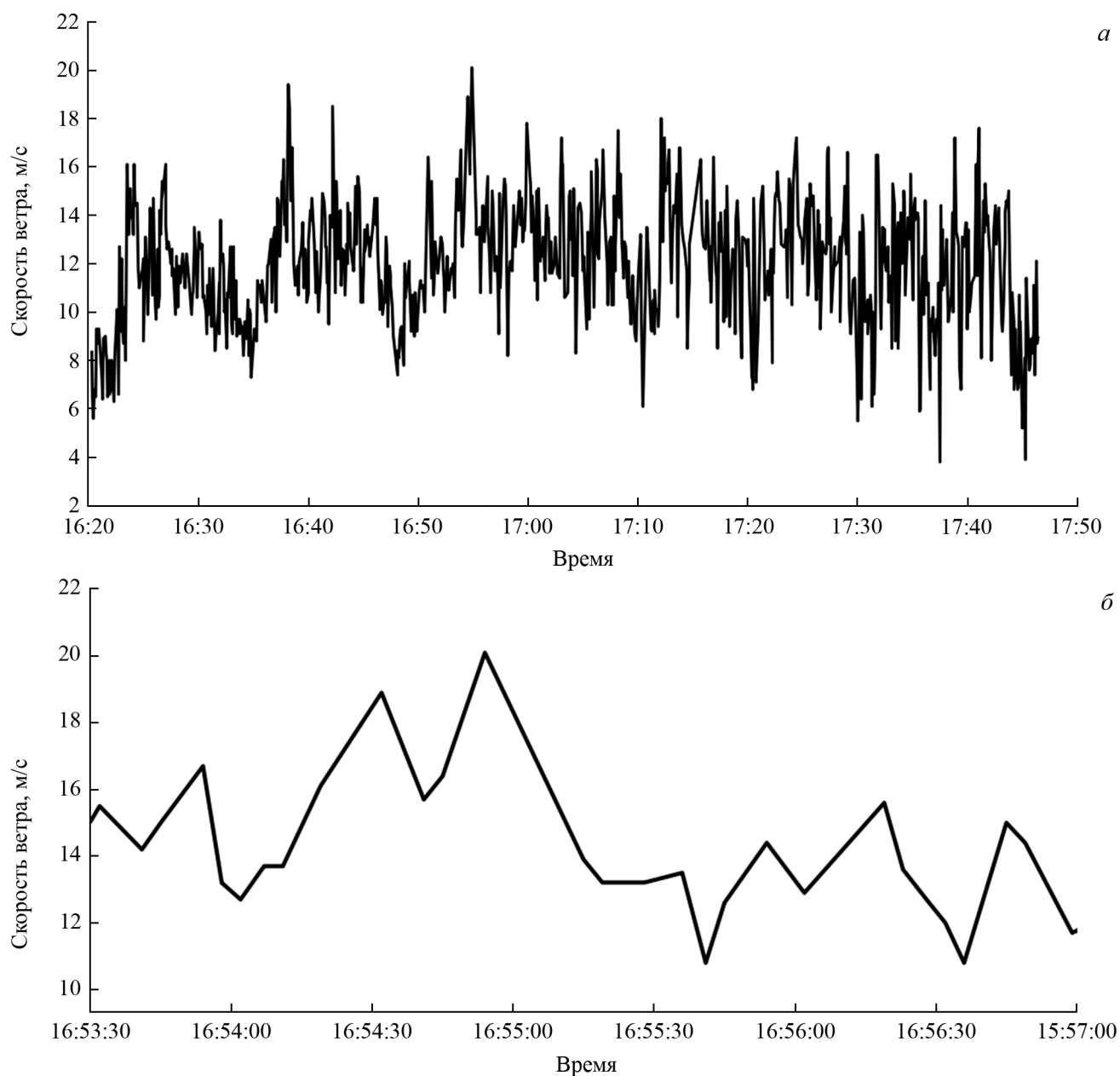


Рис. 2. Динамика скорости ветра (м/с) во время шторма по данным метеостанции пос. Кагальник 11.07.2018: *а* – в период с 16:20 до 17:50; *б* – в период максимального ветрового порыва.

Fig. 2. Wind speed dynamics (m/s) during the storm according to Kagalnik weather station 11 July 2018: *a* – for the period from 16:20 to 17:50; *b* – during the maximum wind gust.

этого в ЮНЦ РАН разработаны и применены для наблюдений в Приазовье (населенные пункты Кагальник и Донской) специальные гидрометеорологические комплексы (рис. 1а). В их состав входят: метеорологическая станция М-49М, два датчика электропроводности/температуры воды, работающие под управлением единого контроллера. Метеостанция состоит из датчика скорости и направления ветра, датчиков температуры и влажности воздуха, блока электроники и блоков питания.

Главной особенностью разработанных комплексов является возможность получения и обработки данных о состоянии воздушной и водной сред в режиме реального времени. Для этого был спроектирован и собран специальный электронный контроллер. Он предназначен для объединения различных датчиков (зачастую имеющих разные интерфейсы вывода данных), обеспечения синхронности их работы, получения и проверки корректности данных, их первичной обработки и для передачи результата на сервер ЮНЦ РАН.

Вычислительной мощности контроллера достаточно для того, чтобы временной интервал от момента измерения параметра до получения готовых данных сервером был минимальным. Передача данных производится по каналам сотовой связи. Общая задержка от момента измерения до получения готовых данных сервером ЮНЦ РАН с учетом задержки сотового оператора составляет около 1–2 с. Минимальное время опроса всех датчиков составляет 4–6 с. Это позволяет получать на удаленном сервере ЮНЦ РАН кривую, отражающую изменения измеряемого параметра, в режиме реального времени.

При потере связи с сервером контроллер записывает обработанный результат опроса датчиков с меткой времени в энергонезависимую память. После восстановления связи записанные данные передаются на сервер. Такая схема обеспечивает минимальные потери информации в процессе работы комплекса. «Бортное» время при необходимости корректируется по сигналам GPS/ГЛОНАСС.

Гидрометеопосты в Кагальнике и Донском оборудованы для измерения скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, интенсивности и типа осадков, температуры и электропроводности речной воды в поверхностном и придонном горизонтах.

Анализ всей информации и обстоятельств дает основание сделать предварительный вывод о термической турбулентности, определяемой температурными условиями Приазовья. Зримым следствием турбулентности является порывистость ветра, которая проявляется в постоянно и быстро меняющихся скорости и направлении ветра (табл. 1).

Турбулентный воздушный поток на взморье сформировался 11 июля 2018 г. примерно с 16:00 до 18:00 часов в нижних слоях атмосферы в ясную жаркую погоду. Атмосферные процессы развивались вдоль взморья Таганрогского залива и края дельты Дона между населенными пунктами Займо-Обрыв – Синявское. Параметры метеобстановки предопределялись давлением воздуха 756–757 мм рт. ст., температурой воздуха в момент шторма 26–27 °С и влажностью 72,5–75,5 %. В целом поле атмосферного давления в течение суток (рис. 1б) имело спокойный характер и явно не предвещало шторм. Очевидно, местные воздушные массы приобрели штормовые свойства в результате их нагрева снизу над аванделтой. В это же время над сушей шквал сопровождался пыльной бурей и несколькими пожарами.

Таблица 1. Количество порывов ветра 11.07.2018 г. с 16:20:18 до 17:31:43 на взморье р. Дон

Table 1. The number of wind gusts 11 July 2018 from 16:20:18 to 17:31:43 on the coast of the Don River

№	Скорость ветра, м/с Wind velocity, m/s	Количество порывов Gust count
1	до 10 / below 10	22
2	10–12	44
3	12–14	78
4	14–16	78
5	16–18	25
6	18–20	4

Возникшему 11 июля 2018 г. шквалу в течение десяти дней предшествовала сухая знойная погода с температурой воздуха 35–40 °С. Розу ветров определяли воздушные потоки северных и северо-восточных румбов. Основные события произошли менее чем за 1,5 часа. Ситуационный характер погоды предопределил развитие вдоль края дельты Дона и на Таганрогском взморье термической турбулентности. В приповерхностном слое воздуха наблюдались порывы ветра до 18–21 м/с и вихри, которые ломали деревья и ветки (рис. 1в, 2а, 3), срывали черепицу и облицовку с домов, на берегу вовлекали в полет сухие листья.

Изучение порывистости ветра представляет самостоятельный интерес. С ней связаны величины потоков тепла, влаги, распространение загрязнений [6]. Резкие внезапные усиления ветра можно характеризовать соотношением между амплитудой колебаний ветра и их частотой. В период наблюдавшегося шкала господствовал северный ветер (рис. 1в), иногда переходивший в северо-северо-восточный. В данном случае особенности режима ветра определялись его скоростью и частотой порывов за отрезок времени. На ленте самописца с 16:20:18 по 17:46:27 всего было зафиксировано до 300 ощутимых порывов ветра (табл. 1).

Средние скорости ветра у земной поверхности близки к 5–10 м/с и редко превышают 12–15 м/с [2; 6]. Анализируя параметры каждого порыва ветра в исследуемый период: амплитуду и частоту их повторений на определенном отрезке непогоды, мы пришли к выводу о трех фазах формирования шкала. Вначале был умеренный ветер со скоростью 4–10 м/с и частотой рывков 1 через 15–20 с (или 3–4 в минуту) (рис. 2а). Прорывались отдельные сильные (до 19 м/с) потоки воздуха (табл. 1).

Во вторую фазу шкала количество порывов ветра было 2–3 в минуту. Развитие шквального цик-



Рис. 3. Бурелом на взморье авандельты Дона.

Fig 3. Windbreak on the shore of the Don avandelta.

ла на взморье Дона продолжалось с усилением северного ветра со скоростью 12,5–15,2 м/с, который поднимал пенящиеся волны на воде проток дельты. В пик непогоды в течение 2,5 минут возникли два рывка воздуха со скоростью до 18–20 м/с и больше (рис. 1в, 2а, б). Такие вихревые толчки ветра местами в прибрежье приводили к бурелому (рис. 3).

В завершающую фазу шквала стало заметным затухание порывов, а ритмика однородной турбулентности определялась перепадами скорости ветра от 4 до 18 м/с. Движущиеся турбулентные вихри в потоке воздуха превращались в более упорядоченную конвекцию.

Знойный и сухой сильный порывистый ветер своими чертами напоминал известные для горных районов теплые фёновые ветры. Разумеется, природа их разная. Шквал над взморьем сохранялся в течение короткого промежутка времени и, очевидно, был спровоцирован краем проходившего над Донбассом мощного средиземноморского циклона. В дальнейшем предстоит фокусировать исследования на всех внезапных атмосферных явлениях в условиях аридного климата.

Система заблаговременного оповещения об опасных природных явлениях в приморских зонах России требует инженерно-технологического развития. Наряду с расширением сети оперативных гидрометеорологических постов требуется модернизация способов получения и хранения данных на всех уже имеющихся комплексах. Вся информация обязана быть легкодоступной, сиюминутно, любому пользователю на сайте <http://meteo.ssc-ras.ru>. На текущий момент накапливаются данные с периодичностью один раз в 10 минут при скорости ветра менее 10 м/с и один раз в 4–6 секунд при скорости равной или большей 10 м/с. Также необходимо создать модуль СМС-оповещений о превышении скоростью ветра значений в 16–18 м/с. В противном случае предсказать шквалы или боры будет маловероятно.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-80010 конкурса «Опасные явления» и Программы президиума РАН № I.52 «Обеспечение устойчивого развития Юга России в условиях климатических, экологических и техногенных вызовов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Дженюк С.Л., Матишов Г.Г. 2018. Неотложные задачи исследования прибрежной и арктической зоны морей и океанов России. *Вестник Российской академии наук*. 88(10): 936–945. doi: 10.31857/S086958730002150-3
2. Хргиан А.Х. 1958. *Физика атмосферы*. М., Государственное издательство физико-математической литературы: 476 с.
3. Котляков В.М., Комарова А.И. 2007. *География: понятия и термины. Пятиязычный академический словарь*. М., Наука: 860 с.
4. Матишов Г.Г. 2015. Случаи экстремальной адвекции соленых вод в дельту Дона и льда в Керченский пролив. *Доклады Академии наук*. 465(1): 99–103. doi: 10.7868/S0869565215310229
5. Матишов Г.Г., Григоренко К.С. 2017. Причины осолонения Таганрогского залива. *Доклады Академии наук*. 477(1): 92–96. doi: 10.7868/S086956521731019X
6. Хромов С.П., Петросянц М.А. 1994. *Метеорология и климатология*. М., изд-во МГУ: 520 с.
1. Matishov G.G., Dzhenyuk S.L. 2018. Pressing Challenges in the Study of the Littoral and Arctic Zones of the Seas and Oceans of Russia. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 88(5): 431–439. doi: 10.1134/S1019331618050040
2. Khrgian A.Kh. 1958. *Fizika atmosfery*. [Atmospheric physics]. Moscow, State publishing house of physical and mathematical literature: 476 p. (In Russian).
3. Kotlyakov V.M., Komarova A.I. 2007. *Geografiya: ponyatiya i terminy. Pyatiazychnyy akademicheskiy slovar'*. [Geography: concepts and terms. Five-language academic dictionary]. Moscow, Nauka: 860 p. (In Russian).
4. Matishov G.G. 2015. Extreme saline water advection into the Don River delta and ice advections into Kerch Strait. *Doklady Earth Sciences*. 465(1): 1154–1158. doi: 10.1134/S1028334X15110057
5. Matishov G.G., Grigorenko K.S. 2017. Causes of salinization of the Gulf of Taganrog. *Doklady Earth Sciences*. 477(1): 1311–1315. doi: 10.1134/S1028334X17110034
6. Khromov S.P., Petrosyants M.A. 1994. *Meteorologiya i klimatologiya*. [Meteorology and climatology]. Moscow, Moscow State University: 520 p. (In Russian).

Поступила 20.12.2018