

## БУРЫЕ ВОДОРΟΣЛИ РОДА *CYSTOSEIRA* В АЗОВСКОМ МОРЕ: ВСЕЛЕНИЕ ИЛИ РАСШИРЕНИЕ АРЕАЛА?

© 2020 Степаньян О.В.

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук,  
Ростов-на-Дону, 344006, Россия  
e-mail: step@ssc-ras.ru

Поступила в редакцию 10.09.2019. После доработки 21.04.2020. Принята к публикации 11.05.2020.

В настоящее время типичные местообитания *Cystoseira* в Азовском море и Керченском проливе сосредоточены в южной части Таманского залива, на восточной части косы Тузла, в районе мыса Ахиллеон и Керченского п-ова – между мысами Хрони и Казантип. Показано, что *Cystoseira* периодически наблюдается и в юго-западной части Азовского моря, чему способствует компенсационное придонное течение из Чёрного моря, которое при входе в Азовское море из Керченского пролива отклоняется на запад. В исследованиях 2014–2017 гг. обнаружена *Cystoseira barbata* в 2014 г. в районе мыса Зюк (пос. Курортное) и в 2017 г. у мыса Чаганы (пос. Золотое) в Казантипском заливе. В экспедициях 2018 г. в районе собственно мыса Казантип представители *Cystoseira* не обнаружены. Вероятно, их находки у мыса Казантип можно ожидать в ближайшее время, однако дальнейшее продвижение бурых водорослей будет ограничено рыхлыми грунтами. Условия Азовского моря являются для водорослей рода *Cystoseira* экологической границей ареала и для них характерна пульсация его границ. В Азовском море существуют факторы, вызывающие расширение ареала этих водорослей – увеличение солёности, прозрачности и температуры морской воды. Факторы, вызывающие сужение их ареала – уменьшение солёности, прозрачности воды и увеличение количества суровых зим с ледоставом. Водоросли рода *Cystoseira* являются хорошими биологическими индикаторами для многолетних наблюдений за изменениями гидрологического режима моря. Но считать их чужеродными видами в Азовское море вряд ли правомочно.

**Ключевые слова:** макроводоросли, Чёрное море, Азовское море, *Cystoseira*.

### Введение

В Чёрном море отмечается несколько видов бурых водорослей рода *Cystoseira*, максимальное число (5 видов) отмечено для района Босфор – Синоп турецкого побережья [Aysel, Erduğan, 1995; Aysel et al., 1996, 2004, 2008]. Ряд исследователей [Шиганова и др., 2012] однозначно считают инвазией проникновение в Чёрное море средиземноморских видов макроводорослей, в том числе, представителей рода *Cystoseira*. Два вида – *Cystoseira barbata* и *C. crinita* относятся к многолетним водорослям и массовым видам верхней сублиторали Чёрного моря, которые формируют устойчивые сообщества – типичные биотопы, характерные для Чёрного и Средиземного морей [Калугина-Гутник, 1975]. Оба вида обладают широкой экологической пластичностью, однако *C. crinita* предпочитает глубины от 0.5 до 5 м, а *C. barbata* от 2.0 до

25 м. С начала 2000-х гг. отмечена устойчивая тенденция сокращения площадей и исчезновения указанных видов в российском побережье Чёрного моря [Митясева и др., 2003; Ткаченко, 2004; Блинова, 2007; Minicheva et al., 2010; Симакова, 2011; Milchakova, 2011; Громов, 2012; Никитина, Лисовская, 2013; Степаньян, 2014, 2016]. Причины этого явления не ясны, но, по всей видимости, они связаны с многолетним трендом увеличения температуры поверхностного слоя [Кукушкин и др., 2013] и одновременным уменьшением прозрачности в Чёрном море, в том числе из-за развития кокколитофорид [Микаэлян и др., 2011; Kontoyiannis et al., 2012], локально (в портах, бухтах и заливах) – с выемкой твёрдых субстратов и загрязнением морской воды поллютантами, прежде всего, нефтепродуктами [Степаньян, 2018]. Отметим, что в последнее время обитание *C. crinita* в Чёрном море оспаривается, и некоторые авторы счи-

тают этот вид эндемиком Средиземного моря и указывают, что в Чёрном обитает другой вид – *C. bosporica* Sauvageau [Verov et al., 2015]. Тенденция изменений в распределении бурых водорослей в Северном полушарии носит глобальный характер [Merzouka, Johnson, 2011]. В то же время, проблема биологических инвазий, особенно видов, опасных для здоровья человека и экосистем, в том числе морских, стала в последние годы актуальной [Самые опасные..., 2018]

В наиболее подробном чек-листе А.А. Калугиной-Гутник [1975], составленном по данным сборов и литературным данным 1950–1970-х гг., водоросли рода *Cystoseira* для флоры Азовского моря не приведены, но отмечены для Прикерченского флористического района, в который входит и Керченский пролив, однако точных указаний о местонахождении *Cystoseira* нет. В ряде более поздних работ [Воловик и др., 2008; Громов, 2012] виды рода *Cystoseira* приведены для флоры Таманского залива (Керченский пролив) и Азовского моря, без указаний местонахождений водорослей. В.В. Громов [2000] прямо указывает водоросли рода *Cystoseira* как чужеродные виды для Азовского моря. Отметим, что данные водоросли относятся к бореально-тропическому комплексу и нередко встречаются в тропических и субтропических опреснённых эстуариях [Guiry, Guiry, 2019]. Однако, остаётся не ясным – являются ли они постоянными компонентами флоры Азовского моря.

Цель работы – выяснить насколько велико распространение жизнеспособных талломов по морской акватории, как различные факторы водной среды ограничивают распространение указанных водорослей.

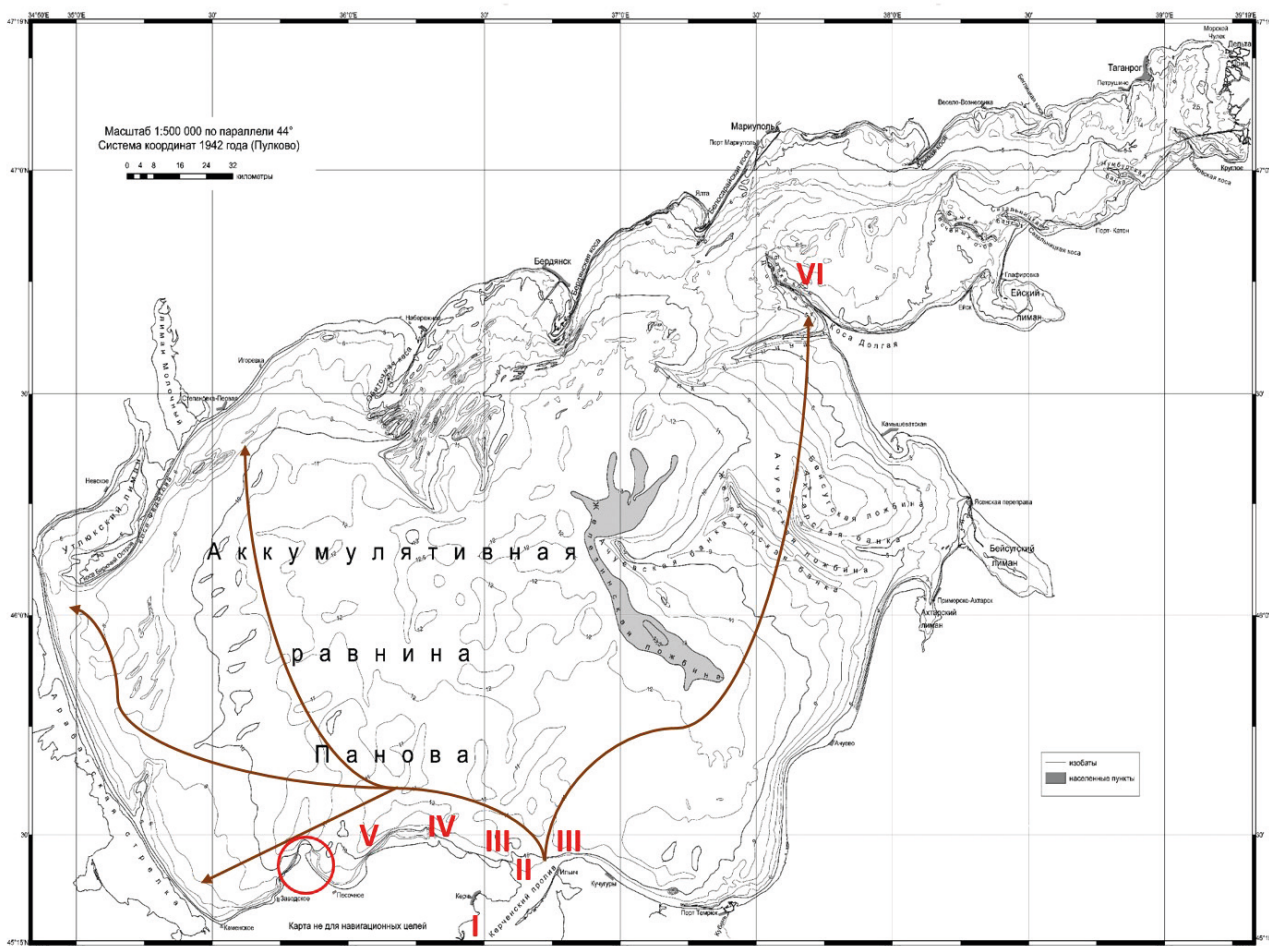
### Материал и методы

Собственный альгологический материал собран в Азовском и Чёрном (северо-кавказское побережье) морях, в Керченском проливе в летний период в 2005–2018 гг. Для качественной и количественной оценки распределения водорослей использовали стандартные гидробиологические методы [Громов, 1973]: гидробиологические разре-

зы (до глубины 10 м) и пробные площадки (рамка 0.25 м<sup>2</sup>). Для анализа распределения водорослей использовали опубликованные данные [Волков, 1940; Генералова, 1951; Зиннова, 1967; Калугина-Гутник, 1975; Миничева, Ерёменко, 1993; Aysel, Erduğan, 1995; Aysel et al., 1996, 2004, 2008; Садогурский, 2001, 2006, 2007; Мильчакова, 2003; Ткаченко, 2004; Костенко и др., 2005, 2009; Блинова, 2007; Воловик и др., 2008; Маслов, 2008; Теубова, Мильчакова, 2011а, б; Milchakova, 2011; Никитина, Лисовская, 2013; Minicheva et al., 2014; Миничева и др., 2018; Guiry, Guiry, 2018; Садогурский и др., 2019]. Для установления статуса вселенца использовали шкалу основных признаков вида-вселенца, предложенную А.Ю. Звягинцевым с коллегами [2012] для морей Дальнего Востока, в том числе для прибрежных и эстуарных вод.

### Результаты и их обсуждение

Выявлено, что, в настоящее время, типичные местообитания *Cystoseira* в Азовском море и Керченском проливе сосредоточены в южной части Таманского залива, на восточной части косы Тузла, мысе Ахиллеон и Керченском п-ове – между мысами Хрони и Казантип (рис. 1). Отметим, что на Керченском п-ове береговая зона сложена известняками, а в прибрежной зоне Таманского п-ова и в Темрюкском заливе отмечается практически полное отсутствие твёрдых грунтов. Таким образом, расселение *Cystoseira* в основном направлено в юго-западную часть Азовского моря. По всей видимости, способствует их расселению компенсационное придонное течение из Чёрного моря, которое при входе в Азовское море из Керченского пролива отклоняется на запад. «Продвижение» этих водорослей происходит достаточно быстро. Так, в работе С.Е. Садогурского [2014] *Cystoseira barbata* отмечена в 2009 г. в районе пос. Осовины недалеко от мыса Хрони (45°25'25" с. ш., 36°34'35" в. д.), по которому проводится навигационная граница Керченского пролива. В наших исследованиях 2014–2017 гг. мы обнаружили *Cystoseira barbata* в 2014 г. в районе мыса Зюк (пос. Курортное, 45°28'54" с. ш., 36°20'38" в. д.) и в 2017 г. у



**Рис. 1.** Находки водорослей рода *Cystoseira* в Азовском море в 2009–2018 гг. I – местообитание в Керченском проливе (при солёности Азовского моря – 10–12‰). Местообитание на Керченском полуострове (при солёности Азовского моря – 14–15‰): II – мыс Хрони, III – мысы Хрони и Ахиллеон, IV – мыс Зюк, V – мыс Чаганы, VI – находка на косе Долгая (апрель 2001 г.). Круг – возможные находки *Cystoseira* в ближайшие годы в районе мыса Казантип. Стрелки – вероятные пути проникновения водорослей.

мыса Чаганы (пос. Золотое, 45°26'12" с. ш., 36°04'18" в. д.) в Казантипском заливе. Хотя в последних экспедициях 2018 г. в районе собственно мыса Казантип водоросли рода *Cystoseira* не обнаружены, нет указаний на их находки и в крупном обобщении [Садогурский и др., 2019]. Но, вероятно, находки этих водорослей у мыса Казантип можно ожидать в ближайшее время, однако дальнейшее продвижение бурых водорослей будет ограничено рыхлыми грунтами Арабатской стрелки.

Рядом исследователей [Громов и др., 1991; Громов, 2000] водоросли рода *Cystoseira* отнесены к числу видов-вселенцев, проникших в Азовское море в конце 1980-х гг. Однако указанные водоросли отмечались ранее для этого района, причём В.Н. Дятлов [1968] указывает на обширные их заросли в азо-

воморской части Керченского п-ова (но без точной географической привязки и видового определения). В работах Л.И. Волкова [1940], собиравшего альгологический материал на Керченском п-ове в период с 1919 по 1925 г., и В.Н. Генераловой [1951], которая исследовала макрофитобентос в 1931–1934 гг., водоросли рода *Cystoseira* для Азовского моря не упомянуты.

В конце апреля 2001 г. автором среди выбросов макрофитов были обнаружены жизнеспособные со сформированными рецептакулами талломы *Cystoseira barbata f. hoffi* на оконечности косы Долгая (46°40'45" с. ш., 37°43'48" в. д.), находящейся в 150 км от Керченского пролива [Степаньян, 2009]. Наиболее вероятная причина находки водоросли в указанном месте – транспортировка талломов

течениями от Керченского пролива и южного берега Керченского п-ова. На прилегающих акваториях подобных находок не было отмечено. Район от ст. Голубицкой до пос. Ачуево находится под влиянием пресного стока р. Кубань, и обитание *Cystoseira* в указанном районе в тот период исключено. Таким образом, наша находка свидетельствует о возможности вселения черноморских водорослей на большую часть акватории Азовского моря. Фактически, водоросли могут достигать Таганрогского залива, но вот их дальнейшая натурализация существенно зависит от ряда факторов морской среды.

В последние годы отмечено увеличение среднегодовой температуры воды Азовского и Чёрного морей на 2 °С [Кукушкин и др., 2012; Матишов и др., 2014a], для Азовского моря выявлены характерная цикличность периодов опреснения – осолонения, при этом в последние несколько лет отмечен существенный рост солёности, в среднем до 14.0‰, в районе Керченского пролива – до 15.0‰ [Дашкевич и др., 2017, фондовые материалы ЮНЦ РАН], а также увеличение прозрачности морской воды на большей части акватории Азовского моря [Сорокина, Кулыгин, 2013; фондовые материалы ЮНЦ РАН].

На наш взгляд, указанные факторы, в первую очередь увеличение солёности морской воды, приводят к расширению зоны расселения *Cystoseira* и проникновению их из Чёрного в Азовское море. Это способствует формированию новых прибрежных биотопов черноморского типа и влияет на продуктивность в юго-западной части Азовского моря. Однако, даже в условиях повышенной солёности Азовского моря, расселение *Cystoseira* будет ограничено наличием твёрдых субстратов для прикрепления и роста этих водорослей.

В ряде работ [Матишов и др., 2014a, б] отмечена тенденция увеличения числа суровых зим, что негативно сказывается на донной растительности мелководного Азовского моря. Ледовый припай, особенно в Керченском проливе, западной части Азовского моря и Таганрогском заливе, двигаясь под действием ветра, фактически «срезает» подводную растительность на глубину до 1 м. Этим об-

стоятельством, вероятно, можно объяснить исчезновение водорослей и отсутствие их в конкретных местообитаниях, после особо холодных зим. Например, такие суровые зимы были зафиксированы в 2003, 2008, 2012 и 2016 гг., когда вся акватория Азовского моря оставалась подо льдом свыше 100 дней. Даже в менее суровые зимы, когда на большей части акватории моря отмечается разреженный ледовый покров, при восточных ветрах, преобладающих в это время года, ледовые поля из центра и восточной части моря достаточно быстро двигаются в западную часть моря и могут образовывать в береговой зоне Керченского п-ова и на Арабатской стрелке скопления высотой более 2 м, при этом опускаясь на глубину до 1.5 м. Образование толстого припая и многометровых торосов в прибрежной зоне и их разрушительная деятельность для прибрежных экосистем делают Азовское море сходным с арктическими морями. Аналогичное воздействие оказывают экстремальные шторма, «перепахивающие» морское дно до глубины в 5 м и более, что способствует существенной перестройке донных сообществ [Костенко и др., 2009].

В северо-западной части (одесское и румынское побережья) Чёрного моря (выше 45° с. ш.), наиболее похожей по своим гидролого-гидрохимическим условиям на Азовское море, происходят сходные процессы освоения биотопов новыми видами бурых водорослей. Однако в эти районы активно проникают дальние вселенцы – водоросли холодноводного комплекса, причём, вероятный источник инвазий – балластные воды морских судов. Так, например, в 1990-х гг. в районе одесского, а затем и румынского побережья, отмечено успешное вселение и натурализация арктическо-бореальной бурой водоросли *Desmarestia viridis*, которая с весны 2015 г. образует новое сообщество с «северным» вселенцем, представителем порядка Laminariales – *Halosiphon tomentosus* (= *Chorda tomentosa*) [Миничева, Ерёменко, 1993; Minicheva, 2015].

На наш взгляд, условия Азовского моря являются экологической границей ареала для водорослей рода *Cystoseira*, и для этих водорослей характерна пульсация его границ. С.Е.

Садогурский [2014] на основе данных экспедиции на Керченском п-ове в 2009 г., отмечает: «Обнаружение новых для Азовского моря таксонов свидетельствует о дальнейшем продвижении в его предпроливные районы «черноморских» макрофитов». Сбор альгологического материала С.Е. Садогурским [2014] осуществлялся в то время, когда начался резкий рост солёности в Азовском море, однако, автор только фиксирует наличие *C. barbata* в исследованном районе, не комментируя возможность вселения этого вида бурых водорослей в Азовское море. А.И. Кафанов и В.А. Кудряшов [2000] приводят ряд примеров для некоторых видов морских макрофитов Дальнего Востока со сходными «пульсациями» ареала в приграничной области обитания. Расчётный вероятный статус вселенца (ВСВ), по методике А.Ю. Звягинцева с коллегами [2012], составляет 45%, что не позволяет считать данный вид в полной мере чужеродным.

### Заключение

В Азовском море есть факторы окружающей среды, вызывающие расширение ареала водорослей рода *Cystoseira* – увеличение солёности, прозрачности и температуры морской воды; и факторы вызывающие сужение ареала – уменьшение солёности, прозрачности воды и увеличение количества суровых зим с ледоставом. Исследуемые водоросли являются хорошими биологическими индикаторами для многолетних наблюдений за изменениями гидрологического режима моря. Но считать представителей рода *Cystoseira* вселенцами (чужеродными видами) в Азовском море вряд ли правомочно.

### Благодарности

Автор выражает благодарность анонимному рецензенту за ценные замечания.

### Финансирование работы

Исследования проведены в рамках государственного задания № ААА-А-18-118122790121-5 и проекта РФФИ 18-29-05078.

### Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных автором.

### Литература

- Блинова Е.И. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). М.: ВНИРО, 2007. 114 с.
- Волков Л.И. Материалы к флоре Азовского моря // Тр. Ростов. обл. биол. об-ва. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 1940. Вып. 4. С. 114–137.
- Воловик С.П., Корпакова И.Г., Афанасьев Д.Ф., Федяева В.В., Громов В.В. Флора водных и прибрежно-водных экосистем Азово-Черноморского бассейна. Краснодар: ФГУП «АзНИИРХ», 2008. 275.
- Генералова В.Н. Водная растительность Утлюкского лимана и Арабатской стрелки в Азовском море // Тр. АзЧерНИРО, 1951. Вып.15. С. 131–338.
- Громов В.В. Методика подводных фитоценологических исследований // Гидробиологические исследования северо-восточной части Черного моря. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ, 1973. С. 69–72.
- Громов В.В. Появление бурой водоросли *Cystoseira crinita* в Азовском море // Виды-вселенцы в европейских морях России. Тезисы докладов междунар. конфер. (г. Мурманск, 27–28 января 2000 г.). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2000. С. 31–32.
- Громов В.В. Макрофитобентос южных морей России. Водоросли северо-кавказского побережья Чёрного моря, прибрежно-водная растительность Азовского моря и Северного Каспия. Саарбрюккен, Германия: Palmarium Academic Publishing, 2012. 337 с.
- Громов В.В., Студеникина Е.И., Фроленко Л.Н., Шевченко В.Н. Особенности развития донных биоценозов в прибрежной зоне Азовского моря // Тез. докл. 6 съезда Всесоюз. гидробиол. общества (г. Мурманск, 8–11 октября 1991 г.). Мурманск: Полярная Правда, 1991. Ч. 1. С. 45–46.
- Дашкевич Л.В., Бердников С.В., Кулыгин В.В. Многолетнее изменение средней солёности Азовского моря // Водные ресурсы. 2017. Т. 44. № 5. С. 563–572.
- Дятлов В.Н. К сезонной динамике зообентоса псевдолиторали Азовского моря // Гидробиол. журн. 1968. Т. 4. № 2. С. 58–61.
- Звягинцев А.Ю., Ивин В.В., Кашин И.А., Бегун А.А., Городков А.Н. Чужеродные виды в Дальневосточном морском государственном природном биосферном заповеднике // Известия ТИНРО. 2012. Т. 170. С. 60–81.
- Зинова А.Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М; Л.: Наука, 1967. 398 с.

- Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.
- Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография. М.: Наука, 2000. 176 с.
- Костенко Н.С., Дикий Е.А., Заклецкий А.А., Марченко В.С. Многолетние изменения в сообществах макрофитобентоса района Карадага (Крым, Чёрное море) // Морской экологический журнал. Отдельный выпуск. 2005. 1. С. 48–60.
- Костенко Н.С., Дикий Е.А., Заклецкий А.А., Марченко В.С. Воздействие экстремальных штормов на прибрежную донную растительность Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины // Сб. науч. трудов, посвящ. 95-летию Карадагской науч. станции и 30-летию Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины. Севастополь: ЭкоСи-Гидрофизика, 2009. С. 327–343.
- Кукушкин А.С. Прохоренко Ю.А., Хорошун С.А. Многолетняя изменчивость прозрачности вод в шельфовых и глубоководных районах Чёрного моря в XX столетии // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2013. № 27. С. 243–248.
- Маслов И.И. Альгофлора заповедных морских акваторий Крымского полуострова: макрофитобентос // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Мат. всероссийской конференции (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Часть 2: Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 60–62.
- Матишов Г.Г., Бердников С.В., Жичкин А.П., Макаревич П.Р., Дженюк С.Л., Кулыгин В.В., Яицкая Н.А., Поважный В.В., Швердяев И.В., Третьякова И.А., Цыганкова А.Е. Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013). Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2014а. 256 с.
- Матишов Г.Г., Чикин А.Л., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В., Чикина Л.Г. Ледовый режим Азовского моря и климат в начале XXI века // Доклады АН. 2014б. Т. 457. № 5. С. 603–607.
- Микаэлян А.С., Силкин В.А., Паутова Л.А. Развитие кокколитофорид в Чёрном море: межгодовые и многолетние изменения // Океанология. 2011. Т. 51. № 1. С. 45–53.
- Мильчакова Н.А. Бурые водоросли Чёрного моря: систематический состав и распространение // Альгология. 2002. Т. 12. № 3. С. 324–337.
- Мильчакова М.А. Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. С. 152–208.
- Миничева Г.Г., Большаков В.Н., Калашник Е.С., Зотов А.Б., Маринец А.В. Оценка реакции альгосообществ черноморских экосистем на воздействие климатических факторов // Альгология. 2018. Т. 28. № 2. С. 121–135.
- Миничева Г.Г., Ерёмченко Т.И. Альгологические находки в северо-западной части Чёрного моря // Альгология. 1993. Т. 3. № 4. С. 83–87.
- Митяева Н.А., Максимова О.В., Георгиев А.А. Флора макроводорослей северной части российского побережья Чёрного моря // Экология моря. 2003. Вып. 64. С. 24–28.
- Никитина В.Н., Лисовская О.А. Макрофитобентос верхних отделов береговой зоны российского побережья Чёрного моря // Труды СПб об-ва естествоиспыт. Сер. 3. Т. 81. СПб.: СПбГУ, 2013. 132 с.
- Садогурский С.Е. К изучению макрофитобентоса заповедных акваторий Каркинитского залива (Чёрное море) // Альгология. 2001. Т. 11. № 3. С. 342–357.
- Садогурский С.Е. Макрофитобентос водоёмов острова Тузла и прилегающих морских акваторий (Керченский пролив, Украина) // Альгология. 2006. 16(3). С. 337–354.
- Садогурский С.Е. К изучению макрофитобентоса у черноморского побережья Керченского полуострова (Крым) // Альгология. 2007. Т. 17. № 3. С. 345–360.
- Садогурский С.Е. Макрофитобентос у берегов Осовинской степи (Азовское море – Керченский пролив, Украина) // Альгология. 2014. Т. 24. № 1. С. 75–93.
- Садогурский С.Е. Белич Т.В., Садогурская С.А. Макрофиты прибрежно-морских акваторий природных заповедников Крымского полуострова (Чёрное и Азовское моря) // Альгология. 2019. Т. 29. № 3. С. 322–351.
- Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / Ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросян, Л.А. Хляп. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 688 с.
- Симакова У.В. Структура и распределение сообществ макрофитобентоса в зависимости от рельефа дна (Северокавказское побережье Чёрного моря): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2011. 27 с.
- Сорокина В.В., Кулыгин В.В. Долговременная изменчивость относительной прозрачности вод Азовского моря // Океанология. 2013. Т. 53. № 3. С. 324–331.
- Степаньян О.В. Распределение макроводорослей и морских трав Азовского моря, Керченского пролива и Таманского залива // Океанология. 2009. Т. 49. № 3. С. 393–399.
- Степаньян О.В. Современное разнообразие макроводорослей Азовского, Чёрного и Каспийского морей // Доклады АН. 2014. Т. 458. № 2. С. 229–232.
- Степаньян О.В. Как меняется фитобентос южных морей России? // Природа. 2016. № 2. С. 32–42.
- Степаньян О.В. Макрофитобентос Новороссийской бухты (Чёрное море): деградация в условиях хозяйственной деятельности и климатических изменений // Вестник КамчатГТУ. 2018. № 45. С. 110–116.
- Теюбова В.Ф., Мильчакова Н.А. Флористическое разнообразие макрофитов российского шельфа Чёрного моря (от м. Панагия до м. Видный) // Состояние экосистем шельфовой зоны Чёрного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия. Сб. статей, посвящ. 90-летию Новороссийской морской

- биол. станции им. проф. В.М. Арнольди. Краснодар: КубГУ, 2011а. С. 152–165.
- Теубова В.Ф., Мильчакова Н.А. Эколого-фитоценотическая структура макрофитобентоса открытого прибрежья Чёрного моря (от м. Панагия до м. Видный) / Состояние экосистем шельфовой зоны Чёрного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия. Сб. статей, посвящ. 90-летию Новороссийской морской биол. станции им. проф. В.М. Арнольди. Краснодар: КубГУ, 2011б. С. 165–178.
- Ткаченко Ф.П. Видовой состав водорослей-макрофитов северо-западной части Чёрного моря (Украина) // Альгология. 2004. Т. 14. № 3. С. 277–293.
- Шиганова Т.А., Мусаева Э.И., Лукашова Т.А., Ступникова А.Н., Засько Д.Н., Анохина Л.Л., Сивкович А.Е., Гагарин В.И., Булгакова Ю.В. Увеличение числа находок средиземноморских видов в Чёрном море // Российский журнал биологических инвазий. 2012. № 3. С. 61–99.
- Aysel V., Dural B., Şenkardeşler A., Erduğan H., Aysel F. Marine algae and seagrasses of Samsun (Black Sea, Turkey) // J. Black Sea/Mediterranean Environment. 2008. Vol. 14. P. 53–67.
- Aysel V., Erduğan H. Checklist of Black Sea seaweeds // Tur. J. of Bot. 1995. Vol. 19. P. 545–554.
- Aysel V., Erduğan H., Dural-Tarakçı B., Okudan E.Ş., Şenkardeşler A., Aysel F. Marine flora of Sinop (Black Sea, Turkey) // J. of Fisheries/Aquatic Sciences. 2004. Vol. 21. No. 1–2. P. 59–68.
- Aysel V., Erduğan H., Sukatar A., Güner H., Öztürk M. Marine algae of Bartın // Tur. J. of Bot. 1996. Vol. 20. P. 251–258.
- Berov D., Ballesteros E., Sales M., Verlaque M. Reinstatement of species rank for *Cystoseira bosphorica* Sauvageau (*Sargassaceae*, *Phaeophyceae*) // Cryptogamie, Algologie. 2015. Vol. 36. No. 1. P. 65–80.
- Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2018. (Электронный ресурс) // (<http://www.algaebase.org>). Searched on 21 August 2019.
- Kontoyiannis H., Papadopoulos V., Kazmin A., Zatsepin A., Georgopoulos D. Climatic variability of the sub-surface sea temperatures in the Aegean-Black Sea system and relation to meteorological forcing // Climate Dynamics. 2012. Vol. 39. P. 1507–1525.
- Merzouka A., Johnson L.E. Kelp distribution in the northwest Atlantic Ocean under a changing climate // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2011. Vol. 400. No. 1–2. P. 90–98.
- Milchakova N.A. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol: DigitPrint, 2011. 144 pp.
- Minicheva G. Finding of alien brown macroalgae *Chorda tomentosa* Lyngb. in the Ukrainian Black Sea coast // J. Black Sea/Mediterranean Environment. 2015. Vol. 21. No. 2. P. 227–231.
- Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos. 2014 (Электронный документ) // ([http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual\\_macrophytes\\_EM-BLAS\\_ann.pdf](http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_macrophytes_EM-BLAS_ann.pdf)). Проверено 26.01.2020.
- Minicheva G.G., Bolshakov V.N., Zotov A.B. The response of autotrophic communities of the northwestern Black Sea to the variability of climatic factors // J. Environ. Protect. Ecol. 2010. Vol. 3. No. 11. P. 1046–1054.

# BROWN ALGAE OF THE GENUS *CYSTOSEIRA* IN THE SEA OF AZOV: SETTLING OR EXPANSION OF THE RANGE?

© 2020 Stepanyan O.V.

Federal Research Centre, the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,  
Rostov-on-Don, 344006, Russia  
e-mail: [step@ssc-ras.ru](mailto:step@ssc-ras.ru)

Currently, the habitats of *Cystoseira* in the Sea of Azov and Kerch Strait are concentrated in the southern part of the Gulf of Taman on the east part of Tuzla, Cape Achilleon and Kerch Peninsula – between Cape Khroni and Kazantip. It is shown that the main vector of *Cystoseira* settlement is directed to the southern-western part of the Sea of Azov, which is facilitated by the compensatory bottom current from the Black Sea, which at the entrance to the Sea of Azov from the Kerch Strait deviates to the west. In studies 2014–2017, *Cystoseira barbata* was discovered in 2014 in the area of Cape Zyuk (village Kyrortnoe) and in 2017 at Cape Chagani (village Zolotoe) in the Kazantipsky Gulf. In expeditions of 2018 in the area of the actual Cape Kazantip representatives of *Cystoseira* were not detected. Probably, the findings of *Cystoseira* at Cape Kazantip can be expected in the near future, but further progression of brown algae will be limited to loose soils. Conditions of the Sea of Azov are an ecological boundary of the range of the genus *Cystoseira*, and for these algae pulsation of the range border is characteristic. Factors that cause the expansion of the range of algae of the genus *Cystoseira* in the Sea of Azov are an increase in salinity, transparency and temperature of the sea water. The factors causing the narrowing of the *Cystoseira* range in the Sea of Azov are a decrease in salinity, water transparency and an increase in the number of severe winters with ice. Algae of the genus *Cystoseira* are good biological indicators for long-term observations of changes in the hydrological regime of the sea. But to consider them invaders in the Sea of Azov is hardly competent.

**Keywords:** macroalgae, Black Sea, Sea of Azov, *Cystoseira*.