

**ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКОЙ ПОЛИХЕТОЙ  
*MARENZELLERIA NEGLECTA* SIKORSKI & BICK, 2004 (ANNELIDA: SPIONIDAE)  
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ**

© 2022 г. Л. А. Живоглядова, Н. С. Елфимова, В. Г. Карманов

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Российская Федерация  
E-mail: [zhivoglyadova\\_l\\_a@azniirkh.ru](mailto:zhivoglyadova_l_a@azniirkh.ru)

Поступила в редакцию 30.09.2021; после доработки 07.12.2021;  
принята к публикации 19.08.2022; опубликована онлайн 13.09.2022.

В начале 2010-х гг. чужеродная полихета *Marenzelleria neglecta* Sikorski & Bick, 2004 вторглась в бассейн Азовского моря. За несколько лет вид широко расселился по опреснённой акватории моря, а также был отмечен в дельте Дона и в азово-кубанских лиманах. История формирования чужеродным видом устойчивого и многочисленного поселения, локализованного в северо-восточной части моря, прослежена по материалам комплексных гидробиологических и гидрологических съёмок 2010–2020 гг. Развитие популяции вселенца в водоёме-реципиенте происходило на фоне увеличения его солёности. Очевидно, этот фактор оказал решающее влияние на инвазионный процесс. За вспышкой численности, наблюдавшейся в западной части Таганрогского залива в 2012 и 2013 гг., последовало резкое уменьшение показателей обилия, вплоть до полного отсутствия полихет в пробах. Снижение численности червей сопровождалось сокращением ареала и смещением ядра плотности в наиболее распреснённые районы моря. В настоящее время постоянное поселение *M. neglecta* существует в границах центрального и восточного районов Таганрогского залива. Проанализировано изменение структуры доминирования в донных сообществах в ходе инвазии. Показано, что доля чужеродных полихет в периоды их массового развития на отдельных станциях достигала 92 % общей численности бентоса.

**Ключевые слова:** Polychaeta, чужеродные виды, донные сообщества, макрозообентос, эстуарии, Азовское море

*Marenzelleria neglecta* Sikorski & Bick, 2004 — полихета, в нативном ареале известная для прибрежных и эстуарных экосистем Северной Америки (Sikorski & Bick, 2004). С середины 1980-х гг. она активно расселяется в северных морях Евразии — Балтийском и Северном (*Marenzelleria neglecta*, 2021). Виды рода *Marenzelleria* по морфологическим признакам достаточно сложно диагностируются. В Балтийском море изначально *M. neglecta* не учитывали, а первых полихет определяли как *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873). После ревизии рода их выделили в новый вид — *M. neglecta*. Позднее в Балтике были обнаружены ещё два представителя рода *Marenzelleria* — *M. viridis* и *M. arctia* (Chamberlin, 1920) (Michalek, 2012). В настоящее время группа *Marenzelleria* spp. рассматривается как наиболее успешная среди вселенцев в Балтику (Maximov, 2011 ; Zettler et al., 2002). Инвазия этих червей оказала значительное влияние на структуру донных и планктонных биоценозов (Ezhova et al., 2005 ; Kotta et al., 2006 ; Maximov, 2011 ; Zmudzinski et al., 1993); в Финском заливе их биотурбационная и биоирригационная деятельность привела к изменениям всей экосистемы (Максимов, 2018).

Балтика, связанная с Азовским морем сетью каналов в единую транспортную систему, могла стать вторичным регионом-донором инвазии *M. neglecta* в Азовский бассейн (Болтачева и Лисицкая, 2019), где первая регистрация *Marenzelleria* spp. датируется 2014 г. (Syomin et al., 2016b). Тогда взрослые черви были обнаружены на нескольких станциях в Таганрогском заливе и в дельте реки Дон, а личинки — в планктоне залива (Сёмин и др., 2016а ; Syomin et al., 2016b). В одном из первых сообщений уже отмечали широкое распространение вселенца в верхней части Таганрогского залива: встречаемость червей достигала 90–100 % (Сёмин и др., 2016а). По найденным образцам описано два морфотипа, которые соответствовали характеристикам двух видов — *M. arcia* и *M. neglecta*. Дальнейшие исследования с применением методов генетического анализа показали, что в Азовском море присутствует только один вид — *M. neglecta* (Syomin et al., 2017).

В сборах АзНИИРХ неизвестные для Азовского моря представители семейства Spionidae отмечены в 2010 г. Найденные спиониды отличались по морфологическим признакам от прочих, известных представителей семейства, однако идентифицированы не были. Последующая обработка материалов показала соответствие обнаруженных полихет описанным морфотипам рода *Marenzelleria*. С 2016 г. чужеродных спионид уверенно диагностировали как *Marenzelleria* sp., а позднее — как *M. neglecta*. Таким образом, имеющиеся материалы съёмок позволяют проследить инвазию *M. neglecta* в Азовском море начиная с 2010 г. Собственные данные, а также информация по встречаемости вселенца в Азовском море (Болтачева и Лисицкая, 2019 ; Булышева и др., 2020 ; Сёмин и др., 2016а ; Фроленко и Мальцева, 2017 ; Syomin et al., 2016b, 2017) показывают, что вид сформировал устойчивое поселение в акватории с динамичным режимом солёности.

В среднем значение солёности для Азовского моря составляет 11–12 ‰. В Таганрогском заливе, где наблюдается максимальная пространственная неоднородность, связанная с влиянием стока реки Дон и характером циркуляции вод, солёность составляет от 1 до 9 ‰ (Экологический атлас Азовского моря, 2011). Межгодовые изменения солёности в море имеют нерегулярный характер: разные по продолжительности периоды опреснения сменяются периодами осолонения. Межгодовые изменения солёности в море могут достигать 1 ‰; в Таганрогском заливе размах межгодовых колебаний ещё выше — до 3,6 ‰ (Гидрометеорология, 1991). С 2007 г. в море наблюдается устойчивый рост солёности. За 2010–2020 гг. средняя солёность в открытой части моря возросла с 11,5 до 15,0 ‰, в Таганрогском заливе — с 8,5 до 11,0 ‰.

Цель работы — описать историю формирования поселения *M. neglecta* в северо-восточной части Азовского моря, определить роль в этом процессе абиотических факторов среды, а также дать оценку современного состояния популяции вселенца в бассейне Азовского моря.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Комплексные съёмки в Азовском море проводили по стандартной сетке станций, принятой в АзНИИРХ с 1952 г. (Методы рыбохозяйственных, 2005). Ежегодно выполняли 1–4 рейса на НИС. В работе приведены результаты летней съёмки 2010 г., когда чужеродные спиониды в Азовском море были обнаружены впервые, а также результаты осенних съёмок 2012–2020 гг., по материалам которых представлен анализ межгодовой динамики показателей обилия *M. neglecta* (табл. 1). Пробы отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,1 м<sup>2</sup> в двух повторностях. Материал обрабатывали согласно методическим рекомендациям (Методы рыбохозяйственных, 2005). Промывку бентоса проводили через сита с диаметром ячеей фильтрации 5,0 и 0,3 мм (верхнее и нижнее сито соответственно). В качестве фиксатора использовали 4%-ный нейтрализованный формалин или 76%-ный этиловый спирт с добавлением формалина для предотвращения мацерации тканей червей.

**Таблица 1.** Количество станций отбора проб, выполненных в северо-восточной части Азовского моря**Table 1.** Number of sampling stations carried out in the northeastern Sea of Azov

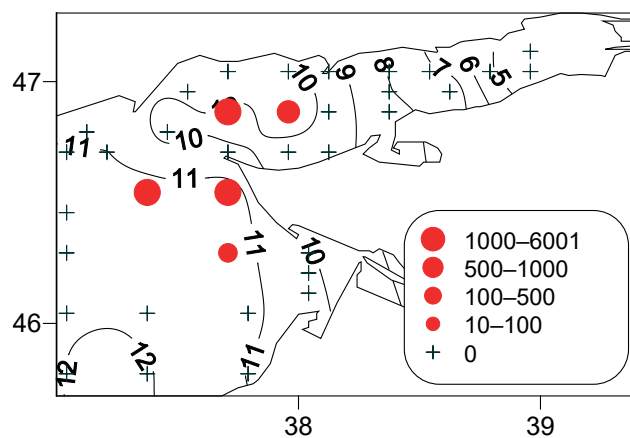
Месяц и год	Количество станций	Месяц и год	Количество станций
Июль 2010 г.	21	Октябрь 2016 г.	17
Октябрь 2011 г.	25	Сентябрь — октябрь 2017 г.	17
Октябрь 2012 г.	21	Сентябрь — октябрь 2018 г.	17
Октябрь 2013 г.	16	Октябрь 2019 г.	17
Октябрь 2014 г.	21	Октябрь 2020 г.	18
Октябрь 2015 г.	17	<b>Всего</b>	<b>207</b>

Разбор бентосных проб проводили под бинокляром. При высокой плотности молоди червей брали навеску, подсчёт организмов вели в камере Богорова. При анализе популяционной структуры вида использовали такие показатели удельной численности, как средняя плотность и экологическая плотность. Среднюю плотность (общая плотность червей на единицу площади) рассчитывали с учётом всех станций. Экологическую плотность (плотность в поселении) определяли как количество червей на единицу обитаемого пространства, то есть без учёта станций с нулевыми значениями.

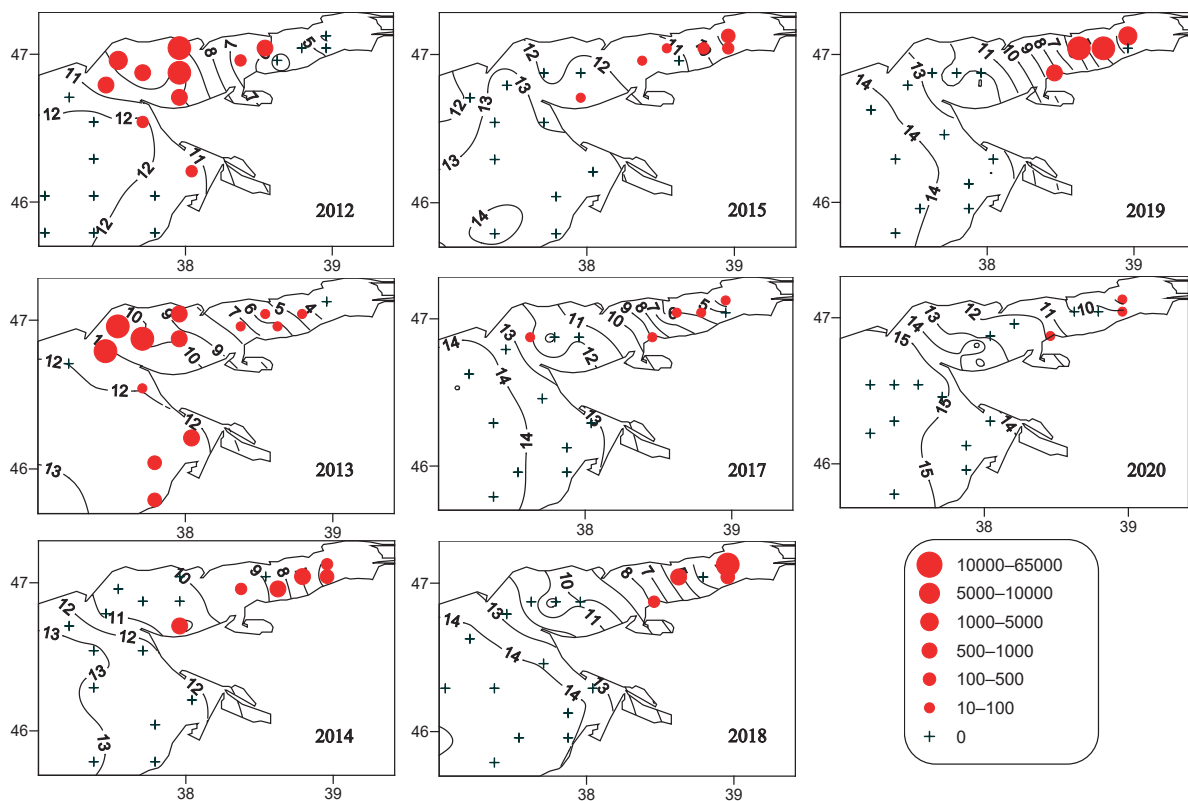
Для определения солёности пробы отобраны на 18 стандартных станциях батометром Нискина: в заливе и море при глубинах менее 7 м — на двух горизонтах (поверхность и придонный слой); при глубинах более 7 м — на трёх горизонтах (поверхностный слой, 5 м и придонный). Карты построены в геоинформационном пакете Surfer v15. Статистическая обработка данных выполнена в программе PAST (Hammer, 2012).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Пространственное распределение.** Впервые в пробах чужеродные полихеты зарегистрированы в июле 2010 г. Поселение червей занимало восточный район Азовского моря и западную часть Таганрогского залива (рис. 1). Ядро популяции, плотность в котором достигала  $6000 \text{ экз.}\cdot\text{м}^{-2}$ , приходилось на заиленные ракушечники Еленинских банок. Солёность в этом районе составляла 11,5 ‰.

**Рис. 1.** Плотность *Marenzelleria neglecta*,  $\text{экз.}\cdot\text{м}^{-2}$ , в северо-восточной части Азовского моря в июле 2010 г. (изолиниями указана солёность, ‰)**Fig. 1.** *Marenzelleria neglecta* abundance,  $\text{ind.}\cdot\text{m}^{-2}$ , in the northeastern Sea of Azov in July 2010 (isolines indicate salinity, ‰)

С 2012 г. *M. neglecta* стали регулярно встречаться практически во всех съёмках, поселение полихет занимало приустьевую часть открытого моря и большую часть Таганрогского залива (рис. 2). Восточная граница ареала в сравнении с таковой летом 2010 г. сместилась в восточном направлении и проходила по линии, соединяющей косу Беглицкую и Порт-Катон. Ядро популяции, плотность червей в котором достигла 55 175 экз.·м<sup>-2</sup>, локализовалось в западной части залива. Средняя по западному району залива солёность воды составляла 9,9 ‰. На входе в Ясенский залив плотность червей достигала 250 экз.·м<sup>-2</sup>.



**Рис. 2.** Плотность *Marenzelleria neglecta*, экз.·м<sup>-2</sup>, в северо-восточной части Азовского моря в 2012–2020 гг. в осенний период (изолиниями указана солёность, ‰)

**Fig. 2.** *Marenzelleria neglecta* abundance, ind.·m<sup>-2</sup>, in the northeastern Sea of Azov in 2012–2020 in autumn (isolines indicate salinity, ‰)

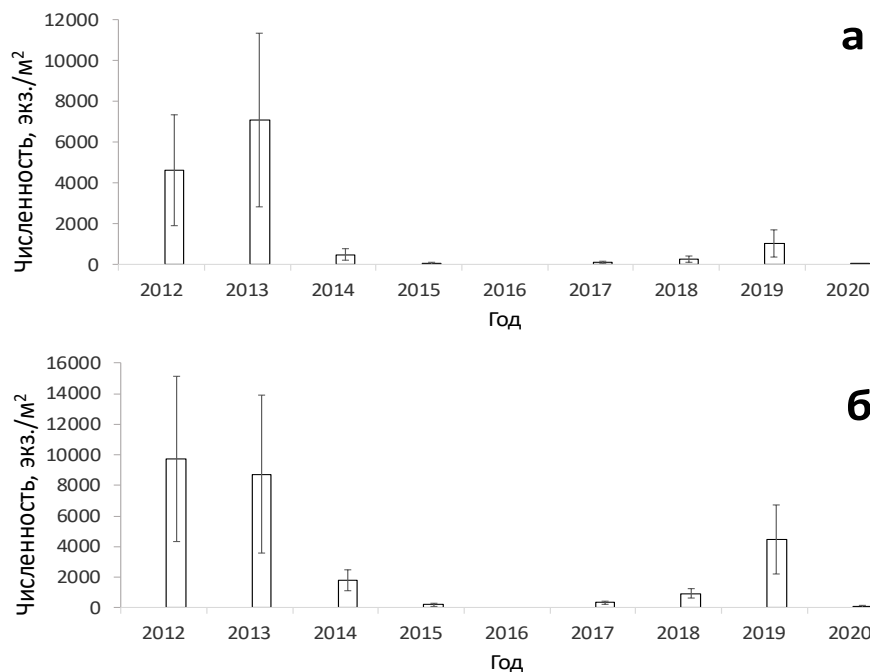
В 2013 г. существенных изменений в пространственном распределении полихет не наблюдали. Основное поселение по-прежнему занимало приустьевую часть моря и залив, ядро находилось в западном районе залива (солёность воды составляла 10,2 ‰), численность популяции сохранялась на высоком уровне — до 61 500 экз.·м<sup>-2</sup>. Восточная граница ареала сместилась ещё дальше: черви были отмечены на разрезе Таганрог — село Семибалки. Увеличилась площадь акватории, занятой восточным скоплением, которое продвинулось на юг; его максимальная плотность достигла 482 экз.·м<sup>-2</sup>. С 2014 г. стали регистрировать изменения пространственной структуры и снижение показателей обилия популяции. Область распространения полихет начала сокращаться, в рассматриваемой части моря вид уже не находили (солёность составляла 12,3–12,9 ‰). Ядро поселения сместилось в центральный район залива (9,1 ‰), максимальная плотность снизилась на порядок — до 4620 экз.·м<sup>-2</sup>.

В 2015 г. ядро скопления полихет сместилось ещё дальше — в восточный район залива (9,1 ‰), а максимальная плотность сократилась до 640 экз.·м<sup>-2</sup>. Солёность в центральной части залива достигла 11,3 ‰, в западной — 12,5 ‰, а в открытом море — 13,3 ‰. В 2016 г. полихет

в Азовском море не обнаружили. Солёность в восточной части залива, где ранее локализовалось ядро скопления, снизилась до 3,5 ‰; в центральной его части значение составляло 6,9 ‰, в западной — 12,6 ‰, в открытом море — 13,8 ‰. В 2017 г. черви единично были зарегистрированы в западном районе Таганрогского залива (12,1 ‰); основное поселение с плотностью до 640 экз.·м<sup>-2</sup> отмечено на границе восточного (4,7 ‰) и центрального районов залива (7,5 ‰).

В 2018–2020 гг. черви полностью исчезли из западного района залива (11,2–13,7 ‰). Область распространения вселенца была ограничена центральным и восточным районами залива. В 2018 г. ядро скопления с плотностью до 1890 экз.·м<sup>-2</sup> зарегистрировано в восточном районе залива при 3,2 ‰. В 2019 г. максимум (11 000 экз.·м<sup>-2</sup>) приходился на центральный район, где солёность составляла 7,0 ‰. В 2020 г. плотность червей резко сократилась: максимум составлял 235 экз.·м<sup>-2</sup>; вид преимущественно занимал восточный район залива, где солёность достигала 9,7 ‰.

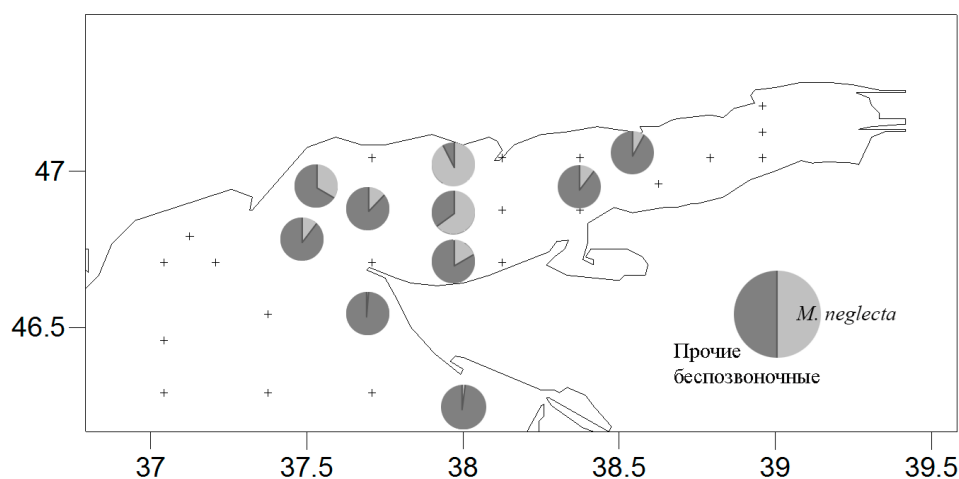
**Динамика количественных показателей.** В 2012 и 2013 гг. плотность *M. neglecta* находилась на высоком уровне и в среднем составляла 4628 и 7084 экз.·м<sup>-2</sup> соответственно. Высокие значения отмечены и для экологической плотности — 9719 и 8720 экз.·м<sup>-2</sup> соответственно. Следующие два года, 2014 и 2015 гг., характеризовались снижением обоих показателей на порядок (рис. 3). В 2017 г. средняя и экологическая плотность полихет сохранялась на низком уровне — 98 и 334 экз.·м<sup>-2</sup> соответственно. Затем популяция постепенно начала наращивать свою численность. К 2018 г. средняя плотность червей составляла 274 экз.·м<sup>-2</sup>, а к 2019 г. достигла 1050 экз.·м<sup>-2</sup>. Ещё более заметный рост наблюдали внутри поселения: экологическая плотность в 2018 г. составляла 933 экз.·м<sup>-2</sup>, а к 2019 г. — уже 4464 экз.·м<sup>-2</sup>. В 2020 г. отмечены минимальные за весь период показатели обилия: средняя плотность — 16 экз.·м<sup>-2</sup>, экологическая плотность — 98 экз.·м<sup>-2</sup>.



**Рис. 3.** Динамика средней плотности (количество особей на единицу площади) (а) и экологической плотности (количество особей на единицу обитаемого пространства) (б) *Marenzelleria neglecta* в северо-восточной части Азовского моря в 2010–2020 г. Планки погрешности — стандартная ошибка

**Fig. 3.** Dynamics of mean abundance (number of individuals per unit area) (a) and ecological abundance (number of individuals per unit of habitat) (b) of *Marenzelleria neglecta* in the northeastern Sea of Azov in 2010–2020. Error bars indicate standard error

**Структура доминирования в сообществах.** В западном районе Таганрогского залива, где была зарегистрирована основная вспышка численности вселенца, до её начала (2010 и 2011 гг.) массовыми и обычными видами бентоса (частота встречаемости  $\geq 50\%$ ) являлись малощетинковые черви, два вида полихет (*Alitta succinea* (Leuckart, 1847) и *Polydora cornuta* Bosc, 1802), брюхоногие моллюски *Hydrobia* spp. и двустворчатый моллюск *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789). Общая численность макробентоса в среднем по району составляла в 2010 г. 8953 экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, в 2011 г. — 13 358 экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Перечисленные виды и группы формировали более 90 % общей численности сообщества. В 2012 и 2013 гг. полихет *M. neglecta* регистрировали на всех станциях. Из прочих представителей донной фауны высокую частоту встречаемости сохраняли *A. succinea*, *Hydrobia* spp. и малощетинковые черви. Численность бентоса увеличилась в три раза и составляла в 2012 и 2013 гг. 33 848 и 38 944 экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> соответственно. На долю *M. neglecta* в 2012 г. в среднем по западному району приходилось 38 % общей численности, в 2013 г. — 58 %. В этот период на отдельных станциях доля вселенца в сообществах достигла 92 % общей численности (рис. 4).



**Рис. 4.** Доля *Marenzelleria neglecta* в общей численности зообентоса в Азовском море осенью 2012 г.

**Fig. 4.** *Marenzelleria neglecta* ratio in the total abundance of zoobenthos in the Sea of Azov in autumn 2012

В центральной и восточной частях Таганрогского залива *M. neglecta* в массе стали находить с 2014 г. Характерными доминантами донных сообществ этих акваторий до вселения полихеты являлись олигохеты, *A. succinea* и полихета *Hediste diversicolor* (O. F. Müller, 1776). В восточной части высокую встречаемость также имели реликтовые полихеты *Hypniola kowalewskii* (Grimm in Appenkova, 1927), кумовые раки *Pterocuma pectinatum* (Sowinsky, 1893) и личинки насекомых семейства Chironomidae. Перечисленные группы суммарно формировали 88 % общей численности донной фауны в центральном районе залива и 97 % — в восточном. В центральной части средняя по району численность бентоса в 2010–2013 гг. варьировала от 2591 до 8825 экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. В 2014 г. показатель существенно не изменился (3320 экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). При этом доля *M. neglecta* в сообществе в среднем составляла 31 %. В восточном районе залива в 2010–2013 гг. средняя численность варьировала от 5310 до 26 995 экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. В 2014 г. она сократилась до 2393 экз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, что было обусловлено снижением численности олигохет. Доля *M. neglecta* достигала 36 %.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Экспансия *M. neglecta* в прибрежные воды континентальной Европы достаточно хорошо изучена (Ezhova et al., 2005; Maximov, 2011; Norkko et al., 1993; Zettler et al., 2002; Zmudzinski et al., 1993). Проникнув в южные районы Балтики примерно в середине 1980-х гг., полихета быстро

заселила побережье моря, была зарегистрирована в Нидерландах, Германии, Польше, России, Литве, Латвии и Эстонии (*Marenzelleria neglecta*, 2021). В начале 1990-х гг. вид достиг побережья Швеции, где был отмечен в устье Финского залива; в 1990–1993 гг. он проник в восточную часть Финского залива и южную часть Ботнического залива, а к 2000 г. распространился по всей акватории Финского залива до пресноводной Невской губы.

Высокая скорость расселения червей обеспечивается продолжительной личиночной стадией. Показано, что продолжительность пелагической фазы *M. neglecta* при +20 °C составляет 4–5 недель; при более низкой температуре (+5 °C) этот процесс может длиться 2,5–3 месяца (Bochert, 1997). Также известно, что высокой подвижностью и способностью находиться в планктоне обладают ювенильные особи полихет (Dauer et al., 1980, 1982, цит. по: Bochert et al., 1996), что обеспечивает виду дополнительные возможности при колонизации новых акваторий.

В бассейне Азовского моря расселение червей происходило также стремительно. Через 3–4 года после первой находки полихет на входе в Таганрогский залив скопления *M. neglecta* с высокой плотностью регистрировали по всей северо-восточной части моря, включая акваторию залива. По литературным данным и собственным наблюдениям, *M. neglecta* встречалась и в других частях моря, вплоть до Керченского пролива (Болтачева и Лисицкая, 2019; Булышева и др., 2020; Фроленко и Мальцева, 2017). В 2014 г. состоялась регистрация вселенца в дельте реки Дон. В 2016 и 2017 гг. червей стали регулярно отмечать на значительном расстоянии от устья — в верхней части протоки Мокрая Каланча (Zhivoglyadova & Elfimova, 2021). Поселения *M. neglecta* наблюдали в азовских лиманах Краснодарского края. В 2015 г. в лимане Ахтарский обнаружено скопление полихет плотностью 160 экз.·м<sup>-2</sup>.

Показано, что при отсутствии ограничений по пищевому ресурсу, что характерно для эвтрофированных акваторий, полихеты способны быстро наращивать численность. Этому способствуют высокая плодовитость *M. neglecta* (10–40 тыс. яиц на особь) и ранняя половозрелость, которой черви способны достигнуть уже на первом году жизни (Bochert & Bick, 1995).

В Азовском море высокая плотность популяции (5–7 тыс. экз.·м<sup>-2</sup>) отмечена в 2012 и 2013 гг. Сравнимые показатели обилия были зарегистрированы в некоторых районах Балтики. Так, в лагунах Дарс-Цингст (Германия) через несколько лет после обнаружения популяция *M. neglecta* дала вспышку, увеличив плотность с нескольких сотен до 5 тыс. экз.·м<sup>-2</sup>, а затем достигла максимума — 10 тыс. экз.·м<sup>-2</sup> (Zettler et al., 2002). Экспоненциальный рост численности *M. neglecta* и высокие показатели обилия наблюдали и в Вислинском заливе, где за период с 1988 по 1994 г. плотность полихет достигла 5–7 тыс. экз.·м<sup>-2</sup> (Ezhova & Spirido, 2005).

Таким образом, на начальном этапе инвазии популяция *M. neglecta* в Азовском море активно развивалась, чему способствовали, очевидно, высокий трофический статус водоёма и благоприятные условия по солёности. В 2010–2013 гг. в западном районе Таганрогского залива, где отмечали наиболее плотные скопления полихет, солёность в среднем составляла 9,7–10,0 ‰, а в северо-восточной части моря — 11,4–12,2 ‰. Дальнейшее развитие популяции, по-видимому, определялось динамикой этого фактора.

Верхняя граница оптимума для полихеты составляет 10 ‰ (Sikorski & Bick, 2004). Червей перестали находить в северо-восточной части моря при средней солёности 12,9 ‰ (2014 г.), в западной части Таганрогского залива плотность скоплений сократилась почти на порядок при повышении солёности до 12,5 ‰ (2015 г.). Затем популяция практически полностью сместилась в распреснённые районы залива — центральный и восточный, где средняя солёность на тот момент составляла 10,2 и 7,6 ‰ соответственно. Вместе с тем восточный район залива, по-видимому, является неблагоприятным для воспроизводства вида. В эксперименте показано, что при солёности менее 5 ‰ выживание личинок проблематично: они не могут завершить своё развитие и перейти к донному образу жизни (Bochert, 1997). По нашим данным, солёность воды в восточном районе

в разные годы варьировала от 1,4 до 9,1 ‰. За весь период наблюдений только в 2014 и 2015 гг. солёность в восточной части залива была выше изогалины в 5 ‰, что должно было обеспечивать успешное воспроизводство вида.

**Заключение.** Высокая солёность, наблюдаемая в настоящее время в Азовском море, по-видимому, ограничивает расселение и сдерживает крупномасштабную инвазию *Marenzelleria neglecta* в этом водоёме. Несмотря на имеющиеся факты регистрации червей по всей его акватории, поселения с высокой плотностью *M. neglecta* формирует только в распреснённых частях моря. Для этого вида оптимум по солёности воды находится в диапазоне 7–12 ‰. С 2017 г. устойчивое поселение полихет существует в пределах центрального и восточного районов Таганрогского залива. При этом в поселении продолжают наблюдаться значительные флуктуации количественных показателей; их основной причиной является, видимо, нестабильный режим солёности, при котором воспроизводство вида зависит от гидрологической ситуации. Вероятно, и дальнейшее развитие *M. neglecta* в Азовском море будет контролироваться солёностью воды, многолетний положительный тренд значений которой позволяет оценивать ситуацию для развития вида как неблагоприятную.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Болтачева Н. А., Лисицкая Е. В. Полихеты юго-западной части Азовского моря // *Экосистемы*. 2019. Вып. 19 (49). С. 133–141. [Boltachova N. A., Lisitskaya E. V. Polychaetes of the southwest of the Sea of Azov. *Ekosistemy*, 2019, vol. 19 (49), pp. 133–141. (in Russ.)]
2. Булышева Н. И., Сёмин В. Л., Шохин И. В., Савикин А. И., Коваленко Е. П., Бирюкова С. В. Чужеродные виды зообентоса в экосистемах Нижнего Дона и Азовского моря на рубеже XX–XXI вв. // *Труды Южного научного центра Российской академии наук*. 2020. Т. 8. С. 256–273. [Bulysheva N. I., Syomin V. L., Shokhin I. V., Savikin A. I., Kovalenko E. P., Biryukova S. V. Non-native species of zoobenthos in the ecosystems of the Lower Don and the Sea of Azov at the turn of the 20<sup>th</sup>–21<sup>st</sup> centuries. *Trudy Yuzhnogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2020, vol. 8, pp. 256–273. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.23885/1993-6621-2020-8-256-273>
3. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Азовское море*. Санкт-Петербург : Гидрометеоиздат, 1991. 235 с. [*Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morei SSSR. Azovskoe more*. Saint Petersburg : Gidrometeoizdat, 1991, 235 p. (in Russ.)]
4. Максимов А. А. *Межгодовая и многолетняя динамика макрозообентоса на примере вершины Финского залива*. Санкт-Петербург : Нестор-История, 2018. 254 с. [Maksimov A. A. *Mezhgodovaya i mnogoletnyaya dinamika makrozoobentosa na primere verшины Finskogo zaliva*. Saint Petersburg : Nestor-Istoriya, 2018, 254 p. (in Russ.)]
5. *Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне* : сб. науч.-метод. работ. Краснодар : Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, 2005. 352 с. [*Metody rybokhozyaistvennykh i prirodookhrannykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom basseine* : sb. nauch.-metod. rabot. Krasnodar : Azovskii nauchno-issledovatel'skii institut rybnogo khozyaistva, 2005, 352 p. (in Russ.)]
6. Сёмин В. Л., Булышева Н. И., Савикин А. И., Коваленко Е. П. Чужеродные виды полихет в донных сообществах Азовского моря в начале XXI века // *Научный журнал КубГАУ*. 2016а. № 117 (03). С. 1–13. [Syomin V. L., Bulysheva N. I., Savikin A. I., Kovalenko E. P. Alien polychaete species in the bottom communities of the Azov Sea in the beginning of the XXI century. *Nauchnyi zhurnal KubGAU*, 2016a, no. 117 (03), pp. 1–13. (in Russ.)]. <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/89.pdf>
7. Фроленко Л. Н., Мальцева О. С. О сообществе *Anadara* в Азовском море // *Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона* : материалы IX Международной научно-практической конференции, Керчь, 6 октября 2017 г. Керчь :



- Керченский филиал ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», 2017. С. 99–103. [Frolenko L. N., Maltseva O. S. On the *Anadara* community in the Azov Sea. In: *Current Fishery and Environmental Problems of the Azov and Black Seas Region* : materials of the IX International Scientific and Practical Conference, Kerch, 6 October, 2017. Kerch : Kerchenskii filial FGBNU “Azovskii nauchno-issledovatel’skii institut rybnogo khozyaistva”, 2017, pp. 99–103. (in Russ.)]
8. *Экологический атлас Азовского моря* / под ред. Г. Г. Матишова, Н. И. Голубевой, В. В. Сорокиной. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 328 с. [*Ekologicheskii atlas Azovskogo morya* / G. G. Matishov, N. I. Golubeva, V. V. Sorokina (Eds). Rostov-on-Don : Izd-vo YuNTs RAN, 2011, 328 p. (in Russ.)]
  9. Bochert R. *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae): A review of its reproduction. *Aquatic Ecology*, 1997, vol. 31, iss. 2, pp. 163–175. <https://doi.org/10.1023/A:1009951404343>
  10. Bochert R., Bick A. Reproduction and larval development of *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae). *Marine Biology*, 1995, vol. 123, iss. 4, pp. 763–773. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00349119>
  11. Bochert R., Bick A., Zettler M., Arndt E. A. *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Spionidae), an invader in the benthic community in Baltic coastal inlets – Investigation of reproduction. In: *Proceedings of the 13<sup>th</sup> Symposium of the Baltic Marine Biologists*, Jūrmala, Latvia, 31 August – 4 September, 1993. Riga, 1996, pp. 131–139.
  12. Ezhova E., Spirido O. Patterns of spatial and temporal distribution of the *Marenzelleria* cf. *viridis* population in the lagoon and marine environment in the southeastern Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 2005, vol. 34, iss. 1, pp. 209–226.
  13. Ezhova E., Żmudziński L., Maciejewska K. Long-term trends in the macrozoobenthos of the Vistula Lagoon, southeastern Baltic Sea. Species composition and biomass distribution. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*, 2005, vol. 1, no. 164, pp. 55–73.
  14. Hammer Ø. *Paleontological Statistics, Version 2.17* : Reference Manual / Natural History Museum, University of Oslo. [Oslo], [2012], 229 p. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.2438&rep=rep1&type=pdf>
  15. Kotta J., Kotta I., Simm M., Lankov A., Lauringson V., Põllumäe A., Ojaveer H. Ecological consequences of biological invasions: Three invertebrate case studies in the north-eastern Baltic Sea. *Helgoland Marine Research*, 2006, vol. 60, iss. 2, pp. 106–112. <https://doi.org/10.1007/s10152-006-0027-6>
  16. *Marenzelleria neglecta* (red gilled mud worm) : datasheet. In: *Invasive Species Compendium* : [site]. Wallingford, UK : CAB International, [2021]. URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/108340#C553B2A8-2CE2-4B99-80B0-847BA752A654> [accessed: 10.02.2021].
  17. Maximov A. A. Large-scale invasion of *Marenzelleria* spp. (Polychaeta; Spionidae) in the eastern Gulf of Finland, Baltic Sea. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2011, vol. 2, iss. 1, pp. 11–19. <https://doi.org/10.1134/S2075111711010036>
  18. Michalek M. Abundance and distribution of *Marenzelleria* species in the Baltic Sea. In: *HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheet*. [Helsinki], 2012. URL: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/06/BSEFS-Abundance-and-distribution-of-marenzelleria-species-in-the-Baltic-Sea.pdf> [accessed: 28.07.2021].
  19. Norkko A., Bonsdorff E., Boström C. Observations of the polychaete *Marenzelleria viridis* (Verrill) on a shallow sandy bottom on the South coast of Finland. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 1993, vol. 69, pp. 112–113.
  20. Sikorski A. V., Bick A. Revision of *Marenzelleria* Mesnil, 1896 (Spionidae, Polychaeta). *Sarsia*, 2004, vol. 89, iss. 4, pp. 253–275. <https://doi.org/10.1080/00364820410002460>
  21. Syomin V. L., Sikorski A. V., Kovalenko E. P., Bulysheva N. I. Introduction of species of genus *Marenzelleria* Mensil, 1896 (Polychaeta: Spionidae) in the Don River delta and Taganrog Bay. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2016b, vol. 7, iss. 2, pp. 174–181. <https://doi.org/10.1134/S2075111716020107>
  22. Syomin V., Sikorski A., Bastrop R., Köhler N., Stradomsky B., Fomina E., Matishov D. The invasion of the genus *Marenzelleria* (Polychaeta: Spionidae) into the Don River mouth and the Taganrog Bay: Morphological and genetic study. *Journal of the Marine Biological Association*

- of the United Kingdom, 2017, vol. 97, iss. 5, pp. 975–984. <https://doi.org/10.1017/S0025315417001114>
23. Zettler M. L., Daunys D., Kotta J., Bick A. History and success of an invasion into the Baltic Sea: The polychaete *Marenzelleria* cf. *viridis*, development and strategies. In: *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Dordrecht : Springer, 2002, pp. 66–75. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9956-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9956-6_8)
24. Zhivoglyadova L. A., Elfimova N. S. Invasion of the polychaeta *Marenzelleria neglecta* Sikorski & Bick, 2004 (Polychaeta: Spionidae) in the Azov Sea basin. In: *Invasion of Alien Species in Holarctic. Borok-VI* : book of abstracts of the 6<sup>th</sup> International Symposium, Borok–Uglich, 11–15 Oct., 2021. Kazan : Buk, 2021, pp. 248.
25. Zmudzinski L., Chubarova-Solovjeva S., Dobrovolski Z., Gruszka P., Olenin S., Wolnomiejski N. Expansion of the spionid polychaete *Marenzelleria viridis* in the southern part of the Baltic Sea. In: *Proceedings of the 13<sup>th</sup> Symposium of Baltic Marine Biologists*, Jūrmala, Latvia, 31 Aug. – 4 Sept., 1993. Riga, 1993, pp. 127–129.

## HISTORY OF DISPERSION OF THE NORTH AMERICAN POLYCHAETE *MARENZELLERIA NEGLECTA* SIKORSKI & BICK, 2004 (ANNELIDA: SPIONIDAE) IN THE NORTHEASTERN SEA OF AZOV

L. A. Zhivoglyadova, N. S. Elfimova, and V. G. Karmanov

Azov–Black Sea branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKh”), Rostov-on-Don, Russian Federation  
E-mail: [zhivoglyadova\\_l\\_a@azniirkh.ru](mailto:zhivoglyadova_l_a@azniirkh.ru)

In the early 2010s, the alien polychaete worm *Marenzelleria neglecta* Sikorski & Bick, 2004 invaded the Sea of Azov. In few years, the species has widely spread over the desalinated sea area. Moreover, it was recorded in the Don delta and in the Sea of Azov–Kuban estuaries. This alien species formed a stable and numerous colony localized in the northeastern Sea of Azov; the history of this formation is traced based on material of complex hydrobiological and hydrological surveys of 2010–2020. The colony of this species developed against the backdrop of an increase in water salinity. Obviously, this factor had a decisive effect on the invasive process. An outbreak of abundance observed in the western Taganrog Bay in 2012 and 2013 was followed by a sharp decrease in abundance – down to complete absence of this polychaete worm in the samples. A drop in abundance was accompanied by a reduction of its range and a shift in the core of abundance towards sea areas with the lowest salinity. To date, there is a stable *M. neglecta* population in the central and eastern Taganrog Bay. Changes in the structure of prevalence in benthic communities during invasion were analyzed. As shown, the ratio of alien polychaetes in the periods of their mass development reached 92 % of the total abundance of benthos at individual stations.

**Keywords:** Polychaeta, alien species, benthic communities, macrozoobenthos, estuaries, Sea of Azov