

УДК 574.32

## ВСПЫШКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ ИНФУЗОРИЙ *RHIZODOMUS TAGATZI* STRELKOV & WIRKETIS, 1950 И *AMPHORELLOPSIS ACUTA* SCHMIDT, 1902 (CILIOPHORA, TINTINNIDA) В ТАМАНСКОМ ПОРТУ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

© 2024 г. Ж. П. Селифонова (ORCID: 0000-0002-4924-815X)

Государственный морской университет им. адмирала Ф.Ф. Ушакова, Новороссийск 353924, Россия  
e-mail: selifa@mail.ru

Поступила в редакцию 24.04.2024 г.

После доработки 24.07.2024 г.

Принята к публикации 01.08.2024 г.

Сообщается о новых вспышках численности чужеродных видов раковинных инфузорий (тинтиннид) в северо-восточной части Черного моря. Пробы зоопланктона были собраны в конце черноморского биологического лета — осенью 2023 г. в прибрежной зоне Таманского порта. В исследуемом районе обнаружено 10 видов тинтиннид, среди которых 7 чужеродных видов. Впервые в районе Таманского порта зарегистрированы вспышки численности инвазивных тинтиннид *Rhizodomus tagatzi* и *Amphorellopsis acuta*. Хорошо выраженный пик численности *R. tagatzi* был отмечен в сентябре ( $518 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>), *A. acuta* — в ноябре ( $310 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>). В эти месяцы указанные виды составляли >99% общей численности тинтиннид, что свидетельствует о формировании их популяций. Обилие *R. tagatzi* было самым высоким из ранее отмеченных в Черном море. Предполагается, что интенсивное судоходство и увеличение грузооборота, характерные для Таманского побережья Черного моря и Керченского пролива, способствуют распространению чужеродных морских раковинных инфузорий с судовыми балластными водами.

**Ключевые слова:** чужеродные раковинные инфузории, летне-осенняя динамика численности, таксономический состав

DOI: 10.31857/S0134347524060042

Чужеродные или инвазивные виды флоры и фауны — одна из основных угроз сохранению биоразнообразия и функционированию морских экосистем (Алимов и др., 2000; Звягинцев и др., 2011; Дгебуадзе, 2013; Panov et al., 1999; Invasive Aquatic ..., 2002; Heiskanen et al., 2016; Telesh, Naumenko, 2021, 2024; Shiganova et al., 2023). Основной путь биологической инвазии в морских экосистемах — внедрение чужеродных организмов с судовыми балластными водами (Звягинцев, Селифонова, 2010; Carlton, 1985; Carlton, Geller, 1993; David et al., 2007; Selifonova, 2015). Согласно последним исследованиям, более 33% зарегистрированных в Черном море видов раковинных инфузорий (тинтиннид) являются чужеродными (Gavrilova, Dovgal, 2016; Selifonova, Makarevich, 2018). Многие виды

протистов, и в их числе инфузории тинтинниды, можно отнести к инвазивным организмам (Гаврилова, 2010; Carlton, 1985; Pierce et al., 1997; David et al., 2007; Selifonova, 2015; Selifonova, Makarevich, 2018). Летне-осенние вспышки численности чужеродных видов раковинных инфузорий являются типичными для прибрежных вод северо-восточной части Черного моря и вод, омывающих полуостров Крым (Гаврилова, Довгаль, 2019; Selifonova, Makarevich, 2018). Однако в Таманском порту исследования этих экзотических пелагических простейших ранее не проводились.

Данные, полученные с сентября по декабрь 2023 г. в прибрежных водах Таманского порта, дополняют знания о таксономическом составе

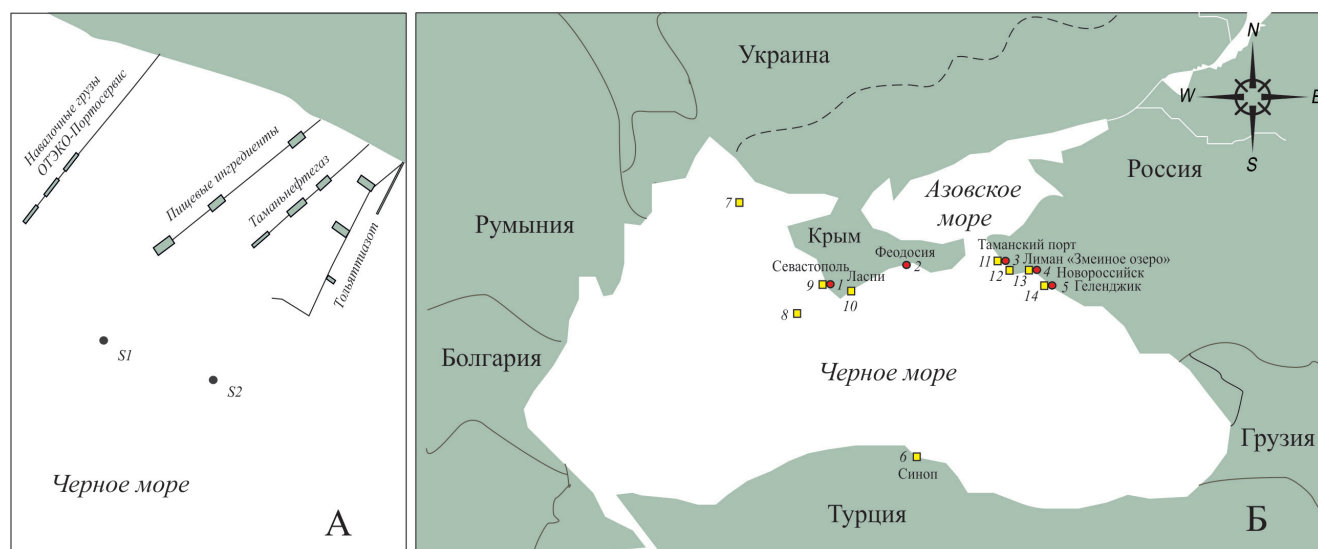


Рис. 1. Схема районов обнаружения тинтинид в Черном море.

А – станции (S1, S2) отбора проб раковинных инфузорий в прибрежной зоне Таманского порта в 2023 г.

Б – районы обнаружения *Rhizodorus tagatzi*: 1 – Гаврилова (2010), 2 – Гаврилова, Довгаль (2019), 3 – наши данные; 4, 5 – Selifonova, Makarevich (2018) (круги); районы обнаружения *Amphorellopsis acuta*: 6–8, 10 – Гаврилова, Довгаль (2019); 9 – Gavrilova, Dovgal (2016); 11 – наши данные; 12 – Selifonova (2015); 13 – Селифонова (2011); 14 – Selifonova, Makarevich (2018) (квадраты).

и динамике численности инвазивных видов тинтинид в северо-восточной части Черного моря.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

### Исследуемый район

Таманский порт расположен в северо-восточной части Черного моря на Таманском полуострове в районе мыса Железный Рог (45°8′30.0″ с. ш., 36°41′60.0″ в. д.). Порт имеет действующие и еще строящиеся терминалы для перевалки различных грузов: нефти и нефтепродуктов, сжиженных углеводородных газов, аммиака, зерна, угля, удобрений, железной руды, серы, изделий из стали, контейнерных грузов (рис. 1а). В 2022–2023 гг. грузооборот порта составил 40.5–42.8 млн т, количество судозаходов увеличилось до тысячи. Основная часть грузооборота (98.6%) приходилась на экспорт товаров в такие страны, как Турция, Китай и Индия (Лебедев, 2023).

### Отбор проб

В районе Таманского порта пробы планктона были собраны в сентябре–декабре 2023 г., что соответствовало концу черноморского биологического лета и осени (Усачев, 1947). Отбор проб проводили на двух станциях, которые имеют глубины 20–25 м: 45°6′48.01″ с. ш.,

36°38′48.33″ в. д., станция 1 (S1); 45°06′24.7″ с. ш., 36°39′41.8″ в. д., станция 2 (S2) (рис. 1а).

Температура воды в районе Таманского порта в период исследования варьировала от 22.5°C (сентябрь) до 10.5°C (декабрь), соленость – от 17.5 до 18 psu (устное сообщение В.К. Часовникова, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН). Пробы планктона для качественного анализа собирали буксировкой планктонной сети с ситом размером 50 мкм на глубине 0.5 м. Для количественного анализа материал брали с поверхности пластиковым ведром. Пробы объемом 1500 мл консервировали раствором глутаральдегида до конечной концентрации 2%, затем концентрировали методом отстаивания до объема 10–20 мл. Подсчет и видовую идентификацию инфузорий выполняли с помощью микроскопа Микмед-5 (Ломо) при увеличении  $\times 100$  и  $\times 400$ . Исследовали пять выборок каждой пробы. В сентябре, октябре и декабре численность алорикатных инфузорий изучали в нефиксированных пробах с помощью стереомикроскопа и счетной камеры Сорокина (Sorokin, 1999). Тинтиниды идентифицировали по морфологии панциря

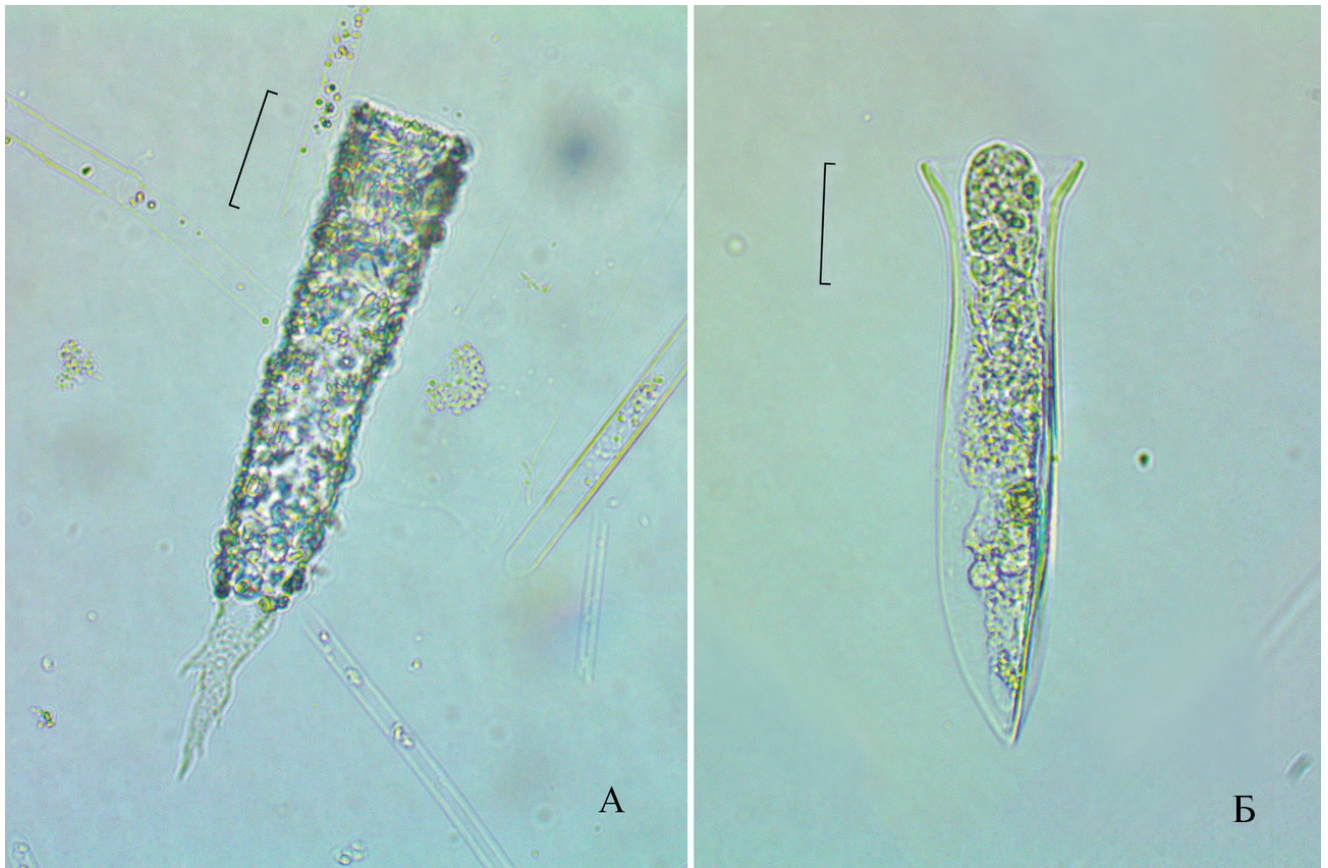


Рис. 2. *Rhizodomus tagatzi* (А) и *Amphorellopsis acuta* (Б) из прибрежной зоны Таманского порта. Увеличение  $\times 400$ : А – 30 мкм, Б – 20 мкм.

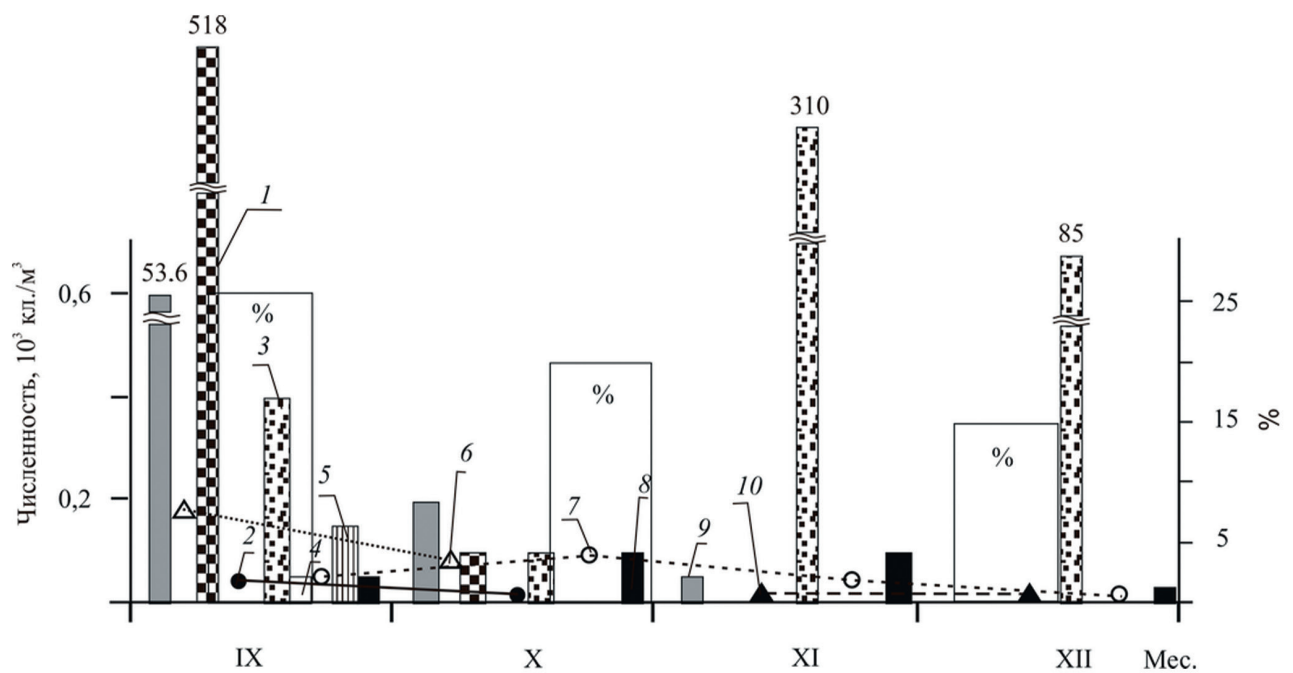


Рис. 3. Летне-осенняя динамика численности ( $10^3$  кл./м<sup>3</sup>) раковинных инфузорий в прибрежных водах Таманского порта: 1 – *Rhizodomus tagatzi*, 2 – *Favella ehrenbergii*, 3 – *Amphorellopsis acuta*, 4 – *Eutintinnus tubulosus*, 5 – *Dartintinnus alderae*, 6 – *Tintinnopsis tocaninensis*, 7 – *E. apertus*, 8 – *Salpingella decurlata*, 9 – *Tintinnopsis tubulosa*, 10 – *Stenosemella ventricosa*.



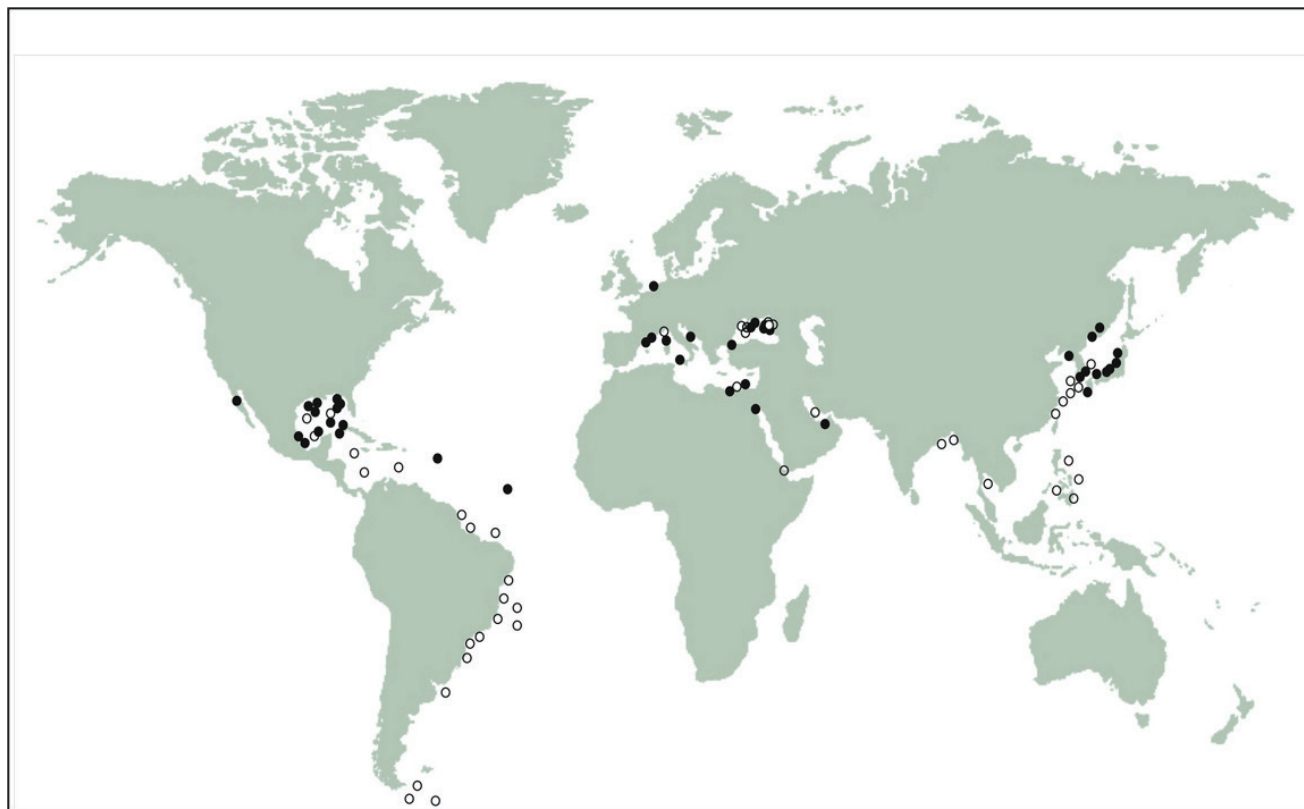


Рис. 4. Распространение *Rhizodomus tagatzi* в морях Мирового океана: (Гаврилова, Довгаль, 2019; наши данные; Saccà, Giuffrè, 2013; Selifonova, Makarevich, 2018) (черные круги); *Amphorellopsis acuta*: (наши данные; Селифонова, 2011; Гаврилова, Довгаль, 2019; Cariou et al., 1999; Fernandes, 2004; Coats, Clamp, 2009; Dorgham et al., 2009; Lee, Kim, 2010; Abou Zaid, Hellal, 2012; Dolan, Pierce, 2014; Santiago, Lagman, 2018; Tabarcea et al., 2023) (белые круги).

и описаниям видов (Fernandes, 2004; Al-Yamani et al., 2011; Saccà et al., 2012).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

За период исследования идентифицировано 10 видов раковинных инфузорий, среди которых семь чужеродных видов, относящихся к 6 родам: *Tintinnopsis tocantinensis* Kofoid & Campbell, 1929; *Rhizodomus tagatzi* Strelkov & Wirketis, 1950; *Amphorellopsis acuta* Schmidt, 1902; *Eutintinnus apertus* Kofoid & et Campbell, 1929; *E. tubulosus* Ostenfeld, 1899; *Dartintinnus alderae* Smith et al., 2018 и *Salpingella decurlata* Jörgensen, 1924 (табл. 1). Первый хорошо выраженный пик плотности популяций инвазивных тинтиннид (несколько сотен экз./м<sup>3</sup>) был зарегистрирован в конце биологического лета — в сентябре 2023 г. Увеличение плотности популяций тинтиннид было в основном обусловлено развитием *R. tagatzi* (рис. 2а). Этот вид вносил значительный вклад в суммарную численность раковинных инфузорий (более 99%), что свидетельствовало

о формировании популяции. *R. tagatzi* Strelkov & Wirketis, 1950 (синонимы — *Tintinnopsis corniger* Hada, 1964; *Tintinnopsis nudicauda* Paulmier, 1997) (Saccà et al., 2012) впервые зарегистрирован в районе Таманского порта. Его численность варьировала в пределах 586–450×10<sup>3</sup> кл./м<sup>3</sup> (в среднем 518×10<sup>3</sup> кл./м<sup>3</sup>) (рис. 3). В то же время, численность нативного черноморского вида *Tintinnopsis tubulosa* составляла 44.8–62.4×10<sup>3</sup> кл./м<sup>3</sup> (в среднем 53.6×10<sup>3</sup> кл./м<sup>3</sup>), а *Favella ehrenbergii* — 0.05±0.008×10<sup>3</sup> кл./м<sup>3</sup>. Для района Таманского порта впервые отмечены *A. acuta*, *T. tocantinensis*, *D. alderae*, *E. apertus*, *E. tubulosus* и *S. decurlata*. Однако их суммарная численность в сентябре 2023 г. не превышала 0.9×10<sup>3</sup> кл./м<sup>3</sup>.

В октябре температура воды в прибрежной зоне порта снизилась до 16.1°C. Численность чужеродных видов, таких как *R. tagatzi*, *T. tocantinensis*, *A. acuta*, *E. apertus*, *S. decurlata* стала незначительной (суммарная численность 0.5±0.06×10<sup>3</sup> кл./м<sup>3</sup>). Осеннее увеличение численности тинтиннид в ноябре (при температуре воды 13.2°C) было вызвано, главным образом,

**Таблица 1.** Таксономический состав и средняя численность ( $10^3$  кл./м<sup>3</sup>) раковинных инфузорий, обнаруженных в Таманском порту в 2023 г.

Вид	Месяц			
	IX	X	XI	XII
<i>Tintinnopsis tubulosa</i> Leveter, 1990	53.6	0.2	0.05	0
<i>T. tocaninensis</i> Kofoid & Campbell, 1929	0.2	0.1	0	0
<i>Rhizodomus tagatzii</i> Strelkov & Wirketis, 1950 (= <i>Tintinnopsis corniger</i> Hada, 1964)	518	0.1	0	0
<i>Stenosemella ventricosa</i> (Claparède & Lachmann, 1858)	0	0	0.05	0.04
<i>Favella ehrenbergii</i> (Claparède & Lachmann, 1858) Jörgensen, 1924	0.05	0.01	0	0
<i>Amphorellopsis acuta</i> Schmidt, 1902	0.4	0.1	310	85
<i>Eutintinnus tubulosus</i> (Ostenfeld, 1899)	0.05	0	0	0
<i>E. apertus</i> Kofoid & Campbell, 1929	0.05	0.1	0.05	0.03
<i>Dartintinnus alderae</i> Smith et al., 2018	0.15	0	0	0
<i>Salpingella decurlata</i> Jörgensen, 1924	0.05	0.1	0.1	0.03

*A. acuta* (рис. 26). Численность *A. acuta* в это время была в пределах  $290\text{--}330 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup> (в среднем  $310 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>). В декабре с понижением температуры воды до 10.5°C численность этого вида снизилась до  $78\text{--}92 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup> (в среднем  $85 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>). Вклад *A. acuta* в общую численность тинтиннид составлял ноябре и декабре 2023 г. более 99%.

Другие чужеродные тинтинниды, *S. decurlata* и *E. apertus*, а также черноморские нативные виды, *Stenosemella ventricosa* и *T. tubulosa* отмечены в небольшом количестве в ноябре (суммарная численность  $0.25 \pm 0.1 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>) и декабре (суммарная численность  $0.1 \pm 0.014 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>) (табл. 1). Вклад раковинных инфузорий в общую численность ресничных простейших (раковинных и алорикатных) колебался от 26.3% в сентябре до 20% в октябре и 15% декабре.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно европейской информационной базе инвазивных видов (EASIN) (Katsanevakis et al., 2012), тинтиннида *Rhizodomus tagatzii* классифицируется как инвазивный вид, завезенный в восточную часть Средиземного моря в 2007 г., в Мраморное море – в 2011 г. и в Адриатическое море – в 2022 г. (Durmus et al., 2011; Yurga, 2012; Balkis, Koray, 2014; Njire et al., 2023). Ранее вид был известен в Японском море, Мексиканском заливе и Атлантическом океане (рис. 4).

В 2009 г. *R. tagatzii* была зарегистрирована в бухтах Крыма (Севастополь, Феодосия) (Гаврилова, 2010; Гаврилова, Довгаль, 2019), а в 2015 г. в портах и бухтах северо-восточной части Черного моря (Новороссийск, Геленджик) (Selifonova, Makarevich, 2018) (рис. 16). Максимальная численность *R. tagatzii* в прибрежных морских водах крымского полуострова составляла  $101 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup> (в среднем  $12.8 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>) и была самой высокой в Черном море (Гаврилова, Довгаль, 2019). В Новороссийском порту *R. tagatzii* достигала максимальной численности  $0.01\text{--}0.05 \times 10^6$  кл./м<sup>3</sup>, в Геленджикской бухте –  $0.001 \times 10^6$  кл./м<sup>3</sup> (Selifonova, Makarevich, 2018). Весьма вероятно, что водный балласт, который регулярно сбрасывается в Таманском порту в больших объемах при погрузочно-разгрузочных работах (дебалластировка судов) способствовал переносу этого неритического вида из прибрежной зоны Тихого океана. Раковинную инфузорию *R. tagatzii* с характерным абораальным рогом, которая может сохраняться в водном балласте трансокеанских грузовых судов, следует считать очевидным кандидатом на роль экзотического интродуцента (Pierce et al., 1997; Saccà et al., 2012). Этот вид чаще всего встречается в устьях рек или лагунах, характеризующихся высоким трофическим уровнем, в периоды наибольшего обилия мелкоразмерного фитопланктона (Saccà & Giuffrè, 2013; Njire et al., 2023). Кроме того, *R. tagatzii* формирует цисты, которые могут сохраняться в осадке и

распространяться при сбросе балластных вод (David et al., 2007). Очевидно, что всплеск численности *R. tagatzi* вблизи Таманского порта был связан с переносом балластных вод из азиатских портов и их сбросом в Черное море при дебалластировке. В настоящее время порт Тамань является лидером по экспорту сырья в Индо-Тихоокеанский регион.

Род *Amphorellopsis* представляет собой промежуточное звено между тинтиннидами (раковинными формами) и алорикатными (голыми) хореотрихидами. Тинтиннида *Amphorellopsis acuta* широко распространена в неритической зоне Индийского океана, в Южной Атлантике, Мексиканском заливе, Средиземном море, у Японского, Китайского, Филиппинского архипелагов и в Антарктике (рис. 4). Впервые в Черном море вид *A. acuta* был обнаружен в 2010 г. (Новороссийский порт). В октябре 2010 г. его средняя численность составляла  $5.5 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup> (Селифонова, 2011). В том же году мы отметили увеличение до  $0.9 \times 10^6$  кл./м<sup>3</sup> максимальной плотности *A. acuta* в лимане “Змеиное озеро” (Большой Утриш, северо-восточное побережье Черного моря) (Selifonova, 2015). Этот водоем расположен недалеко от нефтяного терминала “Каспийский трубопроводный консорциум”, куда сбрасывается большое количество изолированных балластных вод с танкеров при погрузке нефти. Максимальная численность *A. acuta* в прибрежных водах Крыма достигала  $3.8 \times 10^6$  кл./м<sup>3</sup> (в среднем  $252 \times 10^3$  кл./м<sup>3</sup>) (Гаврилова, Довгаль, 2019). В Черном море *A. acuta* была обнаружена в глубоководных районах северо-западной части моря, у берегов Крыма, Румынии и Турции (Синопский залив) (Гаврилова, Довгаль, 2019; Tabarcea et al., 2023). По нашим и литературным данным, частота встречаемости *A. acuta* в летне-осенний сезоны не превышает 10–20%. Динамика численности *A. acuta*, ее биогеографические и экологические особенности позволяют предположить аллохтонное происхождение вида (водный балласт) в порту Тамань. Другие малочисленные виды чужеродных тинтиннид, такие как *Tintinnopsis tocanthinensis*, *Eutintinnus apertus*, *E. tubulosus*, *Dartintinnus alderae* и *Salpingella decurlata*, зарегистрированные в Таманском порту, ранее были отмечены в районах интенсивного судоходства

(Гаврилова, 2010; Гаврилова, Довгаль, 2019; Selifonova, Makarevich, 2018).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в районе Таманского порта зарегистрированы вспышки численности чужеродных раковинных инфузорий *Rhizodomus tagatzi* и *Amphorellopsis acuta*, составляющие более 99% общей численности тинтиннид. Обилие вида *R. tagatzi*, который классифицируется как инвазивный для экосистем южных внутренних морей Евразии, было самым высоким из ранее отмеченных в Черном море. Мы предполагаем, что вышеупомянутые виды тинтиннид были занесены в порт Тамань с коммерческими судами из Индо-Пацифики или Средиземного моря (Мраморного моря), откуда поступает наибольшее количество балластных вод. В этой связи представляет интерес мониторинг районов интенсивного судоходства для оценки их экологического состояния, выявления чужеродных видов простейших и исследования их влияния на местные экосистемы.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена в рамках научно-исследовательского проекта “Биоразнообразие и продуктивность экосистем заливов и бухт северо-восточной части Черного моря и Азовского моря в условиях интенсификации судоходства” Государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (НИОКТР № 122022200398-7).

## СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор данной работы заявляет, что у нее нет конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алимов А.Ф., Орлова М.И., Панов В.Е. Последствия интродукций чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по их предотвращению // Виды-вселенцы в европейских

- морях России. Апатиты: Кольский науч. центр РАН, 2000. С. 12–23.
- Гаврилова Н.А. Микрзоопланктон (Tintinnidae) // Роль вселенцев в формировании структуры, биоразнообразия и продуктивности эстуарных систем Азовского и Черного морей. Ростов н/Д.: Южный науч. центр, 2010. С. 63–69.
- Гаврилова Н.А., Довгаль И.А. Раковинные планктонные инфузории (Ciliophora, Tintinnida) Черного и Азовского морей / ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН. Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2019. 176 с. <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2016-10-3-3>
- Дгебуадзе Ю.Ю. Чужеродные виды: экологическая угроза // Наука в России. 2013. № 6. С. 95–102.
- Звягинцев А.Ю., Радашевский В.И., Ивин В.В. и др. Чужеродные виды в дальневосточных морях России // Российск. журн. биол. инвазий. 2011. Т. 4. № 2. С. 44–73.
- Звягинцев А.Ю., Селифонова Ж.П. Гидробиологические исследования балластных вод коммерческих судов в портах Новороссийска и Владивостока // Океанология. 2010. Т. 50. № 6. С. 925–933.
- Лебедев С.А. Порт Тамань: проторенными маршрутами к новым результатам // Морские порты. 2023. Т. 219. № 8. URL: <https://morvesti.ru/exclusive/106614/?ysclid=lyua6ilwvq566908930> (дата обращения: 23.07.2024).
- Селифонова Ж.П. *Amphorellopsis acuta* (Ciliophora: Spirotrichea: Tintinnida) — новый вид тинтиннид в Черном море // Морск. экол. журн. 2011. Т. 10. № 1. С. 85.
- Усачев П.И. Общая характеристика фитопланктона морей СССР // Успехи современной биол. 1947. Т. 2. № 3. С. 265–288.
- Abou Zaid M.M., Hellal A.M. Tintinnids (Protozoa: Ciliata) from the coast of Hurghada Red Sea, Egypt // Egypt. J. Aquat. Res. 2012. V. 38. № 4. P. 249–268.
- Al-Yamani F.Y., Skryabin V., Gubanova A. et al. Marine Zooplankton Practical Guide for the Northwestern Arabian Gulf, Kuwait: Kuwait Inst. Sci. Res. 2011. V. 1.
- Balkis N., Koray T. A Check-List of tintinnids (Protozoa: Ciliophora) in the coastal zone of Turkey // Pak. J. Zool. 2014. V. 46. P. 1029–1038.
- Cariou J.-B., Dolan J.R., Dallot S. A preliminary study of tintinnid diversity in the NW Mediterranean Sea // J. Plankton Res. 1999. V. 2. № 6. P. 1065–1075.
- Carlton J.T. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water // Oceanogr. Mar. Biol. 1985. V. 23. P. 313–371.
- Carlton J.T., Geller J.B. Ecological roulette: the global transport of non-indigenous marine organisms // Science. 1993. V. 26. P. 78–82.
- Coats D.W., Clamp J.C. Ciliated protists (Ciliophora) of the Gulf of Mexico // Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota. V. 1: Biodiversity. Felder D.L. and Camp D.K. (Eds.). Texas: Texas A&M Univ. Press, 2009. P. 57–79.
- David M., Gollasch S., Cabrini M. et al. Result from the first ballast water sampling study in the Mediterranean Sea – the Port of Koper study // Mar. Pollut. Bull. 2007. V. 54. P. 53–65.
- Dolan J.R., Pierce R.W. Tintinnid ciliates of the marine plankton // Biogeographic Atlas of the Southern Ocean, Cambridge: Sci. Comm. Antarct. Res. 2014. P. 254–259.
- Dorgham M.M., Abdel-Aziz E.N., El-Ghobashy E.A. et al. Preliminary study on protozoan community in Damietta Harbor, Egypt // Global Vet. 2009. V. 3. P. 495–502.
- Durmus T., Balci M., Balkis-Ozdelice N. Species of genus *Tintinnopsis* Stein, 1867 in Turkish coastal waters and new record of *Tintinnopsis corniger* Hada, 1964 // Pak. J. Zool. 2011. V. 44. № 2. P. 383–388.
- Fernandes L.F. Tintinnina (Ciliophora, Tintinnina) de águas subtropicais na região Sueste-Sul do Brasil. II. Familias Dictyocystidae, Rhabdonellidae, Tintinnidae e Xystonellidae // Rev. Bras. Zool. 2004. V. 21. № 3. P. 605–628.
- Gavrilova N.A., Dovgal I.V. Tintinnid ciliates (Spirotrichea, Choreotrichia, Tintinnida) of the Black Sea: Recent invasions // Protistology. 2016. 10. P. 91–96. <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2016-10-3-3>
- Heiskanen A.-S., Berg T., Uusitalo L. et al. Biodiversity in marine ecosystems – European developments toward robust assessments // Front. Mar. Sci. 2016. V. 3. P. 184. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00184>
- Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management // Leppäkoski E., Gollasch S., and Olenin S. (Eds.). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 2002.
- Katsanevakis S., Bogucarskis K., Gatto F. et al. Building the European Alien Species Information Network (EASIN): A novel approach for the exploration of distributed alien species data // BioInvasions Rec. 2012. V. 1. P. 235–245. <http://dx.doi.org/10.3391/bir.2012.1.4.01>
- Lee J.-B., Kim Y.-H. Distribution of tintinnids (Loricata Ciliates) in East Asian waters in summer, in Coastal Environmental and Ecosystem Issues of the East



- China Sea. Tokyo: Terra Scientific Publishing Co., Nagasaki Univ. 2010. P. 173–180.
- Njire J., Bojanic N., Davor Ljčić D., Violic I. First record of the alien tintinnid ciliate *Rhizodorus tagatzii* Strelkow and Wirketis 1950 in the Adriatic Sea // *Water*. 2023. V. 15. № 10. Art. ID 1821. <https://doi.org/10.3390/w15101821>
- Panov V.E., Krylov P.I., Telesh I.V. The St. Petersburg harbour profile // Initial Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. Gollasch S., Leppakoski E. (Eds.). Copenhagen: Nord, 1999. P. 225–244.
- Pierce R.W., Carlton J.T., Carlton D.A., Geller J.B. Ballast water as a vector for tintinnid transport // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1997. V. 149. P. 295–297.
- Saccà A., Giuffrè G. Biogeography and ecology of *Rhizodorus tagatzii*, a presumptive invasive tintinnid ciliate // *J. Plankton Res.* 2013. P. 1–13. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbt036>
- Saccà A., Strüder-Kypke M.C., Lynn D.N. Redescription of *Rhizodorus tagatzii* (Ciliophora: Spirotrichea: Tintinnida), Based on Morphology and Small Subunit Ribosomal RNA Gene Sequence // *J. Eukaryotic Microbiol.* 2012. V. 59. № 3. P. 218–231. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2012.00615.x>
- Santiago J.A., Lagman M.C. Species check-list for Tintinnids of the Philippines Archipelago (Protozoa, Ciliophora) // *ZooKeys*. 2018. V. 771. P. 1–14. <https://doi.org/10.3897/zookeys.771.24806>
- Selifonova Zh.P. Marine biological invasions in the Liman “Zmeinoye Ozero” (Snake Lake) ecosystem, the north-eastern Black Sea // *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 2015. V. 95. P. 453–459. <https://doi.org/10.1017/S0025315414001921>
- Selifonova Zh.P., Makarevich P.R. Invasive alien species of tintinnid ciliates from the northeastern Black Sea, Russian and Abkhazian coast // *Protistology*. 2018. V. 12. № 4. P. 185–190. <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2018-12-4-3>
- Shiganova T.A., Kamakin A.M., Pautova L.A. et al. An impact of non-native species invasions on the Caspian Sea biota // *Adv. Mar. Biol.* 2023. V. 94. P. 69–157. <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2023.01.002>
- Sorokin Yu.I. The Black Sea: Ecology and Oceanography. Amsterdam: Backhuys Publishers, 2002.
- Tabarcea C., Harcotă G.-E., Lazăr L. Diversity and dynamics of tintinnid communities from Romanian Black Sea in 2021 // *Cercetări Mar.* 2023. V. 53. P. 40–49. <https://doi.org/10.55268/CM.2023.53.40>
- Telesh I.V., Naumenko E.N. The impact of nuisance planktonic invaders on pelagic communities: a review of the Baltic Sea case studies // *Protistology*. 2021. T. 15. № 4. P. 206–219.
- Telesh I.V., Naumenko E.N. Ambivalence of planktonic invaders and transformation of communities // *Inland Water Biol.* 2024. V. 17. № 1. P. 188–196.
- Yurga L. Non-native two new Tintinnida (Oligotrichida) taxa in Izmir Bay: *Leptotintinnus nordquisti* (Brandt 1906) ve *Tintinnopsis corniger* (Hada, 1964) // *Ege J. Fish. Aquat. Sci.* 2012. V. 29. P. 69–72. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2012.29.2.5000156436>

## Outbreaks of Alien Tintinnid Ciliates *Rhizodorus tagatzii* Strelkow & Wirketis, 1950 and *Amphorellopsis acuta* (Schmidt, 1902) (Ciliophora, Tintinnida) in the Port of Taman, Black Sea

Zh. P. Selifonova

*Admiral Ushakov Maritime State University, Novorossiysk 353924, Russia*

New outbreaks of alien species of shelled ciliates (Tintinnida) in the northeastern Black Sea are reported. Zooplankton samples were collected in the late biological summer and the fall of 2023 in the Black Sea, in the coastal zone of the port of Taman. In the study area, a total of 10 species of tintinnids were identified, among which seven were alien species. Outbreaks of the invasive tintinnids *Rhizodorus tagatzii* and *Amphorellopsis acuta* were recorded for the first time from the waters of the port of Taman. A well-defined peak of *R. tagatzii* abundance was recorded in September ( $518 \times 10^3$  cells/m<sup>3</sup>) and *A. acuta* in November ( $310 \times 10^3$  cells/m<sup>3</sup>). During these months, these species accounted for >99% of the total abundance of tintinnids, which indicated the formation of their populations. The abundance of *R. tagatzii* was the highest ever reported for the Black Sea. It is assumed that the intensive shipping traffic and increased cargo turnover characteristic of the Taman coast of the Black Sea and the Kerch Strait contribute to the spread of alien marine shelled ciliates with ship ballast water.

**Keywords:** alien shelled ciliates, Black Sea, summer–fall abundance dynamics, taxonomic composition