

ИНВАЗИЯ В БЕЛОМ МОРЕ: ПЕРВЫЙ СЛУЧАЙ ОБНАРУЖЕНИЯ АМЕРИКАНСКОГО РАЧКА *EURYTEMORA* *AMERICANA* (COPEPODA, CALANOIDA)

Н. М. Сухих, Н. В. Усов

Зоологический институт РАН (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 26 февраля 2026 г.

Для цитирования

Сухих Н. М., Усов Н. В. Инвазия в Белом море: первый случай обнаружения американского рачка *Eurytemora americana* (Copepoda, Calanoida) // Арктика: экология и экономика. — 2026. — Т. 16, № 3. — С. 466—474. — DOI: 10.25283/2223-4594-2026-3-466-474.

В окрестностях Соловецкого архипелага обнаружен новый для Белого моря вид *Eurytemora americana*. Находка подтверждена морфологически, проанализированы основные видоспецифичные признаки: внешний вид, P5 самок и самцов, строение геникулирующей антенны самцов. По указанным признакам выявлено максимальное сходство исследуемой популяции с тихоокеанской *E. americana*. Генетический анализ подтвердил данные морфологии. Различия между беломорской и тихоокеанской популяциями минимальны и составляют 1,4–1,7% по митохондриальному гену CO1. Обсуждаются некоторые возможные причины и последствия вселения.

Ключевые слова: Крайний Север и Арктика, Белое море, инвазии, виды-вселенцы, Copepoda, зоопланктон, расселение.

Введение

Впервые *Eurytemora americana* Williams была ошибочно описана из наскальных ванн Кандалакшского залива Белого моря в 1993 г. [1], затем снова сделано неверное определение вида в 2016 г. Находка была основана преимущественно на генетических данных с опорой на сходство по консервативному ядерному гену 18SrRNA. Как выяснилось позже, определение вида оказалось ошибочным, и исследователи имели дело с другим морфологически схожим видом — *Eurytemora gracilicauda* Akatova [2; 3].

Естественным ареалом для *E. americana* считаются прибрежные воды Северной Америки, а также Японское, Охотское и Берингово моря [1; 4–6]. Североамериканский вид *E. americana* за пределами естественного ареала впервые был встречен в при-

брежных водах Британских островов в 1930-е годы [7; 8] и с тех пор в Европе не отмечался. Кроме того, вид выявлен в Исландии [9], Корее [10], Японии [11] и в прибрежье Аргентины [12]. Наиболее вероятным способом распространения вида, как и многих других морских и эстуарных копепод, предполагаются балластные воды судов.

В данной работе обсуждается первая достоверная находка американского вида в арктических водах России — в Белом море (бухта Благополучия, Большой Соловецкий остров). Видовая специфичность достоверно подтверждена морфологическими и генетическими методами, проведено сравнение обнаруженной популяции с *E. americana* тихоокеанского побережья Америки и Дальнего Востока России.

Материалы и методы

Пробы зоопланктона отбирали в Бухте Благополучия рядом с Большим Соловецким островом (рис. 1)

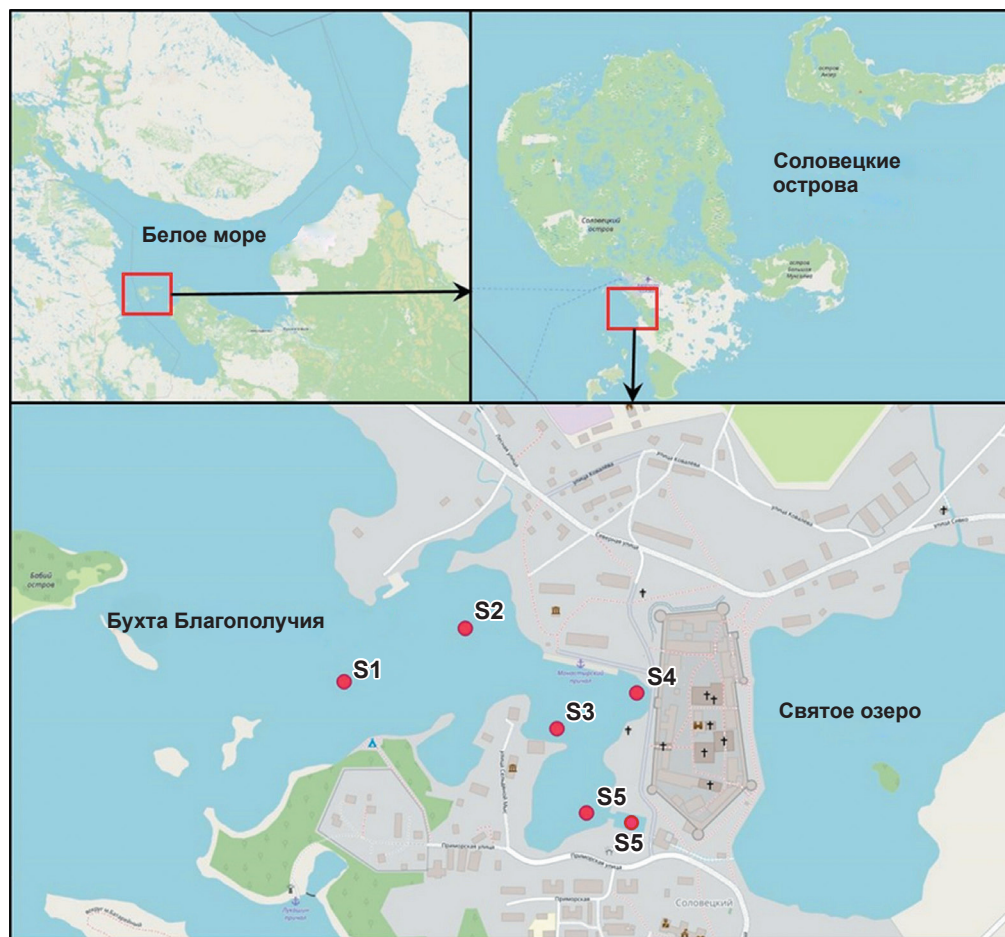


Рис. 1. Бухта Благополучия, Большой Соловецкий остров. Карта района работ. Отмечены точки сбора зоопланктона
Fig. 1. Blagopoluchiya Bay, Bolshoy Solovetsky Island. Map of the survey area. Zooplankton collection points are marked

17 августа 2024 г. и 13 августа 2025 г. в точках S1—S5. Данный материал был использован для морфологического анализа. Для анализа сезонных изменений использован также материал, собранный на тех же станциях 16 июня 2025 г. Часть материала была собрана 7 июля 2022 г. в той же бухте в Сухом доке (65°1,516' с. ш., 35°42,193' в. д.; станция S6) для генетического анализа. Для морфологии данный материал не годился, поскольку в пробах присутствовали только копепоидные стадии развития рачков.

Пробы зоопланктона отбирали с использованием сети Джели с ячейей фильтрующего сита 100 мкм. В связи с тем, что глубина в районе сбора материала была меньше 3 м, пробы отбирали с поверхности ведром объемом 10 л, проливая воду через планктонную сеть. Пробы фиксировали 96%-ным спиртом для генетических исследований и формалином (2—4%) для морфологического анализа и подсчета организмов.

Температура воды и соленость измерены океанографическим зондом CTD-90M (Sea&SunTechnology, Германия). Данные предоставлены Институтом водных проблем Севера РАН (Петрозаводск).

Выделение ДНК, ПЦР и секвенирование

Тотальную ДНК выделяли из целого ракообразного или его части при помощи набора ExtractDNA Blood (Евроген, Россия) в соответствии с указаниями изготовителя.

В амплификации целевых фрагментов ДНК использовали универсальные праймеры и реагенты для ПЦР (Евроген, Россия) (табл. 1). В анализе использовались фрагменты генов митохондриальной цитохром-оксидазы I (COI) — 532 пары нуклеотидов (п. н.), ядерных ITS1-5.8S-ITS2 — 592 п. н. и 18S rRNA — 397 п. н. Некоторые последовательности ДНК исследуемого вида для сравнения были получены из международной базы данных GenBank. Всего методами генетики было проанализировано 5 взрослых экземпляров *E. americana*.

Программа амплификации для всех генов включала этап нагревания смеси до 95°C в течение 2 мин, далее 35—40 циклов, состоящих из следующих этапов: плавление матрицы при 94°C в течение 15 с, отжиг праймеров при специфической температуре в течение 20 с, синтез ДНК при 72°C в течение 1 мин; стадия элонгации при 72°C в течение 4 мин. Секвенирование проводилось в ЗАО Евроген (Мо-

Таблица 1. Характеристика праймеров для ПЦР

Table 1. Characteristics of PCR primers

Молекулярный маркер	Название праймера	Последовательность праймера (5'-3')	Температура отжига, °C	Ссылка
COI	LCO-1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	48—50	[15]
	HCO-2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA		
ITSn	ITS-5	GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG	57	[16]
	ITS-4	TCCTCCGCTTATTGATATGC		
18SrRNA	CPAC 1583	GAATTCCTGGTTCACGGAGA	55	[17]
	CPAC1170	AGTGGAGCCTGTGGCTTAAT		

сква, Россия). Последовательности были выравнены с использованием алгоритма CLUSTAL W [13], реализованного в BIOEDIT v.7.2 [14], с ручным редактированием неоднозначных участков.

Анализ последовательностей и реконструкция филогении

Уровень нуклеотидных различий между видами рассчитывался с использованием модели Тамура-Ней в MEGA 11 [18]. Наилучшие модели нуклеотидных замен для митохондриальных и ядерных наборов данных были выбраны в jModelTest v. 2.1.7 на основе оценок вероятности для 88 различных моделей в соответствии с критерием информативности Акаике (AICc) [19].

Реконструкция филогении проводилась отдельно для каждого локуса (COI, nITS и 18S rPHK) с использованием метода максимального правдоподобия (ML) и GTR+G без инвариантных сайтов (I) [18].

Результаты

Характеристика местообитания и популяции

Бухта Благополучия представляет собой полузамкнутую акваторию размером около 600×500 м (см. рис. 1). Бухта разделена на более открытую внешнюю часть (станции S1 и S2) и закрытую внутреннюю (станции S3—S6) с глубинами от 3—5 м во внутренней части до 8—9 м во внешней. В августе во внутренней части бухты, где был обнаружен исследуемый вид, поверхностные воды прогреваются до 15—16°C, у дна температура примерно на 2—3°C ниже. При этом акватория подвержена умеренному опреснению: соленость столба воды в августе укладывается в диапазон 21—25‰. Акватория бухты характеризуется слабыми течениями (3—10 см/с) [20], что способствует слабому водообмену с открытым морем и застойным явлениям во внутренней части бухты [21]. Есть данные, что к концу зимнего периода 2025 г. (апрель) в бухте Благополучия температура на поверхности составила около 0°C, у дна около -1°C на всех станциях; соленость на поверхности практически нулевая (0,1—0,2‰) до глубины 1,5 м, глубже поднимается выше 20‰.

E. americana в августе 2024 и 2025 гг. была обнаружена на всех станциях S1—S5, но наибольшее количество — на станциях S1 (в 2025 г.), S3 и S5, при этом максимальное обилие отмечено 17 августа 2024 г. на станции S3 на полной воде — до 18 592 экз./м³. Численность *E. americana* в августе 2025 г. была ниже, чем годом ранее, и превышала 1000 экз./м³ только на станции S5 во время прилива (1496 экз./м³). При этом численность массового вида *Acartia longiremis* была, напротив, выше в несколько раз по сравнению с 2024 г. (более 23 000 экз./м³ в 2025 г. против 9000 экз./м³ в 2024 г.). Следует отметить, что в 2025 г. в августе средняя температура воды была выше, чем в 2024 г. (15,1°C против 13,6°C), и соленость также была выше (24,3‰ против 23,2‰). Структура популяции на станции S5 оба года была одинакова: на малой и полной воде (2024 г.) и на отливе и приливе (2025 г.) преобладали младшие стадии развития. На станции S3 в 2025 г. на приливе преобладали половозрелые особи, на отливе количество рачков было на порядок меньше. В июне 2025 г. встречены лишь единичные экземпляры: на малой воде на всех станциях отмечены неполовозрелые особи, на полной воде отмечены науплии на станции S3 и самцы на станции S5.

Таксономический анализ

Впервые вид обнаружен в Бухте Благополучия рядом с Большим Соловецким островом (Сухой док) 7 июля 2022 г. Популяция *Eurytemora* была представлена неполовозрелыми особями, 5 экземпляров из которых использованы для генетического анализа по митохондриальным и ядерным генам (COI, nITS, 18SrRNA). Последовательности ДНК были подгружены в GenBank под номерами PX909668, PX867097. По результатам сравнения всех анализируемых генов с последовательностями ДНК из международной базы данных GenBank исследуемая популяция достоверно принадлежит к виду *E. americana* (рис. 2). Сравнение проводилось по участку митохондриального гена COI с двумя тихоокеанскими популяциями с побережья США из залива Якуина, подгруженными в GenBank нами же [3], и из Британской Колумбии

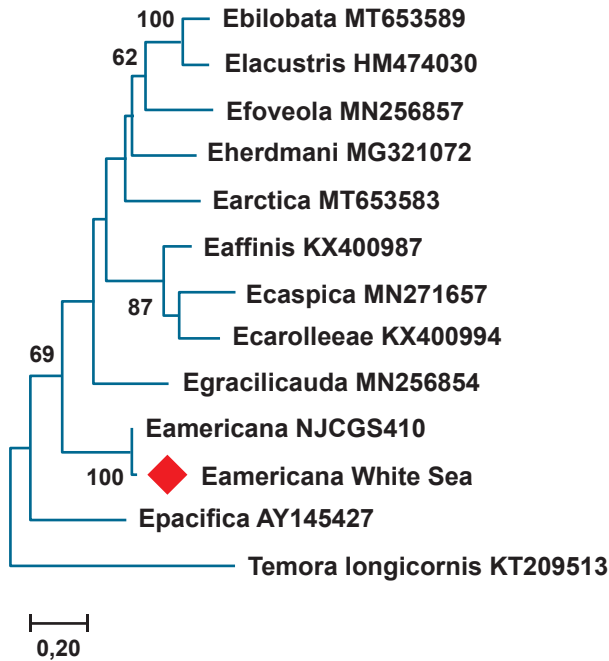


Рис. 2. Филогенетическое дерево, построенное по данным 12 нуклеотидных последовательностей участка гена CO1 представителей рода *Eurytemora* с использованием метода максимального правдоподобия (ML). В узлах дерева указаны индексы (в %) Бутстрэп-анализа больше 60

Fig. 2. A phylogenetic tree constructed from 12 nucleotide sequences of the CO1 gene region using *Eurytemora* genus specimens via maximum likelihood method (ML). Bootstrap analysis indices greater than 60 (%) are indicated at tree nodes

в Канаде. Между двумя тихоокеанскими популяциями наблюдались минимальные различия 0,5%. От беломорской *E. americana* тихоокеанские отличались на 1,4—1,7% нуклеотидных замен. По исследуемому участку ядерного гена 18SrRNA американские и беломорские организмы оказались идентичными. В рамках данного исследования впервые для вида был выполнен анализ участка ядерных генов rITS.

Морфологические исследования были проведены на половозрелых самках и самцах. Длина просомы с каудальными ветвями составляла: 1277 ± 32 мкм для самок и 1104 ± 40 мкм для самцов. Морфологическая идентификация вида выполнена с использованием определителей [1; 4—6]. Беломорские представители обладали типичными признаками, характерными для вида *E. americana*. Исследуемая популяция максимально сходна с представителями вида из залива Якуина (тихоокеанское побережье США) [3].

Следующие морфологические признаки подтверждают принадлежность исследуемой популяции к виду *E. americana*:

- внешний вид ракообразных (рис. 3А, 3В); самки с крыловидными выростами на цефалотораксе (см. рис. 3А);
- форма P5 самок и угол, под которым расположен отросток к оси P5 самок, отросток похож на

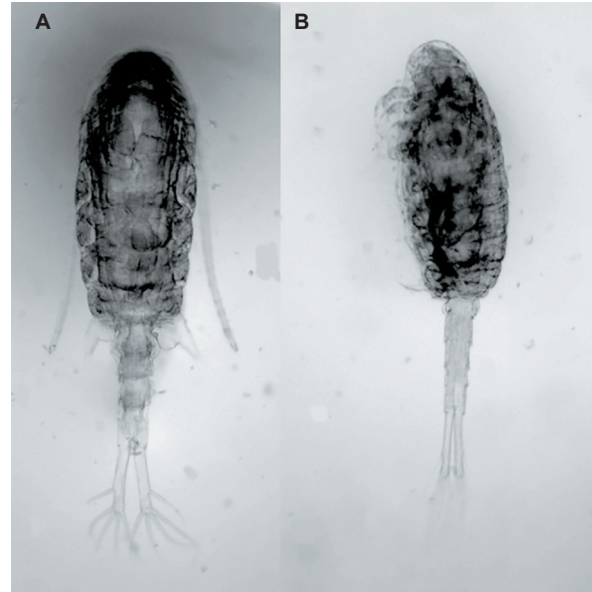


Рис. 3. Общий вид вселившейся *Eurytemora americana* Williams из Белого моря: А — самка, Б — самец

Fig. 3. Common view of the invasive *Eurytemora americana* Williams from the White Sea: А — female, В — male

таковой у *E. gracilicauda*, но имеет опушение; дистальный членик P5 округлый и несет два сильно-опушенных длинных и тонких выроста, которые обычно у эуритемор выглядят, как шипы, но у вида *E. americana* это щетинки (рис. 4А);

- форма P5 самцов (рис. 4В и 4С);
- шип на 12-м сегменте геникулирующей антенны самцов длиннее остальных (рис. 3Д).

Обсуждение результатов

E. americana распространена в арктических водах Северной Америки, вдоль тихоокеанского и атлантического побережий континента, а также в водах Северной Азии (рис. 5) [4]. Вид постепенно расселяется, по всей видимости, с балластными водами судов и на сегодняшний день обнаружен даже на аргентинском побережье [22]. В данной работе рачок впервые зарегистрирован в российской Арктике (Белое море, Большой Соловецкий остров).

Как и большинство видов рода *Eurytemora*, *E. americana* является солоноватоводным видом и обитает преимущественно в эстуариях и прибрежных распресненных акваториях. В то же время вид способен переносить и нормальную океаническую соленость.

В прибрежье Аляски, где *E. americana* является нативным видом, она населяет наиболее опресненные районы с соленостью 0—8,6‰ [23]. Эти условия отличаются от того, что мы наблюдали на Соловецком архипелаге в период массового развития *Eurytemora*, однако материал на Аляске собирали в июне, когда, как правило, пресноводный сток максимален в высоких широтах. Кроме того, в работе не оценивалось

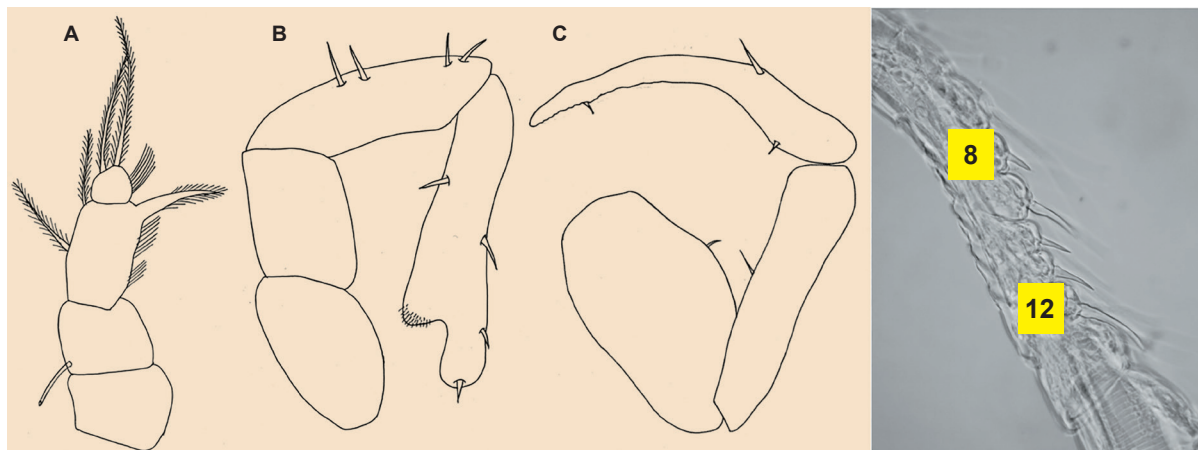


Рис. 4. Морфологические особенности исследуемого вида *Eurytemora americana* Williams из Белого моря: пятая пара ног самки (A), пятая пара ног самца (B, C), 8–12-й членики антеннулы (D)

Fig.4. Morphological features of the studied species *Eurytemora americana* Williams from the White Sea: the fifth pair of legs of the female (A), the fifth pair of legs of the male (B, C), 8–12 segments of the antennula (D)

общее обилие популяции — для исследований отбирались только половозрелые особи.

В Аргентине (Bahia Blanca), где *E. americana* является вселенцем, максимальной численности он достигает в период с июня по октябрь при температурах от 6°C до 18°C и солености 17–33‰, при этом пик обилия наблюдался при температуре примерно 16°C и солености 19‰ [22]. Данные условия практически идентичны тем, при которых данный вид обнаружен в Белом море.

В юго-восточной Гренландии, где *E. americana* также не является аборигенным видом, показано, что это ракообразное без существенных изменений

в физиологии переносит значительное распреснение [24].

В заливе Якуина (Yaquina Bay), откуда нами был использован материал для генетического сравнения, вид обитает при температурах от 7°C до 17°C и солености примерно от 5‰ до 34‰ [25]. При этом исследуемый вид в данном местообитании в массе развивается ранней весной, и его обилие постепенно снижается в течение лета и осени.

Таким образом, вселенец *E. americana* нашел подходящие условия в бухте Благополучия, где развивается в массовых количествах в августе, в оптимальных условиях солености (21–25‰) и температуры

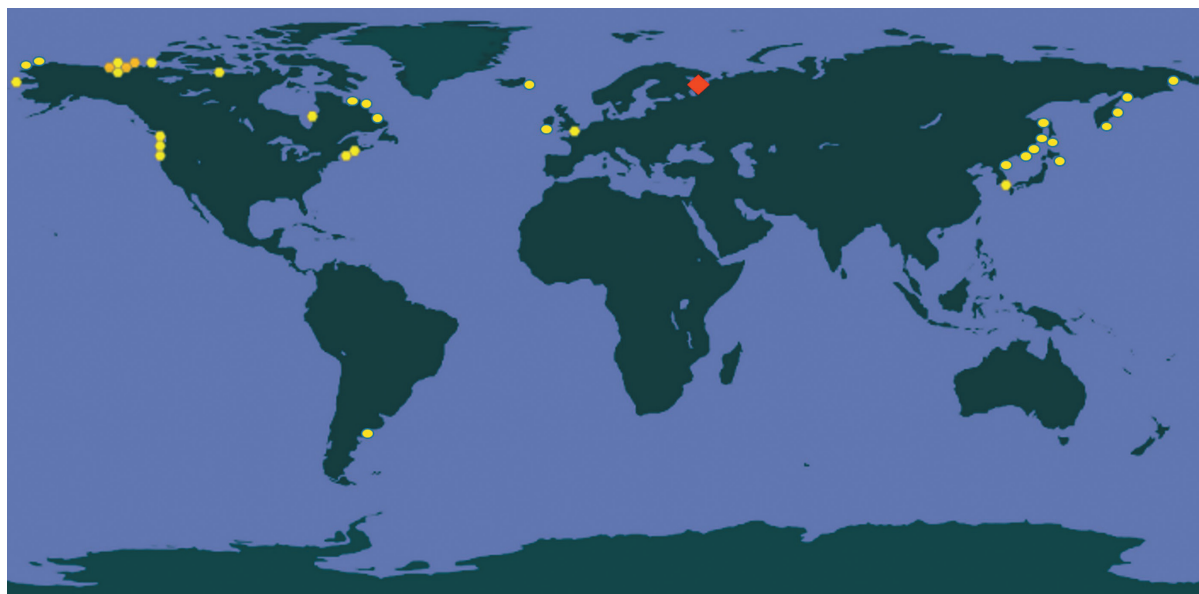


Рис. 5. Карта распространения вида *Eurytemora americana* Williams по данным <https://www.gbif.org/> [4; 12]. Красным ромбом отмечена находка вида в Бухте Благополучия у Большого Соловецкого острова в Белом море

Fig. 5. Distribution map of the species *Eurytemora americana* Williams according to <https://www.gbif.org/> [4; 12]. The red rhombus marks the discovery of the species in Blagopoluchiya Bay near Bolshoy Solovetsky Island in the White Sea

(15—16°C). Хотя в целом Белое море — холодно-водный водоем арктического типа, исследуемая бухта распреснена, мелководна и хорошо прогревается, что и позволило вселенцу развиваться именно здесь. Неблагоприятные для себя условия вид способен переживать на стадии диапаузы на дне водоема. Вероятно, немалую роль в натурализации *E. americana* сыграло потепление климата. За последние 30 лет отмечено повышение среднегодовых температур воды в Белом море как минимум на 1,7°C [26]. Постепенное повышение температур неизменно повлечет за собой вселение более теплолюбивых видов, особенно учитывая значительную судоходную нагрузку исследуемой акватории.

Еще один немаловажный фактор, вероятно, способствовавший натурализации вселенца в исследуемой акватории, — значительная антропогенная нагрузка и, как следствие, неблагоприятная экологическая ситуация в Бухте Благополучия [21]. Известно, что антропогенная нагрузка действует как мощный катализатор для изменения видового состава экосистем. Снижение устойчивости (резистентности) экосистем из-за деятельности человека создает свободные экологические ниши и нарушает сложившиеся связи, что позволяет новым, часто агрессивным видам легко вселиться и натурализоваться [27].

Стоит ожидать, что исследуемый вид найдет для себя и другие подходящие акватории в Белом море, а возможно, и за его пределами. Учитывая достаточно крупные для зоопланктонного вида размеры вселенца, а также высокую плотность его популяции на исследуемой акватории, можно предположить, что *E. americana* станет еще одним кормовым объектом для молоди рыб в эстуариях и распресненных участках Белого моря. В целом виды рода *Eurytemora* широко известны как важный источник питания мальков рыб эстуарных и солоноватоводных экосистем Голарктики [28]. Вероятно, может наблюдаться некоторая конкуренция с бореальным видом *Acartia longiremis* (Lilljeborg) (самым многочисленным на станциях S1 и S2 в 2024 г.). В то же время на внутренних станциях (S3—S5) данный вид уступал по численности вселенцу [21]. Более низкая численность *E. americana* в 2025 г., вероятно, связана с более высокими температурой воды и соленостью в этот год, что благоприятствовало массовому развитию *A. longiremis*. Другой массовый вид, обычно встречающийся в сообществах зоопланктона Белого моря, — *Oithona similis* Claus отсутствовал или наблюдался в минимальных численностях в исследуемой акватории [21] и, вероятно, был просто вытеснен двумя указанными видами [21].

Подобное взаимодействие вселившейся *E. americana* и *Acartia tonsa* Dana в сходных температурных и соленостных условиях было описано в аргентинском заливе Баия-Бланка [22; 29], куда *E. americana* вселилась более 20 лет назад [22]. Авторы показали, что градиенты основных факторов

окружающей среды, вероятно, приводят к разделению ниш, способствующему сосуществованию двух популяций копепод в течение исследуемого периода [22; 29]. Подобные градиенты в бухте Благополучия, вероятно, также способствуют разделению ниш между *E. americana* и *A. longiremis*.

Происхождение вида-вселенца в исследуемой акватории Белого моря может быть связано с двумя наиболее вероятными источниками. Ближайшая точка обнаружения данного вида — Британские острова [7; 8]. Поскольку до сих пор *E. americana* не была отмечена в Белом море, можно предположить, что вид этот был занесен с балластными водами судов, вероятно, из Атлантики. К сожалению, атлантические популяции пока недоступны для сравнения.

Не менее вероятным является также занос вида с тихоокеанского побережья, учитывая возможность его перемещения по Северному морскому пути. В пользу данной гипотезы говорят и минимальные нуклеотидные различия по митохондриальному гену CO1 с тихоокеанскими популяциями — 1,4—1,7% нуклеотидных замен. Более подробно гипотезы появления тихоокеанских видов в Арктике обсуждены в [2].

Выводы

Таким образом, в бухте Большого Соловецкого острова в Белом море был впервые обнаружен новый для российской Арктики вид *E. americana*. Факт находки подтвержден генетическими методами и результатами морфологического анализа. Вероятно, успешному развитию и натурализации этого вида в Белом море способствовал оптимальный набор условий, сформировавшихся в мелководной прогреваемой бухте со значительным распреснением. Предполагается, что градиент основных факторов окружающей среды (соленость и температура) приводит к разделению ниш и способствует сосуществованию двух популяций массовых видов копепод в исследуемой акватории: *E. americana* и *A. longiremis*.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке госзаданий № 125012800888-5 (Н.С.) и № 125012800889-2 (Н.У.). Генетическая часть работы профинансирована РФ 23-24-00296 (Н.С.).

Благодарность

Авторы признательны Роману Здоровеннову (Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН) за предоставленные данные по гидрологии бухты Благополучия. В работе была использована Федеральная коллекция Зоологического института РАН. Генетическая часть работы выполнена в ЦКП «Таксон» Зоологического института РАН, а секвенирование — в ЗАО «Евроген» (Москва).

Литература/References

1. Кос М. С. Новый вид рода *Eurytemora* из губы Чупа (Белое море) // Морской планктон (систематика, экология, распределение). Исследования фауны морей. — 1993. — Т. 45 (53). — С. 30—37.

Kos M. S. New species of the genus *Eurytemora* from Chupa Bay (White Sea). Marine plankton (systematics, ecology, distribution). Issledovaniya fauny morei [Explorations of the fauna of the seas], 1993, vol. 45 (53), pp. 30—37. (In Russian).

2. Sukhikh N., Castric V., Polyakova N. et al. Isolated populations of *Eurytemora americana* Williams (Crustacea, Copepoda) in the White Sea rock pools — postglacial relicts or anthropogenic invasions? Russ. J. Biol. Invasions, 2016, no. 7 (4), pp. 396—404. DOI: 10.1134/S2075111716040093.

3. Feflova E., Sukhikh N., Abramova E. et al. About the systematics of Palearctic *Eurytemora* (Copepoda, Calanoida) based on morphological analysis, with focus on *Eurytemora gracilicauda* Akatova, 1949. Crustaceana, 2020, no. 93, pp. 299—315. DOI: 10.1163/15685403-00003976.

4. Кос М. С. Виды рода *Eurytemora* (Copepoda, Calanoida) северной части Тихого океана: систематика, распространение, изменчивость // Морской планктон (систематика и фаунистика). Исследования фауны морей. — 1977. — Т. 20 (28). — С. 20—53.

Kos M. S. Species of the genus *Eurytemora* (Copepoda, Calanoida) of the North Pacific Ocean: systematics, distribution, variability. Marine plankton (systematics and faunistics). Issledovaniya fauny morei [Explorations of the fauna of the seas], 1977, vol. 20 (28), pp. 20—53. (In Russian).

5. Кос М. С. Веслоногие ракообразные семейств Stephidae и Temoridae (Copepoda: Calanoida) морей России и сопредельных вод // Определители по фауне России. — 2016. — Т. 179. — 108 с.

Kos M. S. Copepods of the Stephidae and Temoridae Families (Copepoda: Calanoida) of the Russian Seas and Adjacent Waters. Opredeliteli po faune Rossii [Keys to the fauna of Russia], 2016, vol. 179, 108 p. (In Russian).

6. Боруцкий Е. В., Степанова Л. А., Кос М. С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. Определители по фауне СССР. — Т. 157 — СПб.: Наука, 1991. — 504 с.

Borutsky E. V., Stepanova L. A., Kos M. S. Key to Calanoida fresh waters of the USSR. Opredeliteli po faune SSSR [Keys to the fauna of the USSR]. Vol. 157. Saint Petersburg, Nauka, 1991, 504 p. (In Russian).

7. Lowndes A. G. *Eurytemora thompsoni*, A. Willey, a new European record. Annals and Magazine of Natural History, 1931, vol. 8 (10), pp. 501—507.

8. Brylinski J.-M. The pelagic copepods in the Strait of Dover (Eastern English Channel). A commented inventory 120 years after Eugene Canu. Cah. Biol. Mar., 2009, no. 50, pp. 251—260.

9. Williams L. W. Notes on marine Copepoda of Rhode Island. Am. Nat., 1906, no. 40, pp. 639—660.

10. Moon S. Y., Choi J. H., Kim J. N. Kim S. K. et al. New extension range and complementary description of *Eurytemora americana* (Calanoida: Temoridae) in northern Korea. Mar. Biodivers. Rec., 2016, no. 9, p. 76. DOI: 10.1186/s41200-016-0076-8.

11. Tsuruta A., Yamada M. Hydrological and biological observations in Dokai Bay, northern Kyushu-I. Representative species occurring in plankton samples. J. Shimonoeki Univ. Fish., 1978, no. 27, pp. 101—111. (In Japanese with English abstract).

12. Hoffmeyer M. S., Frost B. W., Castro M. B. *Eurytemora americana* Williams, 1906, not *Eurytemora affinis* (Poppe, 1880), inhabits the Bahía Blanca Estuary, Argentina. Scientia Marina, 2000, no. 64, pp. 111—113. DOI: 10.3989/scimar.2000.64n1111.

13. Thompson J. D., Higgins D. G., Gibson T. J. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Res., 1994, no. 22, pp. 4673—4680. DOI: 10.1093/nar/22.22.4673.

14. Hall T. A. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp. Ser., 1999, no. 41, pp. 95—98.

15. Folmer O., Black M., Hoeh W. et al. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Mol. Mar. Biol. Biotechnol., 1994, no. 3, pp. 294—299.

16. White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. W. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, 1990, pp. 315—322.

17. Sukhikh N., Abramova E., Holl A. C. et al. A comparative analysis of genetic differentiation of the *E. affinis* species complex and some other *Eurytemora* species, using the CO1, nITS and 18SrRNA genes (Copepoda, Calanoida). Crustaceana, 2020, no. 93 (3—5), pp. 931—955. DOI: 10.1163/15685403-bja10074.

18. Tamura K., Stecher G., Kumar S. MEGA 11: Molecular evolutionary genetics analysis version 11. Mol. Biol. Evol., 2021, no. 38, pp. 3022—3027. DOI: 10.1093/molbev/msab120.

19. Posada D. jModelTest: Phylogenetic model averaging. Mol. Biol. Evol., 2008, no. 25, pp. 1253—1256. DOI: 10.1093/molbev/msn083.

20. Лукина Ю. Н., Здорovenнов Р. Э., Толстик А. В. и др. Особенности гидродинамического и гидрохимического режимов бухты Благополучия (Соловецкие острова Белого моря) в августе 2024 г. // Арктика: экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 2. — С. 287—299. — DOI: 10.25283/2223-4594-2025-2-287-299.

Lukina Yu. N., Zdorovennov R. E., Tolstikov A. V. et al. Features of the hydrodynamic and hydrochemical regimes of Blagopoluchiya Bay (Solovetsky Islands of the White Sea) in August 2024. Arctic: Ecology and Economy, 2025, vol. 15, no. 2, pp. 287—299. DOI: 10.25283/2223-4594-2025-2-287-299. (In Russian).

21. Калинкина Н. М., Галахина Н. Е., Костромин Е. А. и др. Трофический статус бухты Благополучия (Соловецкие острова Белого моря) в летний период 2024 г. // Арктика: экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 4. — С. 592—604. — DOI: 10.25283/2223-4594-2025-4-592-604.
- Kalinkina N. M., Galakhina N. E., Kostromin E. A. et al. Trophic status of Blagopoluchiya Bay (Solovetsky Islands of the White Sea) in the summer of 2024. Arctic: Ecology and Economy, 2025, vol. 15, no. 4, pp. 592—604. DOI: 10.25283/2223-4594-2025-4-592-604. (In Russian).
22. Hoffmeyer M. S., Berasategui A. A., Beigt D. et al. Environmental regulation of the estuarine copepods *Acartia tonsa* and *Eurytemora americana* during coexistence period. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 2009, no. 89 (2), pp. 355—361. DOI: 10.1017/S0025315408001987.
23. Dodson S. I., Skelly D. A., Lee C. E. Out of Alaska: morphological diversity within the genus *Eurytemora* from its ancestral Alaskan range (Crustacea, Copepoda). Hydrobiologia, 2010, no. 653, pp. 131—148. DOI: 10.1007/s10750-010-0351-3.
24. Strange M. V., Jónasdóttir S. H., Nielsen T. G. The autumn plankton community of an Arctic fjord: impact of temperature and salinity on the functional response of two copepod species “to watch”. J. Plankton Res., 2025, no. 47 (3), fbaf014. DOI: 10.1093/plankt/fbaf014.
25. Frolander H. F., Miller C. B., Flynn M. J. et al. Seasonal cycles of abundance in zooplankton populations of Yaquina Bay, Oregon. Mar. Biology, 1973, no. 21, pp. 277—288. DOI: 10.1007/BF00381084.
26. Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Дружинин П. В. Влияние климатических и антропогенных факторов на состояние системы «Белое море — водосбор» // Тр. КарНЦ РАН. — 2019. — Т. 9. — С. 30—50. — DOI: 10.17076/lim1117.
- Filatov N. N., Nazarova L. E., Druzhinin P. V. The influence of climatic and anthropogenic factors on the state of the “White Sea — catchment” system. Trudy KarNC RAN [Proceedings of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences], 2019, no. 9, pp. 30—50. DOI: 10.17076/lim1117. (In Russian).
27. Leppakoski E., Gollasch S., Olenin S. Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution. Impacts and Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002, 583 p.
28. Avila L., Martinez-Silva M., Sirois P. et al. *Eurytemora* unmasked: trophic role of a cryptic copepod complex in larval rainbow smelt. Mar. Ecol. Prog. Ser., 2024, vol. 751, pp. 153—171. DOI: 10.3354/meps14744.
29. Berasategui A. A., Calliari D. L., Amodeo M. et al. Interannual changes in winter-spring zooplankton estuarine community forced by hydroclimatic variability — With special reference to bioindicator species *Eurytemora americana*. Mar. Env. Research, 2023, no. 186, p. 105898. DOI: 10.1016/j.marenvres.2023.105898.

Информация об авторах

Сухих Наталья Михайловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Зоологический институт РАН (199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1), e-mail: Natalia.Sukhikh@zin.ru.

Усов Николай Викторович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Зоологический институт РАН (199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1), e-mail: Nikolay.Usov@zin.ru.

INVASION IN THE WHITE SEA: THE FIRST DISCOVERY OF THE AMERICAN COPEPOD *EURYTEMORA AMERICANA* (COPEPODA, CALANOIDA)

Sukhikh, N. M., Usov, N. V.

Zoological institute of Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russian Federation)

The article was received on February 26, 2026 r.

For citing

Sukhikh N. M., Usov N. V. Invasion in the White Sea: the first discovery of the American Copepod *Eurytemora americana* (Copepoda, Calanoida). Arctic: Ecology and Economy, 2026, vol. 16, no. 3, pp. 466—474. DOI: 10.25283/2223-4594-2026-3-466-474.

Abstract

A new species *Eurytemora americana* has been discovered near the Solovetsky Archipelago in the White Sea. The discovery has been confirmed morphologically, and the key species-specific traits have been analyzed: common view, P5 of females and males, structure of the male geniculate antenna. These traits have revealed the highest similarity between the study population and the Pacific *E. americana*. Genetic analysis has confirmed the morphological data. Differences between the White Sea and Pacific populations are minimal and amount to 1.4—1.7% for the mitochondrial CO1 gene.

The researchers indicate that the conditions in Blagopoluchiya Bay are similar to those in native habitats, while high anthropogenic load and rising average annual water temperatures in the White Sea also facilitate the naturalization of this species in the study area. Given the high abundance of *E. americana* in the study area, it can be assumed that this species has a high potential for dispersal in coastal, freshened areas of the White Sea. However, near the Solovetsky Archipelago, this species appears to be in competition with crustaceans of the genus *Acartia*, suggesting a mutually exclusive relationship.

It is expected that the studied species will find other suitable water areas in the White Sea, and possibly beyond. Considering the relatively large size of this invader for a zooplankton species, as well as its high population density in the search area, it can be assumed that *E. americana* will become another food source for juvenile fish in estuaries and freshened areas of the White Sea.

Keywords: Far North and the Arctic, White Sea, invasions, invader species, Copepoda, zooplankton, dispersal of species.

Funding

The State Assignments for Zoological Institute of Russian Academy of Sciences no. 125012800888-5 (N.S.) and No. 125012800889-2 (N.U.) supported the research. The genetic part of the research was funded by the RSF grant 23-24-00296 (N.S.).

Acknowledgements

The authors thank Roman Zdrovennov (Northern water problems Institute of Karelian Research Center of RAS) for providing data on the hydrology of Blagopoluchiya Bay. The researchers used the Federal collection of Zoological Institute, RAS. The genetic portion of the research was performed at the Taxon Collective Use Center, Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, and sequencing was performed at Eurogen CJSC (Moscow).

Information about the authors

Sukhikh, Natalia Mikhailovna, PhD of Biology, Senior Researcher, Zoological institute of Russian Academy of Sciences (1, Universitetskaya emb., Saint Petersburg, Russia, 199034), e-mail: Natalia.Sukhikh@zin.ru.

Usov, Nikolay Viktorovich, PhD of Biology, Senior Researcher, Zoological institute of Russian Academy of Sciences (1, Universitetskaya emb., Saint Petersburg, Russia, 199034), e-mail: Nikolay.Usov@zin.ru.

© Sukhikh N. M., Usov N. V., 2026