

Научная статья

УДК 581.526.325(265.53)

DOI: 10.26428/1606-9919-2026-206-365-375

EDN: TBHSGH

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА
ПРИБРЕЖЬЯ ОХОТСКОГО МОРЯ У ЮГО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА

И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова*

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. На основе материала, собранного в 2019–2022 гг. на четырех полигонах морского побережья вблизи нерестовых рек юго-восточного Сахалина, проанализирована сезонная динамика биомассы фитопланктона. Показано, что в безледный период основу биомассы (93 %) формируют диатомовые и динофитовые водоросли. Наибольшее развитие диатомовых наблюдается в весенний и осенний периоды, динофитовых — в летний. За весь период исследований биомасса по станциям изменялась от 4,7 до 26058,1 мг/м³, что отражает высокую пространственную неоднородность, обусловленную сложными гидрологическими условиями (речной сток, ветровое перемешивание). Выделено несколько подъемов биомассы — весеннего, летнего и осеннего сезонов. Зарегистрировано максимальное развитие следующих видов: *Alexandrium* cf. *tamarense* (1359 мг/м³ в июне 2019 г., 3185 мг/м³ в июне 2020 г.), *Dactyliosolen fragilissimus* (241 мг/м³ в сентябре 2021 г.), *Guinardia delicatula* (924 мг/м³ осенью 2019 г., 170 мг/м³ осенью 2020 г.), *G. striata* (672 мг/м³ осенью 2021 г., 1818 мг/м³ осенью 2022 г.), *Kryptoperidinium triquetrum* (1855 мг/м³ в июне 2019 г., 4756 мг/м³ в июне 2022 г.), *Leptocylindrus danicus* (1442 мг/м³ в июле 2022 г.), *Noctiluca scintillans* (2883 мг/м³ в июле 2022 г.), *Rhizosolenia hebetata* (2253 мг/м³ в июне 2022 г.), *Sundstroemia setigera* (4000 и 900 мг/м³ в мае и сентябре 2020 г.), *Thalassiosira nordenskioeldii* (491 мг/м³ в мае 2020 г. и 25131 мг/м³ в мае 2021 г.). Во все годы наблюдалось осеннее увеличение биомассы, указывающее на локальную специфику прибрежных вод юго-восточного Сахалина.

Ключевые слова: микроводоросли, диатомовые, динофитовые, Охотское море, Сахалин

Для цитирования: Мотылькова И.В., Коновалова Н.В. Сезонная динамика биомассы фитопланктона побережья Охотского моря у юго-восточного Сахалина // Изв. ТИНРО. — 2026. — Т. 206, вып. 2. — С. 365–375. DOI: 10.26428/1606-9919-2026-206-365-375. EDN: TBHSGH.

* Мотылькова Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, surirella@mail.ru, ORCID 0000-0003-2449-4933; Коновалова Наталья Владимировна, старший специалист, odontella@mail.ru, ORCID 0009-0005-9561-587X.

© Мотылькова И.В., Коновалова Н.В., 2026

Seasonal dynamics of phytoplankton biomass in the coastal waters of Okhotsk Sea at southeastern Sakhalin

Irina V. Motylkova*, Natalia V. Konovalova**

*, ** Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),

196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

* Ph.D., leading researcher, surirella@mail.ru, ORCID 0000-0003-2449-4933

** senior specialist, odontella@mail.ru, ORCID 0009-0005-9561-587X

Abstract. Seasonal dynamics of phytoplankton biomass is analyzed on the base of phytoplankton samples collected within monitored 4 polygons located near the mouths of spawning rivers at southeastern Sakhalin in May–October of 2019–2022. During the surveys, the water temperature ranged from -1.55 to 22.50 °C and salinity — from 11.8 to 32.8 psu that reflected strong freshwater influence. The phytoplankton biomass at certain stations ranged from 4.7 to 26058.1 mg/m³ indicating high spatial heterogeneity driven by local hydrodynamics. Three distinct biomass pulses were observed in spring, summer, and autumn. In 2019 when the Dolinka mouth was surveyed, the peaks of biomass dynamics occurred in May–June (with domination of *Alexandrium* cf. *tamarense* and *Kryptoperidinium triquetrum*) and October. In 2020 at the Dudinka mouth, the peaks were recorded in May (*Sundstroemia setigera*), June (*A.* cf. *tamarense* with the biomass up to 3.2 g/m³), and September. In 2021 at the Manuy mouth, two peaks were observed in May and September; the former bloom was formed under water temperature at the bottom of -0.9 °C by *Thalassiosira nordenskioeldii* with the biomass up to 25.1 g/m³ — the first record of such high biomass in shallow coastal waters of the Okhotsk Sea. In 2022 at the Gornaya mouth, the succeeding peaks appeared in June (*K. triquetrum* and *Rhizosolenia hebetata*), July (*Leptocylindrus danicus* and *Noctiluca scintillans*), August (*Coscinodiscus asteromphalus*), and October (*Guinardia striata* and *Thalassionema frauenfeldii*). Dominant species in spring changed with temperature: *T. nordenskioeldii* and *R. hebetata* dominated in the years with cold spring (below 4 °C) but *S. setigera* dominated in warmer years (above 5 °C). The autumn peaks of biomass were observed in all years. This phenomenon contradicts with typical succession of phytoplankton on the shelf of Okhotsk Sea where an autumn peak is not usual, that reflects local specificity of pre-estuarine areas where the river runoff, wind and tidal mixing, and upwelling provide additional abilities for diatoms development. Among dinoflagellates, *A.* cf. *tamarense* reached high biomass under stable thermal conditions (~ 8 °C), whereas *K. triquetrum* dominated under windy and colder conditions. However, both species were rare at the Manuy mouth (in 2021), possibly because of rocky substrates unfavorable for the dinoflagellate cysts accumulation.

Keywords: microalga, diatom, dinoflagellate, Okhotsk Sea, Sakhalin

For citation: Motylkova I.V., Konovalova N.V. Seasonal dynamics of phytoplankton biomass in the coastal waters of Okhotsk Sea at southeastern Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2026, vol. 206, no. 2, pp. 365–375. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2026-206-365-375. EDN: TBHSGH.

Введение

Фитопланктон является основой пищевых сетей большинства водных экосистем. Поэтому любые изменения его характеристик под влиянием внешних факторов отражаются на продукции более высоких трофических уровней [Chust et al., 2014]. Прибрежные экосистемы морей наиболее подвержены интенсивному антропогенному воздействию [Патин, 2015], нередко усугубляемому резкой климатической изменчивостью [Paczkowska et al., 2020]. К числу таких уязвимых районов относятся акватории вблизи впадения нерестовых рек.

Несмотря на высокую значимость этих зон для воспроизводства и нагула многих промысловых рыб, их фитопланктонные комплексы остаются малоизученными. Имеющиеся сведения ограничены либо отдельными сезонами [Киселев, 1959; Рура, 1985; Федотова, Колганова, 1987; Колганова, 1990], либо локальными участками [Могильникова и др., 2017; Мотылькова, Коновалова, 2024; Мотылькова и др., 2024]. Ранее был выявлен видовой со-

став и дана эколого-географическая характеристика фитопланктона морского побережья юго-восточного Сахалина [Мотылькова, Коновалова, 2025]. Настоящая работа является продолжением этого исследования и посвящена изучению сезонной динамике биомассы в морском побережье юго-восточного Сахалина по данным 2019–2022 гг.

Цель работы — охарактеризовать сезонную динамику биомассы прибрежного фитопланктона Охотского моря юго-восточного Сахалина, оценить диапазон ее изменчивости и выявить общие тенденции, проявляющиеся в разные годы.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили количественные пробы фитопланктона, собранные в безледный период (с мая по октябрь) с борта моторной лодки на четырех локальных полигонах морского побережья в пределах изобат 0–20 м, вблизи впадения нерестовых рек Долинка, Дудинка, Мануй, Горная. В районе р. Долинка пробы отбирали в 2019 г., Дудинка — 2020 г., Мануй — 2021 г., Горная — 2022 г.

С мая по июнь съемки проводили еженедельно, в июле — два раза в месяц, с августа по октябрь — один раз в месяц. Схема станций на каждом полигоне включала два разреза, расположенных по обе стороны от устья. Кроме того, раз в сезон для более точного отражения количественных характеристик фитопланктона был проведен сбор материала на двух дополнительных, удаленных к северу и югу разрезах (исключение составлял район р. Горной).

Станции во все периоды были расположены на литорали (0 м) и изобатах 5, 10 и 20 м (рис. 1). Пробы отбирали с поверхностного, промежуточного (5 м) и придонного горизонтов. Всего было собрано и проанализировано 874 пробы фитопланктона.

На каждой станции производили измерения температуры, солености и содержания кислорода многопараметрическим зондом YSI-85 от поверхности до дна с дискретностью 1 м.

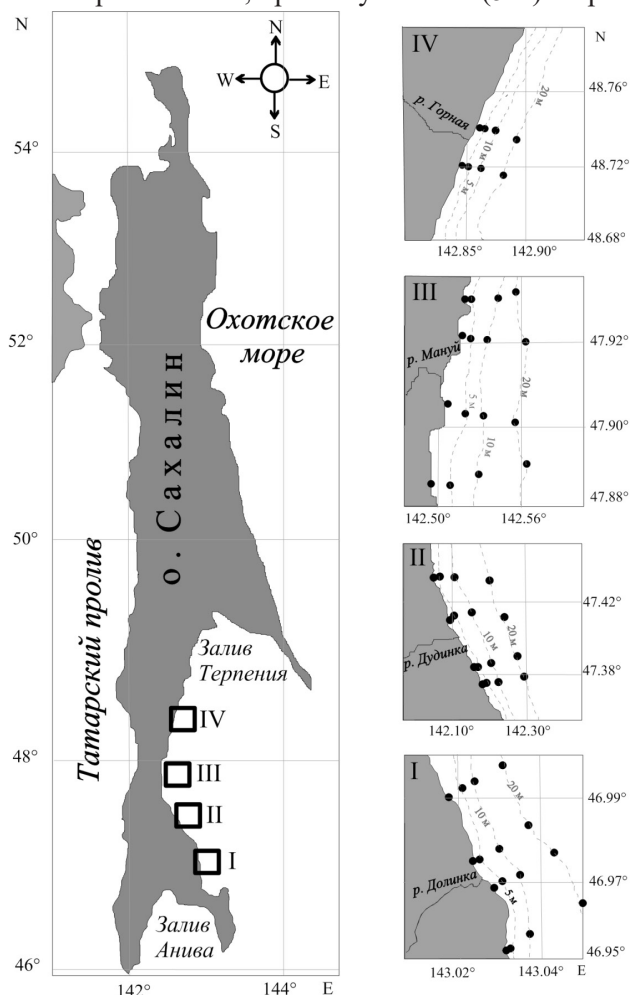


Рис. 1. Карта-схема района исследований. Римскими цифрами обозначены морские полигоны в районах рек: I — Долинка, II — Дудинка, III — Мануй, IV — Горная

Fig. 1. Scheme of the study area. Roman numerals denote monitoring polygons at the mouths of the rivers: I — Dolinka, II — Dudinka, III — Manuy, IV — Gornaya

Пробы фитопланктона фиксировали раствором Утермеля, концентрировали методом обратной фильтрации через нуклеопоровые лавсановые фильтры с диаметром пор 3 мкм. Морфологию микроводорослей изучали с помощью светового микроскопа Leica DM LS2 (Leica Microsystems, Wetzlar, Германия) с увеличением до $\times 640$. Клетки всех найденных в пробе микроводорослей учитывали в камере Нажотта объемом 0,05 мл. Биомассу определяли счетно-объемным методом [Радченко и др., 2010]. Среднедекадные значения биомассы получали путем усреднения данных по станциям со всех горизонтов. К видам, формирующим доминантный комплекс, относили такие, биомасса которых составляла $\geq 20\%$ от общей [Коновалова, 1984].

Результаты и их обсуждение

В период наблюдений 2019–2022 гг. абсолютные значения температуры воды на всех полигонах изменялись от $-1,6$ до $22,5$ °C, средние за декаду — от $1,9$ до $17,2$ °C. Сезонный ход средних значений этого параметра был схож на всех участках: минимум приходился на середину мая, максимум — на конец июля — август. На общем фоне выделялся полигон в районе р. Горной, где 20–24 августа 2022 г. после прохождения циклона было зафиксировано снижение средней температуры до $7,8$ °C против $15,3$ °C в июле (рис. 2). В летние месяцы наблюдались значительные различия температуры между поверхностным и придонным слоем. Даже в самые теплые месяцы (июль–август) в придонных слоях на изобатах 10–20 м она опускалась до $2,2$ – $3,7$ °C. Осенью отмечалось выравнивание температуры по глубинам.

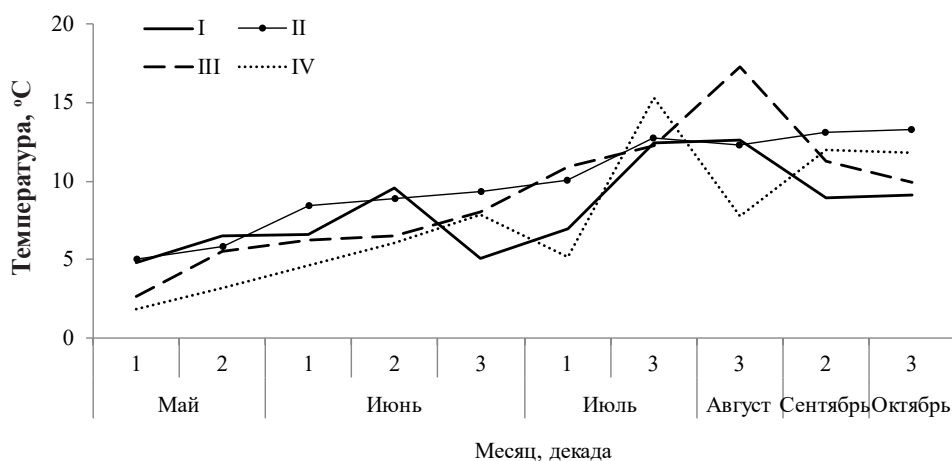


Рис. 2. Сезонная динамика средней температуры воды на морских полигонах в прибрежной зоне юго-восточного Сахалина: I — Долинка (2019 г.), II — Дудинка (2020 г.), III — Мануй (2021 г.), IV — Горная (2022 г.)

Fig. 2. Seasonal dynamics of water temperature averaged within the polygons located near the river mouths at southeastern Sakhalin: I — Dolinka (2019), II — Dudinka (2020), III — Manuy (2021), IV — Gornaya (2022)

Соленость воды варьировала от 11,8 psu (у уреза воды в период паводка) до 32,8 psu (в придонных слоях на мористых участках). Диапазон изменчивости солености в районе р. Долинка составил 16,3–32,6 psu, р. Дудинка — 20,4–31,2, р. Мануй — 13,9–31,6, р. Горная — 11,8–32,8 psu. Наибольшая опресненность отмечена в 2022 г. в районе р. Горной, наименьшая — в 2019 г. в районе р. Долинка. Зарегистрированная изменчивость солености согласуется с данными о локальных динамических образованиях в местах пресноводного стока [Пак и др., 2017; Шевченко и др., 2021].

Основу биомассы фитопланктона в безледный период на всех полигонах формировали диатомовые и динофитовые водоросли. Доля прочих групп (зеленых, золотистых,

криптофитовых, эвгленовых водорослей и цианобактерий) в среднем не превышала 5 % общей биомассы. Соотношение ведущих групп существенно варьировало в зависимости от года и района наблюдений (см. таблицу). Диатомовые наибольшего вклада достигали в мае (98 %, р. Мануй), сентябре (95 %, р. Мануй) и октябре (91 %, р. Горная), динофлагелляты — в июне (94 %, р. Долинка), июле (81 %, р. Долинка) и августе (65 %, р. Дудинка).

Относительная средневегетационная биомасса основных групп фитопланктона на разных участках исследования, %

Percentage of mean seasonal biomass for major phytoplankton groups, by areas, %

Группа	Год, река			
	2019, Долинка	2020, Долинка	2021, Мануй	2022, Горная
Диатомовые водоросли	26	48	90	74
Динофитовые водоросли	67	49	8	24
Прочие	7	3	2	2

В 2019 г. в районе р. Долинка биомасса по станциям за весь период исследований варьировала в диапазоне 19,8–2941,5 мг/м³. В ее динамике прослеживалось три подъема — в мае, июне и октябре (рис. 3). Наиболее выраженным был июньский пик (967,4 ± 214,5 мг/м³), основу которого формировали динофлагелляты *Alexandrium* cf. *tamarense* и *Kryptoperidinium triquetrum*. Скопления этих водорослей (соответственно 1359 и 1855 мг/м³) были приурочены к мелководному побережью, где температура составляла 9,6 °C, соленость — 31,3 psu. Майский подъем (215,4 ± 35,4 мг/м³) определял вид *Thalassiosira nordenskiöldii*, октябрьский (447,6 ± 38,2 мг/м³) — *Guinardia delicatula*. Наибольшего развития *T. nordenskiöldii* (491 мг/м³) достигал на мористых станциях в придонном слое при температуре воды 4,05 °C и солености 31,7 psu, *G. delicatula* (924 мг/м³) — у поверхности воды в пределах изобат 10–20 м.

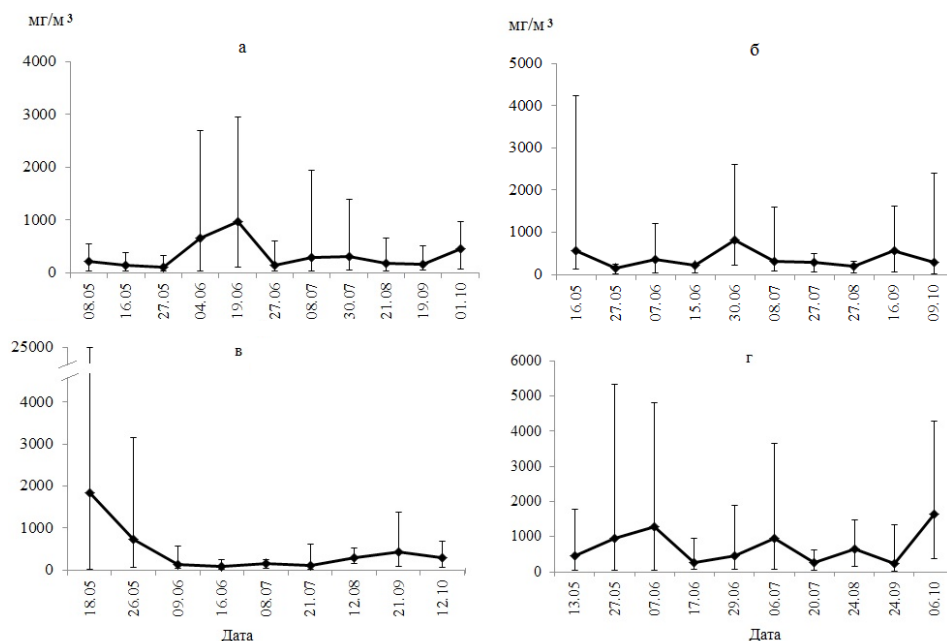


Рис. 3. Сезонная динамика биомассы фитопланктона морского побережья в районах рек: а — Долинка (2019 г.), б — Дудинка (2020 г.), в — Мануй (2021 г.), г — Горная (2022 г.). Ломаная линия — средние значения биомассы по полигону; горизонтальные линии — минимальные и максимальные значения биомассы по станциям

Fig. 3. Seasonal dynamics of phytoplankton biomass averaged within the monitoring polygons at the river mouths: а — Dolinka (2019), б — Dudinka (2020), в — Manuy (2021), г — Gornaya (2022). The lowest and highest values are shown for each area

В 2020 г. в районе р. Дудинка биомасса по станциям изменялась от 16,8 до 4795,0 мг/м³. На данном участке, как и в районе р. Долинка, было выделено три пика — в мае, июне и сентябре (рис. 3, б). Максимум биомассы, зарегистрированный в третьей декаде июня ($823,9 \pm 205,5$ мг/м³), был связан с интенсивным развитием *A. cf. tamarense*. Последний концентрировался (3185 мг/м³) у поверхности воды на мористых станциях при температуре 11,7 °С и солёности 28,9 psu. В формировании весеннего пика ($563,0 \pm 152,4$ мг/м³), наблюдавшемся при температуре 5,1 °С, огромную роль играл *Sundstroemia setigera*. Биомасса этого вида в мелководном прибрежье была не менее 4000 мг/м³, а на мористых станциях у поверхности воды — 2000 мг/м³. Осеннее увеличение биомассы ($553,2 \pm 131,9$ мг/м³) обуславливали *G. delicatula* (до 170 мг/м³ в литорали) и *S. setigera* (900 мг/м³ в придонном слое на глубине 10 м).

В 2021 г. в районе р. Мануй предельные величины биомассы составляли 4,7–26058,1 мг/м³; здесь прослеживалось два пика — в мае и сентябре (рис. 3). Майский максимум ($1806,0 \pm 930,4$ мг/м³) был вызван активной вегетацией *T. nordenskiöldii*. Обильного развития (до 25131 мг/м³) вид достигал в придонном слое на глубине 20 м, при температуре воды –0,9 °С и солёности 31,6 psu. Осенний пик ($432,20 \pm 82,34$ мг/м³), зарегистрированный при температуре воды 11,3 °С, определяли *Dactyliosolen fragilissimus* (до 241,2 мг/м³) и *Guinardia striata* (672,0 мг/м³).

В 2022 г. в районе р. Горной биомасса колебалась от 21,7 до 4812,7 мг/м³. Ее подъёмы были зафиксированы в июне, июле, августе и октябре (рис. 3). Самым мощным оказался октябрьский пик ($1651,96 \pm 237,68$ мг/м³), который достигался за счет *G. striata* и *Thalassionema frauenfeldii*. Максимальная биомасса указанных видов составляла соответственно 1818,4 и 1001,9 мг/м³. Июньский пик ($1286,3 \pm 413,5$ мг/м³), наблюдаемый при температуре 4,6 °С и солёности 30,9 psu, был обусловлен массовым развитием *K. triquetrum* (до 4756 мг/м³ в поверхностном слое мористой зоны) и *Rhizosolenia hebetata* (до 2253 мг/м³ в придонном слое на глубине 10 м). Июльский подъём ($946,0 \pm 258,8$ мг/м³) формировали *Leptocylindrus danicus* (до 1442 мг/м³), *Noctiluca scintillans* (до 2883 мг/м³). Небольшое увеличение биомассы в августе ($660,10 \pm 101,48$ мг/м³) было связано с развитием *Coscinodiscus asteromphalus*.

Высокая изменчивость биомассы, зарегистрированная нами в период наблюдений (от 19,8 до 2941,5 мг/м³ на полигоне р. Долинка, от 16,8 до 4795,0 мг/м³ — р. Дудинка, от 4,7 до 26058,1 мг/м³ — р. Мануй, от 21,7 до 4812,7 мг/м³ — р. Горная) свидетельствует о пространственной неоднородности распределения фитопланктона, обусловленной сложными гидрологическими условиями (речной сток, сезонные вариации течений, апвеллинги, даунвеллинги, волновое перемешивание) [Пак и др., 2017; Шевченко Г.В. и др., 2020, 2021].

Общей чертой для всех полигонов являлось доминирование диатомовых водорослей в весенний и осенний периоды, что характерно для морей умеренной зоны [Шунтов, 2001; Макаревич, 2022]. Но состав доминирующих видов весной на отдельных полигонах был различен и обусловлен температурными условиями и ветровой активностью. При температуре воды ниже 4 °С, доминировали *T. nordenskiöldii* и *R. hebetata*, выше 5 °С — *S. setigera*.

Особый интерес представляет обнаружение высоких концентраций *T. nordenskiöldii* в мае 2021 г. Данный вид считается типичным массовым представителем весеннего прибрежного фитопланктона субарктических и умеренных морей [Смирнова, 1959; Kristiansen et al., 2001; Шевченко О.Г. и др., 2020; Nosaka, Suzuki, 2020]. В Охотском море высокие биомассы *T. nordenskiöldii* (до 35 г/м³) ранее отмечались в весенний период, однако они были приурочены к свалу глубин в районе зал. Терпения [Захарков и др., 2007]. В мелководном прибрежье биомасса *T. nordenskiöldii*, достигающая 25 г/м³, зарегистрирована нами впервые.

Согласно литературным данным, по мере повышения температуры до 5 °С в шельфовых водах Охотского моря преобладают виды рода *Chaetoceros* [Смирнова, 1959; Захарков и др., 2001]. Вопреки этим наблюдениям, в период наших исследований виды этого рода были малочисленными и не входили в число доминирующих.

Среди наиболее заметных особенностей структуры фитопланктона в 2019–2022 гг. выделялось массовое развитие потенциально токсичного *A. cf. tamarense* и вредоносного *K. triquetrum* в начале лета. Эти виды являются обитателями планктона умеренных вод и часто развиваются совместно в весенне-летний период [Akselman, 1996; Lee, Lim, 2006]. В наши годы наблюдений их количественное соотношение было непостоянным. Так, в июне 2020 г., отличавшемся стабильным термическим режимом (8 °C в течение трех недель) [Шевченко и др., 2021], абсолютное доминирование переходило к *A. cf. tamarense*. При менее спокойной метеорологической обстановке в 2019 и 2022 гг., с частыми ветрами южных румбов со скоростью более 7–9 м/с, массово развивался *K. triquetrum*. Исключением являлся район р. Мануй, где оба вида встречались редко при низких показателях биомассы (26 мг/м³ — *A. cf. tamarense*, 186 мг/м³ — *K. triquetrum*). Возможно, это связано не только с пониженной температурой воды в тот год, но и с преобладанием скалисто-каменистых грунтов, менее благоприятных для накопления цист динофлагеллят.

Характерной чертой наблюдаемой нами сезонной динамики во все годы исследований являлось наличие осенних пиков биомассы. Отмеченные подъемы сопровождались выравниванием температуры по глубине, что создавало благоприятные условия для развития диатомей в перемешанном слое воды. Из всех лет наблюдений заметно выделялся 2022 г.: помимо выраженного осеннего пика, среднедекадная биомасса в 70 % случаев от общего числа наблюдений превышала 450 мг/м³, тогда как в остальные годы на других полигонах держалась на уровне 100–300 мг/м³. По-видимому, это связано с влиянием вод р. Поронай, опресненный сток которых, распространяясь вдоль побережья, обеспечивал повышенное поступление биогенных элементов на северном полигоне.

В 2022 г. выраженный осенний пик дополнительно усиливался осенней активизацией Восточно-Сахалинского течения, способствовавшей адвекции поронайских вод в приустьевую зону р. Горной [Шевченко Г.В. и др., 2020]. Согласно классическим представлениям о сезонной динамике фитопланктона открытых и шельфовых зон Охотского моря [Смирнова, 1959; Горбатенко, 2022], осенний подъем биомассы не выделяется. Пики биомассы в наших исследованиях отражают локальную специфику мелководных прибрежных акваторий юго-восточного Сахалина, где гидрологические условия (речной сток, ветровое перемешивание, апвеллинги) создают дополнительный импульс для развития диатомовых водорослей в сентябре-октябре.

Заключение

Прибрежный фитопланктон Охотского моря юго-восточного Сахалина характеризовался высокой пространственно-временной изменчивостью биомассы, значения которой варьировали от 4,7 до 26058,1 мг/м³. Колебания биомассы в большей степени определялись высокой гидродинамической активностью, чем собственно сезонными факторами.

Основу биомассы во все годы наблюдений формировали диатомовые и динофитовые водоросли, причем доминирование диатомовых отмечалось в весенний и осенний периоды, а динофитовых — в летний.

В безледный период выделено несколько подъемов биомассы — весенний, летний и осенний. Осенние пики, зафиксированные во все годы исследований, не соответствующим классическим представлениям о сезонной динамике фитопланктона шельфовых и открытых зон Охотского моря и указывают на локальную специфику прибрежных морских акваторий юго-восточного Сахалина.

В ходе исследований зарегистрированы высокие концентрации отдельных видов: *Thalassiosira nordenskioldii* (до 25,1 г/м³), *Kryptoperidinium triquetrum* (до 4,7 г/м³), *Sundstroemia setigera* (до 4,0 г/м³) и *Alexandrium cf. tamarense* (до 3,1 г/м³). Массовое развитие *T. nordenskioldii* наблюдалось в мае в холодных водах придонного слоя,

S. setigera — в мае в прибрежных наиболее прогретых водах, *A. cf. tamarense* — в июне при стабильной температуре воды, *K. triquetrum* — также в июне, но при частом ветровом перемешивании.

Благодарности (ACKNOWLEDGMENTS)

Авторы выражают искреннюю признательность и благодарность всем сотрудникам СахНИРО, оказавшим неоценимую помощь в сборе материала в сложных условиях побережья юго-восточного Сахалина.

Авторы благодарны рецензентам за внимательное прочтение рукописи и ценные замечания.

The authors are grateful to all colleagues in SakhNIRO for their invaluable assistance in collecting the materials for the study under harsh conditions of the coastal waters at south-eastern Sakhalin. Thanks to anonymous reviewers for their thorough review of the manuscript and constructive comments.

Финансирование (FUNDING)

Работа проведена в рамках Государственного задания на выполнение НИОКР ФГБНУ «СахНИРО» на 2019–2022 гг.

The study was conducted within the framework of the State assignment for SakhNIRO in 2019–2022.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Настоящая статья не содержит описания каких-либо исследований с использованием людей и животных в качестве объекта.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

This article does not describe any research involving humans or animals.

The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

И.В. Мотылькова — обработка проб фитопланктона, написание статьи и подготовка иллюстративных материалов; Н.В. Коновалова — обработка проб фитопланктона, участие в обсуждении проекта рукописи.

I.V. Motylkova processed phytoplankton samples and wrote and illustrated the text; N.V. Konovalova processed phytoplankton samples; the results of the study were discussed by both authors jointly.

Список литературы

Горбатенко К.М. Трофодинамика гидробионтов в Охотском море : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — 326 с.

Захарков С.П., Орлова Т.Ю., Ванин Н.С., Штрайхерт Е.А. Пигментный и видовой состав фитопланктона на северо-востоке Охотского моря в марте-апреле 1998 г. // Океанол. — 2001. — Т. 41, № 5. — С. 711–718.

Захарков С.П., Селина М.С., Ванин Н.С. и др. Характеристики фитопланктона и гидрологические условия западной части Охотского моря весной 1999 и 2000 гг. по судовым и спутниковым данным // Океанол. — 2007. — Т. 47, № 4. — С. 559–570. EDN: IAQSOD.

Киселев И.А. Качественный и количественный состав фитопланктона и его распределение в водах у Южного Сахалина и южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей СССР. — 1959. — Вып. 6. — С. 58–77.

Колганова Т.Н. Фитопланктон залива Терпения в ноябре 1984 г. // Экологические основы рационального природопользования на Сахалине и Курильских островах : тез. докл. IV науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск : ИМГиГ ДВО АН СССР, 1990. — С. 187–189.

Коновалова Г.В. Структура планктонного фитоценоза залива Восток Японского моря // Биол. моря. — 1984. — Т. 10, № 1. — С. 13–23.

- Макаревич П.Р.** Пелагические фитоценозы Азовского моря // Наука Юга России. — 2022. — Т. 18, № 4. — С. 97–107. — DOI: 10.7868/S25000640220410.
- Могильникова Т.А., Никулина Т.В., Коренева Т.Г. и др.** Фитопланктон и химические показатели прибрежных вод юго-западного и южного Сахалина (Татарский пролив, залив Анива) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2017. — Вып. 7. — С. 151–167.
- Мотылькова И.В., Коновалова Н.В.** Видовой состав фитопланктона прибрежных мелководий Охотского моря у юго-восточного Сахалина // Тр. СахНИРО. — 2025. — Т. 21. — С. 230–263. EDN: UEGUCL.
- Мотылькова И.В., Коновалова Н.В.** Структура фитопланктона прибрежных вод восточной части зал. Анива Охотского моря в 2018 г. // Изв. ТИНРО. — 2024. — Т. 204, № 2. — С. 433–443. DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-433-443. EDN: KUANKS.
- Мотылькова И.В., Коновалова Н.В., Корнеев Е.С.** Структура и динамика биомассы фитопланктона прибрежной зоны юго-восточного Сахалина в приустьевой акватории р. Долинка в безледный период 2019 г. // Тр. СахНИРО. — 2024. — Т. 20. — С. 170–187. EDN: GRWEHL.
- Пак Е.А., Халов Д.С., Дубина В.А.** Мезомасштабные абиотические факторы в прибрежных экосистемах залива Терпения (Охотское море) // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — 2017. — Т. 40, № 1. — С. 17–21. EDN: YHRMRH.
- Патин С.А.** Антропогенное воздействие на морские экосистемы и биоресурсы: источники, последствия, проблемы // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 154. — С. 85–104. EDN: UADJWP.
- Радченко И.Г., Капков В.И., Федоров В.Д.** Практическое руководство по сбору и анализу проб морского фитопланктона. — М. : Мордвинцев, 2010. — 60 с.
- Рура А.Д.** Фитопланктон прибрежных вод южного Сахалина // Биоценозы и фауна шельфа южного Сахалина. — Л. : Наука, 1985. — С. 69–71. (Исслед. фауны морей; Т. 30(38).)
- Смирнова Л.И.** Фитопланктон Охотского моря и Прикурильского района // Биологические исследования моря (планктон) : Тр. Ин-та океанологии АН СССР. — 1959. — Т. 30. — С. 3–51.
- Федотова Н.А., Колганова Т.Н.** Характеристика планктона вод Татарского пролива и юго-восточного Сахалина весной 1985–1986 гг. // Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны водных, земельных и биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов : тез. докл. III науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск, 1987. — С. 126–127.
- Шевченко Г.В., Цхай Ж.Р., Частиков В.Н.** Океанологические условия на юго-восточном шельфе о. Сахалин по данным съемок на стандартных разрезах и спутниковых наблюдений // Океанологические исследования. — 2020. — Т. 48, № 2. — С. 51–68. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(2).4. EDN: FBQQXQ.
- Шевченко Г.В., Частиков В.Н., Полупанов П.В.** Океанологические исследования при оценке приемной емкости прибрежных акваторий в районах устьев нерестовых рек юго-восточного побережья о. Сахалин // Тр. СахНИРО. — 2021. — Т. 17. — С. 132–147. EDN: MICCJH.
- Шевченко О.Г., Шульгина М.А., Шулькин В.М., Тевс К.О.** Многолетняя динамика и морфология диатомовой водоросли *Thalassiosira nordenskioeldii* Cleve, 1873 (Bacillariophyta) в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. — 2020. — Т. 46, № 4. — С. 277–284. DOI: 10.31857/S0134347520040063. EDN: ZNQBCV.
- Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.
- Akselman R.** Ecological studies in San Jorge Gulf and adjacent waters (Southwestern Atlantic): distribution, abundance and seasonal variability of phytoplankton in relation to physicochemical factors and hydrological dynamics: Doctoral (Biol.) Dissertation. — Buenos Aires : University of Buenos Aires, 1996 (In Spanish). — 285 p. URL: https://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n2857_Akselman.
- Chust G., Allen J.I., Bopp L. et al.** Biomass changes and trophic amplification of plankton in a warmer ocean // Global Change Biology. — 2014. — Vol. 20, № 7. — P. 2124–2139. DOI: 10.1111/gcb.12562.
- Kristiansen S., Farbrot T., Naustvoll L.-J.** Spring bloom nutrient dynamics in the Oslofjord // Mar. Ecol. Prog. Ser. — 2001. — Vol. 219. — P. 41–49. DOI: 10.3354/meps219041.
- Lee C., Lim W.** Variation of Harmful Algal Blooms in Masan-Chinhae Bay // ScienceAsia. — 2006. — Vol. 32, Suppl. 1. — P. 51–56. DOI: 10.2306/scienceasia1513-1874.2006.32(s1).051.
- Nosaka Y., Suzuki K.** Effects of temperature, light and iron availability on photosynthetic capacity in the diatoms *Chaetoceros debilis* and *Thalassiosira nordenskioeldii* dominated in the northwestern subarctic Pacific // Bull. Plank. Soc. Japan. — 2020. — Vol. 67, № 1. — P. 1–18. DOI: 10.24763/bpsj.67.1_1.

Paczkowska J., Brugel S., Rowe O. et al. Response of coastal phytoplankton to high inflows of terrestrial matter // *Front. Mar. Sci.* — 2020. — Vol. 7. — P. 80. DOI: 10.3389/fmars.2020.00080.

References

Gorbatenko, K.M., *Trofodinamika gidrobiontov v Okhrotskom more* (Trophodynamics of hydrobionts in the Sea of Okhrota), Vladivostok: TINRO, 2022.

Zakharkov, S.P., Orlova, T.Yu., Vanin, N.S., and Shtraikhert, E.A., Phytoplankton in the Northeastern part of the Sea of Okhotsk in March-April 1998, *Okeanologiya*, 2001, vol. 41, no. 5, pp. 711–718.

Zakharkov, S.P., Selina, M.S., Vanin, N.S., Shtraikhert, E.A., and Bibo, N., Phytoplankton characteristics and hydrological conditions in the western Sea of Okhotsk in spring 1999 and 2000 based on ship and satellite data, *Okeanologiya*, 2007, vol. 47, no. 4, pp. 559–570. EDN: IAQSOD

Kiselev, I.A., Qualitative and quantitative composition of phytoplankton and its distribution in the waters off southern Sakhalin and the southern Kuril Islands, *Issled. dal'nevost. morey SSSR*, 1959, no. 6, pp. 58–77.

Kolganova, T.N., Phytoplankton of Terpeniya Bay in November 1984, in *Tezisy dokl. 4-y nauchno-prakt. konf. "Ekologicheskoye osnovy ratsional'nogo prirodopol'zovaniya na Sakhaline i Kuril'skikh ostrovakh"* (Proc. 4th Sci.-Pract. Conf. "Ecological foundations of rational nature management on Sakhalin and Kuril Islands"), Yuzhno-Sakhalinsk: IMGiG DVO AN SSSR, 1990, pp. 187–189.

Konovalova, G.V., Structure of plankton phytocenosis of the East Bay of the Sea of Japan, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1984, vol. 10, no. 1, pp. 13–23.

Makarevich, P.R., Pelagic algal communities in the Sea of Azov, *Nauka Yuga Rossii*, 2022, vol. 18, no. 4, pp. 97–107. doi 10.7868/S25000640220410

Mogilnikova, T.A., Nikulina, T.V., Koreneva, T.G., Latkovskaya, E.M., and Vedernikova, A.A., Phytoplankton and chemical indices of coastal waters of south-western and southern Sakhalin island (Tatar strait Aniva bay), in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, 2017, no. 7, pp. 151–167.

Motylkova, I.V. and Konovalova, N.V., Species composition of phytoplankton in the coastal shallow waters of the Sea of Okhotsk near southeastern Sakhalin, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 21, pp. 230–263. EDN: UEGUCL

Motylkova, I.V. and Konovalova, N.V., Structure of phytoplankton for the coastal waters in the eastern Aniva Bay of the Okhotsk Sea in 2018, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2024, vol. 204, no. 2, pp. 433–443. doi 10.26428/1606-9919-2024-204-433-443. EDN: KUANKS

Motylkova, I.V., Konovalova, N.V., and Korneev, E.S., Structure and dynamics of phytoplankton biomass in the coastal zone of southeastern Sakhalin near the mouth Dolinka River during the ice-free period of 2019, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2024, vol. 20, pp. 170–187. EDN: GRWEHL

Pak, E.A., Khapov, D.S., and Dubina, V.A., Submesoscale abiotic factors in coastal marine ecosystems of the Terpeniya Bay (Okhotsk Sea), *Nauchnye Trudy Dalrybvtyuza*, 2017, vol. 40, no. 1, pp. 17–21. EDN: YHRMRH

Patin, S.A., Anthropogenic impact on marine ecosystems and bioresources: sources, consequences, problems, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 154, pp. 85–104. EDN: UADJWP

Radchenko, I.G., Kapkov, V.I., and Fedorov, V.D., *Prakticheskoe rukovodstvo po sboru i analizu prob morskogo fitoplanktona* (A practical guide to the collection and analysis of marine phytoplankton samples), Moscow: Mordvincev, 2010.

Rura, A.D., Phytoplankton of coastal waters of southern Sakhalin, *Biocenoses and fauna of the southern Sakhalin shelf. Explor. Fauna Seas*, 1985, vol. 30, no. 38, pp. 69–71.

Smirnova, L.I., Phytoplankton of the Sea of Okhotsk and the Kuril region, *Tr. Inst. Okeanol. im. P. P. Shirshova, Akad. Nauk SSSR*, 1959, vol. 30, pp. 3–51.

Fedotova, N.A. and Kolganova, T.N., Characteristics of plankton in the Tatar Strait and off southeastern Sakhalin in spring 1985–1986, in *Tezisy dokl. 3-y nauchno-prakt. konf. "Itogi issledovaniy po voprosam ratsional'nogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh, zemel'nykh i biologicheskikh resursov Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov"* (Proc. 3rd Sci.-Pract. Conf. "Results of studies on rational use and protection of water, land and biological resources of Sakhalin and Kuril Islands"), Yuzhno-Sakhalinsk, 1987, pp. 126–127.

Shevchenko, G.V., Tskhai, Zh.R., and Chastikov, V.N., Oceanological conditions on the southeastern shelf of Sakhalin Island based on surveys on standard sections and satellite obser-

ventions, *Okeanologicheskie Issledovaniya*, 2020, vol. 48, no. 2, pp. 51–68. doi 10.29006/1564-2291.2020.48(2).51-68. EDN: FBQQXQ

Shevchenko, G.V., Chastikov, V.N., and Polupanov, P.V., Oceanological studies in assessing the receiving capacity of coastal waters in the areas of the mouths of spawning rivers on the south-eastern coast of Sakhalin Island, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2021, vol. 17, pp. 132–147. EDN: MICCJH

Shevchenko, O.G., Shulgina, M.A., Shulkin, V.M., and Tevs, K.O., The Long-Term Dynamics and Morphology of the Diatom *Thalassiosira nordenskiöldii* Cleve, 1873 (Bacillariophyta) from the Coastal Waters of Peter the Great Bay, Sea of Japan, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2020, vol. 46, no.4, pp. 284–291. doi 10.1134/S1063074020040069. EDN: VOXRNP

Shuntov, V.P., *Biologiya dal'nevostochnykh morei Rossii* (Biology of the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2001, vol. 1.

Akselman, R., Ecological studies in San Jorge Gulf and adjacent waters (Southwestern Atlantic): distribution, abundance and seasonal variability of phytoplankton in relation to physicochemical factors and hydrological dynamics, *Doctoral (Biol.) Dissertation*, Buenos Aires: University of Buenos Aires, 1996 (In Spanish). URL: https://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n2857_Akselman.

Chust, G., Allen, J.L., Bopp, L., Schrum, C., Holt, J., Tsiaras, K., Zavatarelli, M Chifflet, M., Cannaby, H., Dadou, I., Daewel, U., Wakelin, S.L., Machu, E., Pushpadas, D., Butenschon, M., Artioli, Y., Petihakis, G., Smith, C., Garçon, V., Goubanova, K., Le Vu, B., Fach, B.A., Salihoğlu, B., Clementi, E., and Irigoien, X., Biomass changes and trophic amplification of plankton in a warmer ocean, *Global Change Biology*, 2014, vol. 20, no. 7, pp. 2124–2139. doi 10.1111/gcb.12562.

Kristiansen, S., Farbroth, T., and Naustvoll, L.-J., Spring bloom nutrient dynamics in the Oslofjord, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2001, vol. 219, pp. 41–49. doi 10.3354/meps219041

Lee, C. and Lim, W., Variation of Harmful Algal Blooms in Masan-Chinhae Bay, *ScienceAsia*, 2006, vol. 32, no. 1, pp. 51–56. doi 10.2306/scienceasia1513-1874.2006.32(s1).051.

Nosaka, Y. and Suzuki, K., Effects of temperature, light and iron availability on photosynthetic capacity in the diatoms *Chaetoceros debilis* and *Thalassiosira nordenskiöldii* dominated in the northwestern subarctic Pacific, *Bull. Plank. Soc. Japan*, 2020, vol. 67, no. 1, pp. 1–18. doi 10.24763/bpsj.67.1_1

Paczkowska, J., Brugel, S., Rowe, O., Lefébure, R., Brutemark, A., and Andersson, A., Response of coastal phytoplankton to high inflows of terrestrial matter, *Front. Mar. Sci.*, 2020, vol. 7, pp. 80. doi 10.3389/fmars.2020.00080

Поступила в редакцию 5.05.2026 г.

После доработки 3.06.2026 г.

Принята к публикации 15.06.2026 г.

The article was submitted 5.05.2026; approved after reviewing 3.06.2026;
accepted for publication 15.06.2026