

ЛЕТНИЙ ФИТОПЛАНКТОН ЛАГУНЫ ПИЛЬТУН  
(СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ САХАЛИН)

Т.А. Могильникова, И.В. Мотылькова

*Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
(СахНИРО), ул. Комсомольская, 196, Южно-Сахалинск, 693023, Россия.*

*E-mail: irinam@sakhniro.ru*

Исследованы особенности видового состава, распределения и структуры фитопланктона в июне–июле 1999 г. в лагуне Пильтун. Показана ведущая роль диатомовых водорослей (Bacillariophyta). Выделены три основных сообщества фитопланктона на разных участках акватории с использованием индекса Шенера и других показателей.

SUMMER PHYTOPLANKTON OF THE PILTUN BAY  
(NORTH-EASTERN SAKHALIN)

T. A. Mogilnikova, I. V. Motylkova

*Sakhalin Research Institute of Marine Fishery & Oceanography (SakhNIRO),  
196, Komsomolskaia Street, Yushno-Sakhalinsk, 693023, Russia. E-mail: irinam@sakhniro.ru*

Peculiarities of the main structural characteristics of phytoplankton in the Piltun Bay in June – July 1999 are studied. The leading role of diatom algae (Bacillariophyta) is shown. Three main phytoplankton communities at different areal sites are distinguished using the index of Schoener and other indices.

Фитопланктону лагун северо-восточного Сахалина посвящено ограниченное количество работ. В рамках мониторинга и оценки состояния фитопланктона солонатоводных заливов северо-восточного Сахалина в связи с нефтегазоразработками были получены данные о составе, количественных характеристиках и распределении микроводорослей залива Ныйский (Колганова, Могильникова, 1999), дана оценка состояния сообщества в условиях антропогенного воздействия (Могильникова и др., 2001). Сведения о фитопланктоне лагуны Пильтун в настоящее время в литературе отсутствуют.

Лагуна Пильтун расположена на северо-востоке Сахалина и имеет важное рыбохозяйственное значение для острова наряду с другими заливами лагунного типа (Чайво, Ныйский, Луньский). В последние годы лагуна является одним из участков мониторинга в связи с нефтегазовым освоением шельфа северо-восточного Сахалина. Структура фитопланктона очень чувствительна к условиям внешней среды. Мониторинг основных показателей структурной организации позволяет оценить состояние сообществ микроводорослей, тенденции их развития и оценить изменения, происходящие в структуре фитопланктона под влиянием различных факторов среды, включая антропогенное воздействие.

Цель данной работы заключалась в изучении особенностей видового состава, количественных характеристик и пространственного распределения микроводорослей планктона в лагуне Пильтун.

В лагуне Пильтун выделяют мелководную северную часть, центральную глубоководную (с максимумом глубин 3,3 м у восточного берега) и мелководный южный кут, переходящий в эстуарий р. Пильтун. Соленость на большей части акватории составляет 2–16‰, максимальная – 27‰ в протоке, соединяющей лагуну с морем. Северная часть лагуны, приустьевые участки рек и южный кут практически пресноводны (Лабай и др., 2000). В лагуне Пильтун сложное взаимодействие приливно-отливных явлений и стоковых течений создает местную систему циркуляции вод (Бровко, 1985).

### Материалы и методы

Материалом для работы послужили данные, собранные совместной комплексной экспедицией СахНИРО и ЭКС в период с 27 июня по 3 июля 1999 г. Пробы фитопланктона объемом 1,5 л отбирали в светлое время суток на 14 станциях в поверхностном слое (рис. 1). В качестве фиксатора использовали раствор Утермеля (Федоров, 1979). Пробы концентрировали отстойным методом до объема 6–60 мл в зависимости от плотности осадка. Клетки микроводорослей подсчитывали в камере объемом 1 мл. Биомассу определяли, приравнивая клетки водорослей к определенным геометрическим фигурам (Кольцова, 1970; Макарова, Пичкилы, 1970). Экологическая характеристика водорослей по отношению к солености установлена для 240 видов.

При выделении сообществ фитопланктона использовали коэффициент общности удельного обилия Шенера (Shoener, 1970):  $C_{xy} = 100 - 0,5\sum(|p_x - p_y|)$ , где  $C_{xy}$  – индекс сходства станций (проб)  $x$  и  $y$  (%);  $p$  – относительная биомасса конкретного вида на станциях  $x$  и  $y$  соответственно (%). Созданная матрица служит основой при кластеризации данных. Кластеризация проводилась построением дендрограммы сходства по методу средней. Выделенные кластеры описывали конкретные сообщества при уровне сходства более 30%. Последовательный кластер-анализ по видам выполнен на основе индекса Пианки:  $D_2(x,y) = \frac{1}{\sqrt{(\sum x_i \cdot \sum y_i)}}$ , где  $x_i$ ,  $y_i$  – доля  $i$ -той пробы для видов  $x$  и  $y$  (Буруковский, Столяров, 1995). При кластеризации исходных матриц по методу максимума использовали компьютерную программу, разработанную сотрудницей СахНИРО Ж.Р. Цхай. Для каждого сообщества вычислялись его количественные характеристики и строилась соответствующая таблица, в которой для каждого вида сообщества приводились средняя численность, средняя биомасса, относительная биомасса, частота встречаемости в сообществе, индекс плотности. Относительная биомасса вида:  $V_i = 100 \times B_i / B$  (%), где  $B_i$  – средняя биомасса  $i$ -того вида;  $B$  –

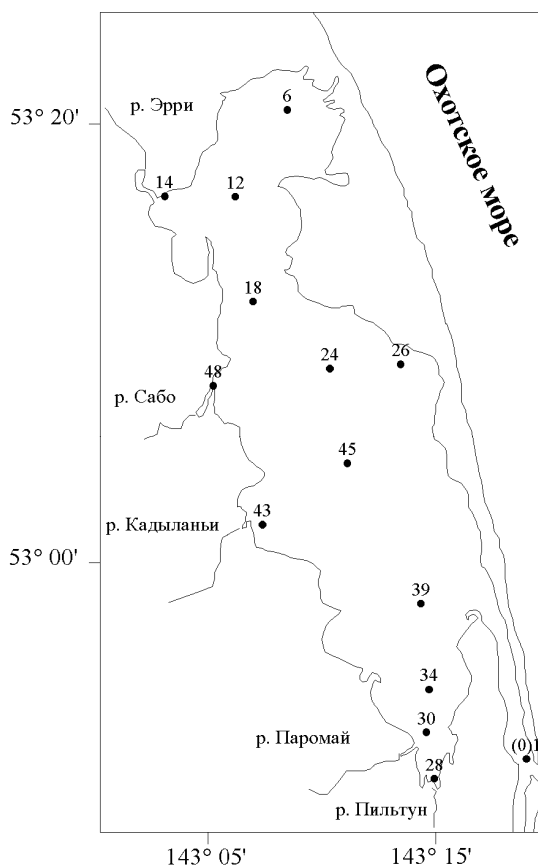


Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб фитопланктона в лагуне Пильтун в июне–июле 1999 г.

При выделении сообществ фитопланктона использовали коэффициент общности удельного обилия Шенера (Shoener, 1970):  $C_{xy} = 100 - 0,5\sum(|p_x - p_y|)$ , где  $C_{xy}$  – индекс сходства станций (проб)  $x$  и  $y$  (%);  $p$  – относительная биомасса конкретного вида на станциях  $x$  и  $y$  соответственно (%). Созданная матрица служит основой при кластеризации данных. Кластеризация проводилась построением дендрограммы сходства по методу средней. Выделенные кластеры описывали конкретные сообщества при уровне сходства более 30%. Последовательный кластер-анализ по видам выполнен на основе индекса Пианки:  $D_2(x,y) = \frac{1}{\sqrt{(\sum x_i \cdot \sum y_i)}}$ , где  $x_i$ ,  $y_i$  – доля  $i$ -той пробы для видов  $x$  и  $y$  (Буруковский, Столяров, 1995). При кластеризации исходных матриц по методу максимума использовали компьютерную программу, разработанную сотрудницей СахНИРО Ж.Р. Цхай. Для каждого сообщества вычислялись его количественные характеристики и строилась соответствующая таблица, в которой для каждого вида сообщества приводились средняя численность, средняя биомасса, относительная биомасса, частота встречаемости в сообществе, индекс плотности. Относительная биомасса вида:  $V_i = 100 \times B_i / B$  (%), где  $B_i$  – средняя биомасса  $i$ -того вида;  $B$  –

средняя биомасса на станции. Частота встречаемости:  $ЧВ_i = 100 \times k_i / k$  (%), где  $k_i$  – количество станций, на которых встречался  $i$ -тый вид,  $k$  – общее количество станций. Индекс плотности:  $ИП_i = V_i \times ЧВ_i$ , где  $V_i$  – средняя относительная биомасса (%),  $ЧВ_i$  – частота встречаемости данного вида (%). При выделении значимости и для более полной их количественной характеристики учитывался вклад каждого вида в создание средней общей биомассы,  $ЧВ$ ,  $ИП$  при нивелировании  $ИП$ . Вид считался доминирующим, если значение  $ИП$  попадало в предел 10000-1000; характерным I порядка – 1000-100; характерным II порядка – 100-10; второстепенным I порядка – 10-1; второстепенным II порядка – менее 1. В ядро сообщества входили доминирующий вид, характерные I, II порядка, второстепенные I порядка. Подход при выделении сообществ описан в статье В.С. Лабая с соавторами (Лабай и др., 2000).

### Результаты и обсуждение

В поверхностных водах лагуны Пильтун за период исследований обнаружено более 280 видов и разновидностей микроводорослей, относящихся к семи отделам. По числу видов доминировали диатомовые (Bacillariophyta) – 221 вид и внутривидовой таксон. Зеленые (Chlorophyta) включали 33 вида, криптомонадовые (Cryptophyta) и динофитовые (Dinophyta) по 10 видов, синезеленые (Cyanophyta) – 7, эвгленовые (Euglenophyta) и золотистые (Chrysophyta) – по 1. В планктонных пробах поверхностных вод присутствовали представители фитобентоса. В основном это донные виды диатомовых родов: *Navicula*, *Nitzschia*, *Diatoma*, *Rhoicosphenia*, *Gyrosigma*, *Oedogonium*, *Ulothrix*, *Spirogyra*, *Suriella*, *Oscillatoria*, водоросли перифитона – *Gomphonema*, *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Ulothrix*, факультативно бентосные зеленые водоросли родов – *Pediastrum*, *Scenedesmus*. Среди бентосных видов преобладали диатомовые водоросли. Максимальное количество видов зарегистрировано в устьях крупных рек Пильтун и Эрри (74 и 67 соответственно), минимальное (19 видов) – в районе у выхода из залива в море, где оказывала влияние морская вода.

Комплекс водорослей лагуны Пильтун формировался под влиянием опресняющего действия речных вод, впадающих в лагуну, и морских, поступающих из Охотского моря, поэтому включал разные экологические группы: морские, пресноводные, солоноватоводные, пресноводно-солоноватоводные, морские-солоноватоводные. Во флористическом составе преобладали пресноводные виды, степень доминирования которых на разных участках акватории составляла от 38 до 65% от общего числа видов с известной экологической характеристикой (рис. 2).

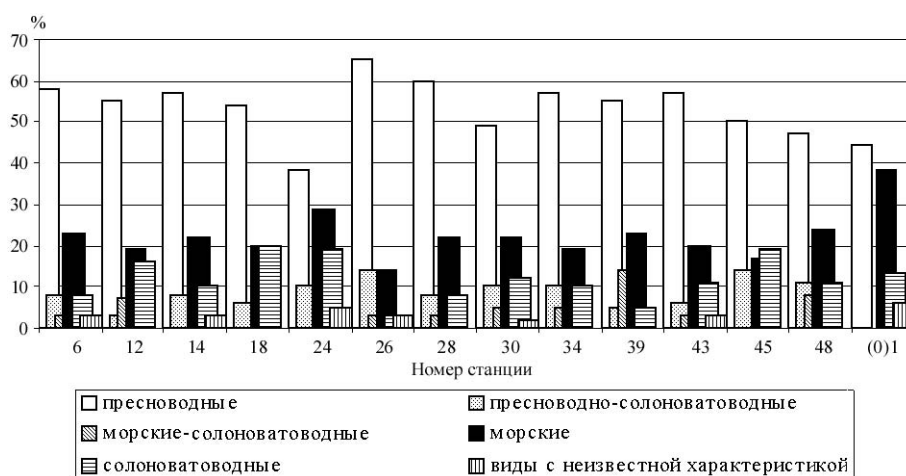


Рис. 2. Соотношение экологических групп фитопланктона лагуны Пильтун в июне–июле 1999 г.

Участок, наиболее подверженный влиянию охотоморских вод, расположенный на выходе из лагуны в море, отличался повышенной долей морских (до 38%) и морских солоноватоводных (более 10%) и отсутствием пресноводно-солоноватоводных видов. Доля последней группы видов, равно как и других переходных групп (солоноватоводных и морских солоноватоводных), в формировании видового состава была незначительна и не превышала 20% на станциях.

Значения биомассы и плотности клеток фитопланктона в лагуне сильно варьировали. Предельные величины плотности составляли 7,5–559 тыс. кл./л, биомассы – 6,7–480 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшая биомасса фитопланктона обнаружена в устьях рек Пильтун (480 мг/м<sup>3</sup>), Сабо (300 мг/м<sup>3</sup>), а также в северной пресноводной, мелководной части лагуны (221 мг/м<sup>3</sup>). На этих же участках акватории отмечена самая высокая плотность микроводорослей – 559 тыс. кл./л, 145 тыс. кл./л и 399 тыс. кл./л соответственно (рис. 3). В среднем значения количественных показателей в лагуне были незначительными и составляли 105,358 тыс. кл./л (по плотности) и 100,37 мг/м<sup>3</sup> (по биомассе).

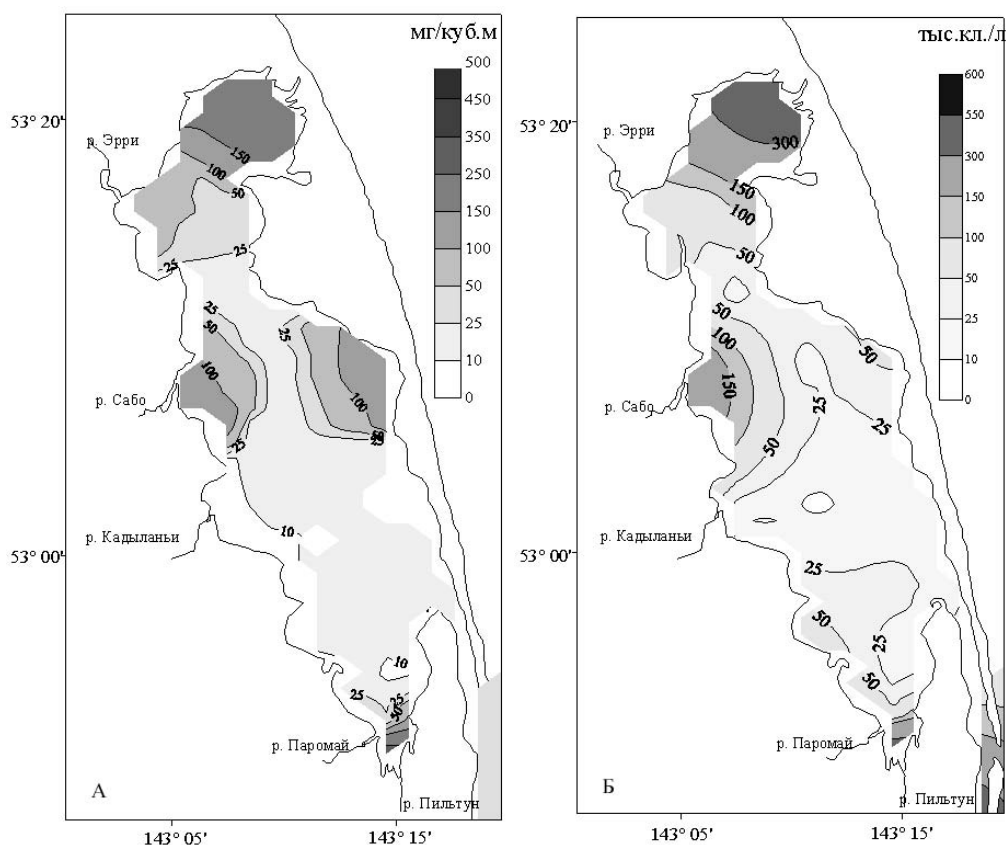


Рис. 3. Распределение биомассы, мг/м<sup>3</sup> (А), и численности, тыс. кл./л (Б), в лагуне Пильтун в июне–июле 1999 г.

В формировании биомассы фитопланктона основная роль принадлежала диатомовым, синезеленым, зеленым и криптофитовым. Наибольший вклад в биомассу микроводорослей на акватории лагуны вносили диатомовые водоросли (рис. 4, А). Практически на всех участках с максимальными значениями общей биомассы была велика доля диатомовых водорослей. В распределении водорослей трех других основных отделов фитопланктона имеются некоторые различия. Наибольшая биомасса криптофитовых микроводорослей была зафиксирована в северной, мелководной части лагуны, в водах южного

кута и в протоке на выходе в море. Максимальная биомасса синезеленых водорослей отмечена в северной мелководной и пресноводной части; зеленых – там же и в центральной части у восточного берега лагуны. По плотности на большей части акватории доминировали диатомовые водоросли, составляя от 25 до 93% от общей плотности фитопланктона. Лишь на некоторых участках преобладали зеленые (до 48%), синезеленые (до 66%), криптофитовые (до 50% от общей плотности фитопланктона) (рис. 4, Б). Доля водорослей других отделов (динофитовых, эвгленовых, золотистых) была незначительной.

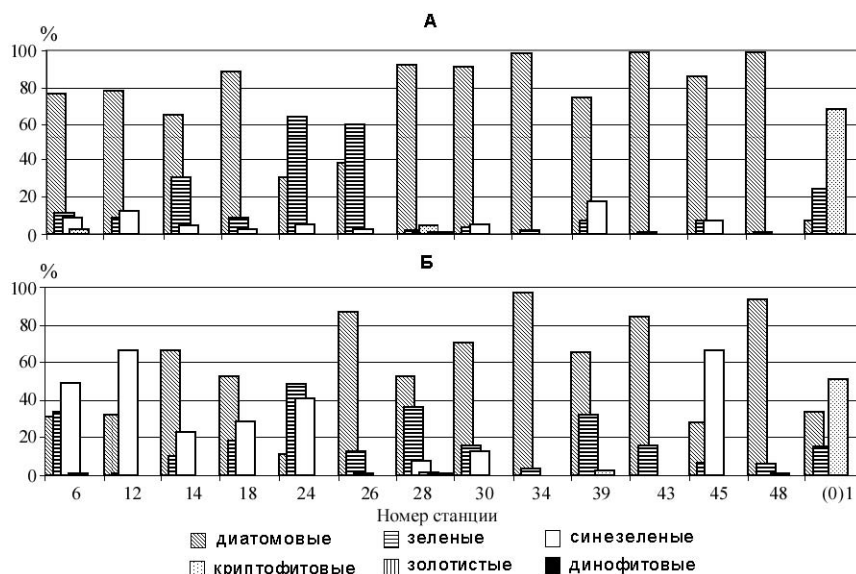


Рис. 4. Соотношение биомассы (А) и численности (Б) основных отделов фитопланктона лагуны Пильтун в июне–июле 1999 г. (% от общих значений)

На акватории отмечено доминирование по плотности клеток (при низкой биомассе) некоторых видов, вызывающих "цветение" в эвтрофированных водоемах. Из диатомовых водорослей доминировала солоноватоводная *Cylindrotheca closterium* Reim. et Lewin, доля которой в южной части лагуны составляла 20–56% от общей плотности фитопланктона. Среди синезеленых водорослей наряду с диатомовыми водорослями преобладали *Anabaena scheremetievii* Elenk. в северном пресноводном районе лагуны и *Anabaenopsis hadsonii* Woronich в центральной части у восточного берега водоема. Эти виды вызывают "цветение" пресных вод при эвтрофировании водоема (Водоросли, 1989). В центральной части лагуны доминировала по плотности зеленая водоросль *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb, которая, согласно литературным данным, характерна для эвтрофированных бухт (Коновалова и др., 1989). Считают, что развитие синезеленых водорослей до биомассы менее 250 мг/м<sup>3</sup> не приводит к биологическому загрязнению, ухудшающему качество вод (Водоросли, 1989). Максимальная биомасса синезеленых водорослей, отмеченная в северной части лагуны, составляла 20 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало умеренной вегетации, не сказывающейся отрицательно на экосистеме водоема. В лагуне отмечено развитие диатомовой водоросли *Cylindrotheca closterium*. Этот вид часто встречается в загрязненных или эвтрофных солоноватых водах (Коновалова и др., 1989). Также отмечено развитие диатомовой *Melosira moniliformis* (O. Müll.) Ag., которая может служить индикатором органического загрязнения (Водоросли, 1989).

В целом в водах лагуны Пильтун доминирующая роль по всем качественным и количественным показателям принадлежит диатомовым водорослям, что характерно для водоемов подобного типа (лагун, заливов, озер) о-ва Сахалин (Коптяева, 1964; Колганова, 1987; Колганова, Могильникова, 1999). Преобладание в качественном отношении

представителей диатомовых водорослей обусловлено, как известно, наибольшей пластичностью и приспособляемостью к солевому режиму в окружающей их водной среде (Коптяева, 1964; Водоросли, 1989). Как уже было указано, на отдельных участках доминировали по плотности, при низкой биомассе, синезеленые и зеленые водоросли. Преобладание по плотности синезеленых водорослей в летний период наряду с диатомовыми водорослями было отмечено в Ныйском заливе (Колганова, Могильникова, 1999).

Полученные нами высокие значения индекса Шеннона (5,51 по численности, 6,1 по биомассе) и показателя выравненности (4,15) позволяют говорить о сложной структуре фитопланктона лагуны, в которой выражено преобладание нескольких доминирующих видов. Это связано с различными условиями обитания, которые формируются в лагуне под действием сложной системы приливно-отливных явлений в совокупности с различными факторами среды: свет, соленость и т.д. Предположения о существовании нескольких фитопланктонных сообществ на акватории лагуны подтвердились расчетом индекса Шенера. На основе дендрограммы сходства фитопланктонных станций выделено три основных сообщества (рис. 5).

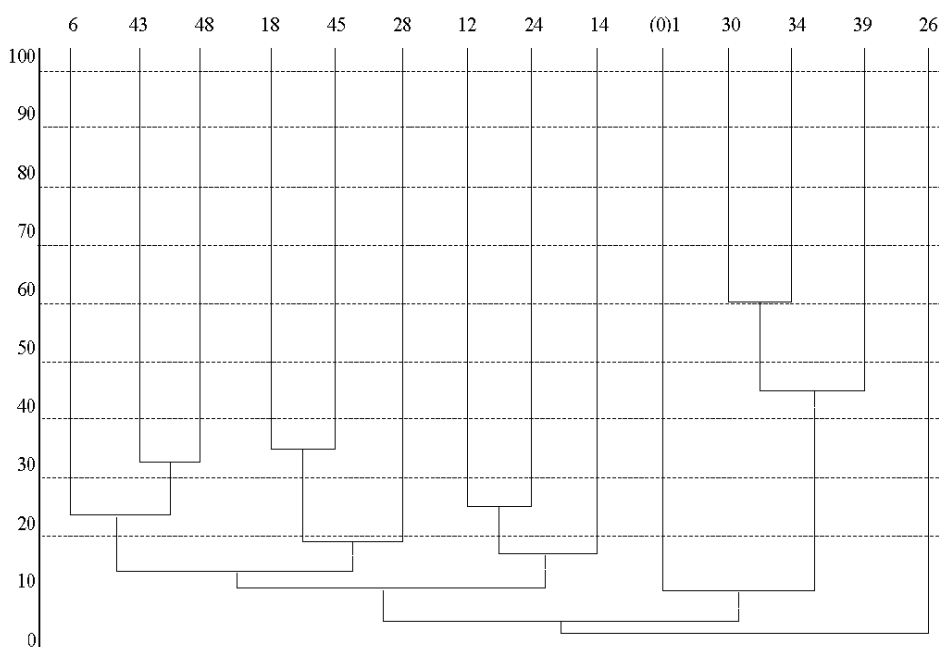


Рис. 5. Дендрограмма сходства фитопланктонных станций по индексу Шенера в лагуне Пильтун в июне-июле 1999 г.

На самом высоком уровне сходства выделено сообщество *Cylindrotheca closterium* (кластер № 30, 34, 39) (рис. 5). Сообщество располагается в южной части лагуны (рис. 6), в его состав входило 64 вида микроводорослей, большая часть из которых принадлежала водорослям отдела Bacillariophyta (47 видов). Они же вносили основной вклад и в биомассу сообщества (87% от общей биомассы сообщества). Средняя численность организмов составляла 37,957 тыс.кл./л; средняя биомасса – 18,7 мг/м<sup>3</sup>. В сообществе доминировала солоноватоводная диатомея *Cylindrotheca closterium* (18,739 тыс.кл./л; 7,1 мг/м<sup>3</sup>). Самым распространенным видом в сообществе была *Nitzschia longissima* (Bréb.) Ralfs (индекс плотности – 924,6). Кроме них в ядро сообщества входили еще 34 вида микроводорослей, совместно образующих биомассу 18,7 мг/м<sup>3</sup> (99,9%). Наибольшее значение (по биомассе, индексу плотности) среди характерных видов имели диатомовые водоросли *Navicula distans* W. Sm. и *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun.

На меньшем уровне сходства выделили сообщество *Podosira parvula* + *Melosira moniliformis* (кластеры 18, 45) (рис. 5). Оно располагалось в водах центральной части лагуны у западного берега в самой узкой части лагуны (рис. 6).

В состав сообщества входил 61 вид фитопланктона. Отдел диатомовых водорослей отличался наибольшим количеством видов (53 вида) и значительным вкладом в биомассу сообщества (92%). Средняя численность организмов составляла 13,922 тыс.кл./л; средняя биомасса – 14,0 мг/м<sup>3</sup>. В сообществе доминировали солоноватоводные диатомовые водоросли – *Podosira parvula* Makar. et Pr.-Lavr., *Melosira moniliformis* (составлявшие 0,384 и 0,184 тыс.кл./л; 2,6 и 2,5 мг/м<sup>3</sup> соответственно). Практически в ядро сообщества входил 61 вид микроводорослей, так как отсутствовала группа второстепенных видов второго порядка или случайных. Наибольшее значение среди характерных видов имели диатомовые водоросли *Navicula transitans* var. *derasa* Grun., *Navicula distans* и представитель синезеленых водорослей – *Anabaenopsis hadsonii*.

На невысоком уровне сходства выделено сообщество *Navicula peregrina* (кластеры № 43, 48) (рис. 5). Сообщество формировалось в устьях рек Сабо и Кадыланьи (рис. 6).

В состав сообщества входило 70 видов фитопланктона. По количественным характеристикам (количеству видов и биомассе) преобладали диатомовые. Средняя численность организмов составляла 154,227 тыс. кл./л; средняя биомасса – 77,0 мг/м<sup>3</sup>, это самые высокие значения по сравнению с значениями сообществ на других участках. В сообществе доминировала солоноватоводно-пресноводная диатомовая водоросль *Navicula peregrina* (Ehr.) Kütz. Плотность этого вида составляла 42,415 тыс. кл./л, биомасса – 12,2 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Кроме нее в ядро сообщества входили еще 58 видов микроводорослей, совместно образующих биомассу 111,8 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшее значение среди характерных видов (по биомассе и индексу плотности) имели диатомовые водоросли: *Melosira varians* Ag., *Rhicosphenia curvata*, *Melosira moniliformis*.

Для установления структурных характеристик микрофитоценозов лагуны Пильтун необходимо продолжить ряд наблюдений по сезонному развитию.

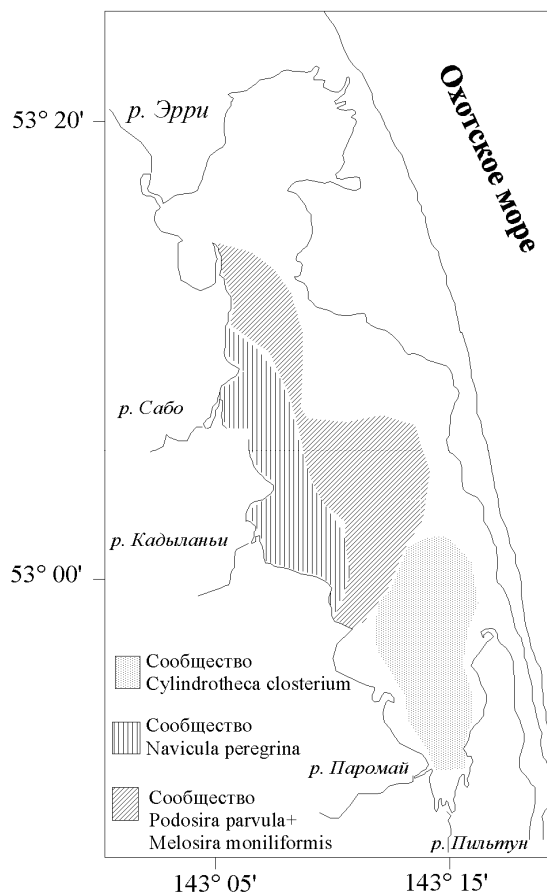


Рис. 6. Основные сообщества фитопланктона лагуны Пильтун в июне–июле 1999 г.

### Заключение

Фитопланктон лагуны Пильтун отличается значительной неоднородностью видового и количественного состава, что обусловлено особенностью гидрологии водоема, в частности совместным влиянием речных и морских вод.

Выявлено видовое богатство микроводорослей лагуны. В состав фитопланктона входили более 280 видов и внутривидовых таксонов, принадлежащих семи отделам.

В лагуне на большей части акватории преобладали пресноводные виды (38–65%), доля морских видов максимальна в проливе на выходе из залива в море (38%).

Численность фитопланктона в лагуне составляла от 7,5 до 559,0 тыс. кл./л (средняя – 105,368 тыс. кл./л), биомасса – от 6,7 до 480 мг/м<sup>3</sup> (средняя – 100,3 мг/м<sup>3</sup>). Наибольшее видовое богатство и высокие количественные показатели фитопланктона обнаружены в устьях крупных рек и в северной пресноводной, мелководной части залива. Уменьшение числа видов и других количественных характеристик микроводорослей отмечено в проливе на выходе из лагуны, где усиливается влияние морских вод.

В формировании биомассы фитопланктона основная роль принадлежит четырем отделам: диатомовым, синезеленым, зеленым и криптофитовым. Руководящая роль принадлежит диатомовым водорослям. В пространственном распределении максимальных значений биомассы основных групп фитопланктона имеются некоторые различия. Наибольшая биомасса диатомовых водорослей отмечена в устьях рек Пильтун, Сабо и в северной части лагуны. Самые высокие биомассы синезеленых и зеленых водорослей отмечены в северной части лагуны, криптофитовых – в северной части лагуны, в водах южного кута и в протоке на выходе в море.

Кроме диатомовых водорослей в число доминировавших по плотности видов при низкой биомассе входили несколько видов синезеленых и зеленых водорослей. Развитие синезеленых водорослей *Anabaena scheremetievii*, *Anabaenopsis hadsonii*, отмеченное в северной и центральной части лагуны у восточного берега, было умеренным, и не оказывало отрицательного воздействия на экосистему водоема. Отмечено развитие видов индикаторов загрязнения, эвтрофности вод: в центре лагуны – зеленой водоросли *Scenedesmus quadricauda*, диатомеи *Melosira moniliformis*, в южной части – солоноватоводной диатомеи *Cylindrotheca closterium*.

Выявлена пространственная неоднородность фитопланктона. Высокие значения индекса Шеннона позволяют говорить, что в структуре фитопланктона более равными долями представлено несколько доминирующих видов. Выделены три сообщества, характеризующие различные водные участки лагуны. Сообщество *Cylindrotheca closterium* – в водах южного кута лагуны (средняя биомасса – 18,674 мг/м<sup>3</sup>, средняя плотность – 37,957 тыс. кл./л). Самое значительное по количественным показателям – сообщество *Navicula peregrina*, сформированное в устьях рек Сабо и Кадыланьи (средняя биомасса – 77,0 мг/м<sup>3</sup>, средняя численность – 154,227 тыс. кл./л). Сообщество *Podosira parvula* + *Melosira moniliformis* – в водах центральной части лагуны и омывающих западный берег в самой узкой части (средняя биомасса – 14,0 мг/м<sup>3</sup>, средняя плотность – 13,922 тыс. кл./л). Во всех сообществах наибольшим видовым богатством обладают диатомовые водоросли. Основной вклад в общую биомассу сообществ вносили также диатомовые водоросли, составляя от 87 до 92%. Несмотря на преобладание количества пресноводных представителей фитопланктона в видовом составе, в выделенных сообществах доминирующими (по биомассе, индексу плотности) являются солоноватоводно-пресноводные, солоноватоводные виды.

Авторы благодарны за собранный материал участникам экспедиции сотрудникам СахНИРО – Е.М. Латковской, В.С. Лабаю, В.Д. Никитину, Н.В. Печеновой, Л.Ю. Гавриной, Н.Н. Тарасову и Экологической компании Сахалина – В.Б. Красавцеву и другим участникам. Авторы выражают искреннюю признательность В.С. Лабаю за помощь в работе при выделении сообществ и Д.Р. Радченко за помощь в подготовке иллюстраций.

### Литература

Бровко П.Ф. Формирование лагунных берегов дальневосточных морей в условиях умеренного климата // Бентос и условия его существования на шельфовых зонах Сахалина. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 4–19.



- Буруковский И.В., Столяров А.П. Особенности структурной организации макробентоса в биотопе с выраженным градиентом солености // Зоол. журн. 1995. Т. 74, № 2. С. 32–46.
- Водоросли: Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Киев: Наукова думка, 1989. 606 с.
- Колганова Т.Н. Сезонная характеристика планктона лагуны Буссе (залив Анива) // Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны водных, земельных и биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов: Тез. докл. III науч.-практ. конф. (27–28 марта). Южно-Сахалинск, 1987. С. 124–126.
- Колганова Т.Н., Могильникова Т.А. О фитопланктоне Ныйского залива в августе-сентябре 1996, 1997 гг. // Материалы XXXIII науч.-метод. конф. преподавателей ЮСГПИ (апрель, 1998 г.): Доклады. Часть 2. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 1999. С. 110–112.
- Кольцова Т.И. Определение объема и поверхности клеток фитопланктона // Биол. науки. 1970. № 6. С. 114–120.
- Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю., Паутова Л.А. Атлас фитопланктона Японского моря. Л.: Наука, 1989. 160 с.
- Коптяева Т.Ф. Фитопланктон Вавайских озер Южного Сахалина // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. М.: Изд-во МГУ, 1964. С. 141–153.
- Лабай В.С., Латковская Е.М., Печенева Н.В., Красавцев В.Б. Особенности структурной организации макробентоса в лагуне с выраженным градиентом абиотических факторов // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия. Материалы Международ. науч. конф. 3–7 сентября 2000 г. Томск: Изд-во НТЛ, 2000. С. 539–544.
- Макарова И.В., Пичкилы Л.О. К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона // Биол. журн. 1970. Т. 55, № 10. С. 1488–1494.
- Могильникова Т.А., Мотылькова И.В., Латковская Е.М. Летний фитопланктон Ныйского залива в условиях антропогенного загрязнения // Прибрежное рыболовство – XXI век: Тез. Международ. науч.-практ. конф. Южно-Сахалинск: Сахалин. обл. кн. изд-во, 2001. С. 74–75.
- Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979. 168 с.
- Shoener T.W. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats // Ecology. 1970. V. 51, N 3. P. 408–418.