

СЕЗОННАЯ И МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДОВОГО СОСТАВА ФИТОПЛАНКТОНА ЗАЛИВА АНИВА ОХОТСКОГО МОРЯ

М. С. Селина¹, И. В. Стоник¹,
Г. А. Кантаков², Т. Ю. Орлова¹

¹ Институт биологии моря ДВО РАН (Владивосток); ² Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)

ВВЕДЕНИЕ

Решение современных проблем обеспечения безопасности морепродуктов для здоровья человека, оценка рисков развития марикультуры и гидротехнического строительства позволило СахНИРО выполнить ряд актуальных исследований в заливе Анива Охотского моря. Здесь в период 2001–2002 гг. институт провел комплексное изучение сезонных и межгодовых изменений базовых трофических уровней экосистемы залива Анива, в том числе и фитопланктона, а также абиотических условий обитания морских организмов с борта научно-промыслового судна «Дмитрий Песков». В частности, одной из задач специализированного исследования морских микроводорослей стал регулярный на протяжении двух лет сбор данных о сезонной и межгодовой изменчивости видового состава фитопланктона залива Анива, определяемый динамикой водных масс, их изменениями. Цели настоящей статьи:

1) определение видового состава планктонных микроводорослей залива Анива за период 2001–2002 гг., их эколого-географических характеристик, сезонных колебаний численности, его сравнение с опубликованными работами;

2) анализ изменений указанных характеристик в сезонном и межгодовом аспектах;

3) получение предварительных данных о составе и уровне количественного развития опасных для здоровья человека и животных микроводорослей, известных как продуценты нейротоксинов, а также вызывающих вредоносные цветения воды («красные приливы»).

Новые данные о механизмах формирования изменчивости абиотических свойств, динамике вод и ее влиянии на флористические признаки водных масс залива Анива. Количественно и качественно океанографические исследования по заливу Анива представляют собой наиболее полный набор данных и опубликованных режимных обобщений в сравнении с другими районами дальневосточных морей РФ (Использованный материал..., 1998; Дмитриева, Ростов, 2004). По количеству выполненных станций залив Анива представляет собой

один из самых изученных районов Мирового океана, плотность произведенных океанографических измерений на акватории залива составляет порядка десятка тысяч станций (Пищальник, Климов, 1991). Обобщение накопленного материала позволило выявить среднемноголетний сезонный ход температуры, солености, плотности, растворенного кислорода и рН. Однако в ледовый период как океанографические, так и биологические характеристики вод, в частности фитопланктон, оставались до последнего времени неизученными. Кроме того, несмотря на наибольшую обеспеченность материалами первичных измерений среди других районов дальневосточных морей, вопросы происхождения и сезонной динамики свойств водных масс, переносимых течениями Западно-Сахалинским, Восточно-Сахалинским и Соя в проливе Лаперуза и прилежащих водах, представляли предмет оживленной дискуссии среди региональных океанографов (Danchenkov et al., 1999; Danchenkov, 2004).

Навигационно залив Анива является частью пролива Лаперуза (Лоция..., 1959). Через него и пролив Невельского, расположенный в северной части Татарского пролива, происходит водообмен между Японским и Охотским морями. Для задач настоящего исследования важным является тот факт, что поток через пролив Лаперуза полностью определяет формирование водообмена Охотского и Японского морей. Несомненным научным интересом в этой связи являлся вопрос о роли япономорских вод, поступающих в залив Анива и, отчасти, формирующих особенности его режима, типичного для субарктической акватории (Будаева и др., 1980; Nakata et al., 1999). Для выяснения сезонной динамики и расходов течений как в проливе Лаперуза, так и на южной границе залива Анива, СахНИРО провел ряд измерительных экспериментов потоков водных масс (Кантаков и др., 2002). Так, по данным СахНИРО, совпадающим с литературными источниками (Aota et al., 1998; Супранович и др., 2001), предосенний максимум интенсивности переноса через пролив Лаперуза составил 1,6 Sv, за вычетом приливной составляющей. В зимний период перенос япономорских вод через пролив Лаперуза в Охотское море уменьшается на порядок. Кроме того, в течение сезонного минимума разности между уровнями Охотского и Японского морей, достигаемого обычно в марте, отмечены залповые выбросы охотоморских водных масс в Японское море, обусловленные анемобарическими условиями над акваторией пролива (Kantakov, Shevchenko, 1999).

Следовательно, в заливе Анива представлены как охотоморские, так и япономорские воды, содержащие соответствующие флористические признаки и обе модифицируемые в результате как смешения, так и собственных сезонных изменений. Здесь смешение вод в заливе Анива мы определяем как взаимодействие двух течений: Восточно-Сахалинского и Западно-Сахалинского. Модифицированные япономорские воды в заливе также присутствуют, прежде всего, на его южной границе, и, отчасти, в его западной части, но не связаны с транзитом течением Соя. По новым данным, роль течения Соя в формировании свойств водных масс залива Анива не прослеживается, поскольку под влиянием течения Соя ряд авторов определяет подток в залив Анива япономорских вод, однако их источником является топографический апвеллинг в районе скалы Камень Опасности, не имеющий прямой связи с течением Соя (Kantakov, Samatov, 1996). Соответственно, меньше и интенсивность подтока япономорских вод в залив Анива, который не превышает 3% от сезонного максимума переноса в Охотское море через пролив Лаперуза. К новому пониманию о формировании режима абиотических условий вод залива Анива относится доказательство смены холодного промежуточного слоя (ХПС) не столько

в результате усиления подтока япономорских вод в юго-западной части залива Анива, сколько вследствие радикальной интенсификации Восточно-Сахалинского течения осенью, одновременного разрушения летнего квазиоднородного слоя, сезонного усиления воздействия атмосферы на океан в исследуемом районе (см. статью Будаевой и др. в наст. сб.). Выявленные новые режимные свойства вод и причины их сезонных изменений, основанные на новых данных, позволят рассматривать абиотические причины изменчивости фитопланктонных сообществ залива Анива в обновленном ракурсе.

Отдельным вопросом в режимной характеристике залива Анива является пресный баланс и, соответственно, его влияние на формирование фитопланктонных сообществ залива. Неритическое сообщество фитопланктона в статье затрагивается, но, с учетом батиметрического расположения станций сбора материала (табл. 1), легшего в основу предлагаемой работы, определение влияния речного стока и водообмена лагуны Буссе на формирование видового состава фитопланктона залива Анива вынесено за рамки предлагаемой статьи и требует специализированного сбора данных. Отметим в этой связи важность оценки влияния формирующихся, транзитных и тающих морских льдов на фитопланктонное сообщество залива Анива, что также является темой отдельного исследования и не затрагивается в предлагаемой работе.

Таблица 1

Индексы станций, координаты, горизонты отбора проб фитопланктона, глубины мест в период сбора материала с борта НПС «Дмитрий Песков» в 2001–2002 гг.

Индекс станции (номенклатура Пишальник, Климов, 1991)	Широта, N (град., мин.)	Долгота, E (град., мин.)	Горизонты отбора проб, м	Глубина места, м
1-1-1*	46°32'	143°15'	0, 12	19
1-1-5	46°32'	142°26'	0, 10, 20	21
1-2-7	46°21'	142°33'	0, 10, 30	44
1-2-9	46°21'	143°06'	0, 30, 50, 70	72
1-4-18	46°02'	142°13'	0, 10, 25	28
1-4-21	46°02'	142°55'	0, 30, 50, 95	97
1-4-23	46°02'	143°14'	0, 30, 50, 95	96

**Далее по тексту и рисункам статьи индексы станций указаны по последней цифре.*

Краткая история исследований фитопланктона залива Анива. Первые сведения о видовом составе фитопланктона залива Анива в отечественной научной литературе представлены работой И. А. Киселева (1947) при исследовании фитопланктона в качестве индикатора гидрологического режима в районе м. Анива и пролива Лаперуза. Им было отмечено, что в этом районе обитали как тепловодные, свойственные Японскому морю, так и арктические виды микроводорослей из Охотского моря. Наиболее полные сведения о фитопланктоне залива Анива были получены в результате Курило-Сахалинской экспедиции 1947–1949 гг. (Киселев, 1959а, б). Сборы охватывали летний гидрологический сезон (июль–сентябрь). В результате был составлен список микроводорослей планк-

тона, дана эколого-географическая характеристика флоры, приведены характерный комплекс доминирующих видов, проанализированы количественное распределение фитопланктона на акватории залива и указаны средние значения численности и биомассы фитопланктона. Небольшие флористические исследования фитопланктона были проведены в лагуне Буссе в восточной части залива Анива, по результатам которых был составлен список микроводорослей и дана визуальная количественная оценка встреченных видов (Довгаль, 1973; Рура, 1985). В этом же районе в периоды 1973–1975 гг. и 1979–1981 гг. проводилось изучение планктона как кормовой базы приморского гребешка. В результате исследования преимущественно сетного фитопланктона были установлены общее число обнаруженных видов, пространственные и сезонные изменения видового состава, комплексы доминирующих видов и количественные характеристики фитопланктона (Колганова, 1980; Колганова, Хрушкова, 1987). Эти исследования отражали специфику лагуны Буссе, мелководной, закрытой бухты и лишь в общих чертах объясняли особенности функционирования сообщества микроводорослей планктона самого залива Анива. В мае 1985 и 1986 гг. был изучен сетной фитопланктон Татарского пролива и юго-восточного Сахалина, в том числе залива Анива (Федотова, Колганова, 1987), что позволило установить общее число видов на исследованной акватории и доминирующие виды залива Анива. В результате многолетних исследований фитопланктона в конце XX века у охотоморского побережья Сахалина, в том числе и в заливе Анива (июль, сентябрь), были составлены список новых для Охотского моря таксонов и аннотированный список микроводорослей с указанием их количественных характеристик (Селина, Орлова, 2001; Орлова и др., 2004). Также флористический список микроводорослей был дополнен в результате изучения цист динофлагеллят из современных поверхностных осадков шельфа дальневосточных морей России, в том числе из залива Анива (Orlova et al., in press).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалами настоящего исследования послужили 230 батометрических и 14 сетных проб, собранных в апреле, июне, августе, октябре и ноябре 2001 г. и в январе, апреле, июне, августе и ноябре 2002 г. на семи стандартных (Пищальник, Климов, 1991) океанографических станциях в заливе Анива. Расположение станций и горизонтов отбора проб не менялись на протяжении серии из 10 экспедиций, проведенных в период 2001–2002 гг. Батометрические пробы объемом 1 л отбирали с промежуточных и придонных горизонтов с помощью системы Rossette, входящей в состав океанографического измерительного зонда ICTD FSI. Максимальная глубина в районе исследований составляла 105 м. С поверхности пробы отбирались пластиковым ведром.

Индексы станций, их координаты, горизонты отбора проб на фитопланктон, глубина мест пробоотбора представлены в таблице 1.

После отбора воды один литр пробы фиксировали раствором Утермеля и концентрировали методом осаждения (Федоров, 1979). Идентификацию микроводорослей проводили под световым микроскопом Olympus B40 в течение двух–трех месяцев после отбора проб. Для детального исследования теки динофлагеллят содержимое клетки отделяли от панциря с помощью 5%-ного раствора гипохлорита натрия и окрашивали пустые панцири специальным красителем, содержащим йод (Коновалова, 1998). В некоторых случаях клетки динофлагеллят окрашивали Calcofluor White M2R и исследовали под люминесцентным мик-

роскопом POLIVAR Olympus. Для идентификации диатомовых водорослей использовали трансмиссионный электронный микроскоп JEOL T-100. Отделы микроводорослей расположены по системе, принятой в работе Г. В. Коноваловой и др. (1989). Виды внутри отделов расположены в алфавитном порядке.

При проведении экологического анализа выделяли группировки пелагических, бентических и пресноводных видов. Для пелагической группировки использовали классификацию фитопланктона по приуроченности к определенным типам биотопов и выделяли океанические, неритические и панталассные виды (Киселев, 1969). В группировку бентических были включены виды, обитающие в бентосе, и тихопелагические виды. При проведении географического анализа использовали типы ареалов, установленные для фитопланктона Тихого океана на основе различий в широтно-зональном распространении видов (Фитопланктон, 1967; Семина, 1974).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Видовое разнообразие. За период исследования в заливе Анива были обнаружены 206 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей (см. табл. 1). Наиболее богато были представлены отделы Bacillariophyta (97 видов и внутривидовых таксонов) и Dinophyta (93). Остальные отделы были менее разнообразны: Cyanophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Euglenophyta и Chlorophyta включали по четыре вида каждый, а Raphidophyta – один вид (табл. 2). Среди диатомовых водорослей наиболее богаты видами были роды *Chaetoceros* (22) и *Pseudo-nitzschia* (9). Среди динофлагеллят наиболее богаты видами были роды *Protoperdinium* (17), *Gymnodinium* (8) и *Dinophysis* (7).

Впервые в Охотском море были обнаружены один вид диатомовых, пять видов динофлагеллят и два вида зеленых водорослей (см. табл. 2). В течение года видовой состав микроводорослей существенно изменялся, и только 32 вида микроводорослей были встречены в планктоне в течение всего периода наблюдений (см. табл. 2). Наиболее разнообразным (143 вида и внутривидовых таксонов) фитопланктон был в летний период, когда были отмечены представители всех восьми отделов микроводорослей (табл. 3). Минимальное видовое богатство было зарегистрировано зимой (52 вида и внутривидовых таксонов). Только весной в планктоне по числу видов преобладали диатомовые водоросли, на долю которых приходилось 48% от общего числа видов. В остальное время года в сообществе микроводорослей наиболее разнообразно были представлены динофитовые водоросли, составляющие 48–52% от общего числа видов (см. табл. 3). Массового развития (100–500 тыс. кл./л) достигали семь видов диатомовых, по два вида криптоноад и динофитовых водорослей (см. табл. 2). Наблюдались значительные межгодовые различия в развитии отдельных видов микроводорослей. Так, в 2001 г. массовое развитие было отмечено весной и летом у шести видов, а осенью – у двух видов микроводорослей. В 2002 г. весной массового развития не достигал ни один вид, летом в массе были отмечены четыре вида, а осенью – один вид микроводорослей (см. табл. 2). Таким образом, в 2001 г. было отмечено 16 случаев массового развития микроводорослей, в то время как в 2002 г. – только четыре таких случая. Из пяти зарегистрированных случаев «цветения» воды два были отмечены в 2001 г. и три случая – в 2002 г. В первый год они были обусловлены интенсивным развитием в августе синезеленой *Synechococcus* sp. и диатомовой *Pseudo-nitzschia* cf. *calliantha*, во второй – диатомовыми *Pseudo-nitzschia americana*, *Chaetoceros socialis* и *Skeletonema costatum* в ноябре.

Таблица 2

Список водорослей планктона залива Анива (2001 и 2002 гг.)

Примечания: 0 – вид отсутствует; 1 – численность менее 1 тыс. кл./л; 2 – 1–10 тыс. кл./л; 3 – 10–100 тыс. кл./л; 4 – 100–500 тыс. кл./л; 5 – 500 тыс. – 1 млн. кл./л; 6 – более 1 млн. кл./л.

Эк./Х – экологическая характеристика: Н – неритический; О – океанический; П – панталассный; ЛН – ледово-неритический; ПР – пресноводный; б – бентический.

Гео./Х – географическая характеристика: АБ – аркто-бореальный; Б – бореальный; ТБ – тропическо-бореальный; ТАБ – тропическо-аркто-бореальный; Т – тропический; К – космополит; БИП – биполярный.

* – вид новый для Охотского моря; С – обнаружены споры этого вида; ? – характеристика не ясна. Через тире указаны годы сбора (левая цифра – 2001 г.; правая цифра – 2002 г.).

	Эк./Х	Гео./Х	I	IV	VI	VIII	X	XI
CYANOPHYTA								
<i>Anabaena</i> sp.	–	–	–	1	–	2	1	–
<i>Aphanothece</i> sp.	–	–	–	3	1	–	–	–
<i>Nodularia</i> sp.	–	–	–	–	0	1	0	0
<i>Synechococcus</i> sp.	–	–	0	0	0	6	0	–
CHRYSOPHYTA								
<i>Chrysochromulina</i> sp.	–	–	0	0	2	2–2	0	0
<i>Distephanus speculum</i> (Ehrenberg) Haeckel	О	К	0	1–1	1–1	1–2	2	3–2
<i>Dinobryon balticum</i> (Schutt) Lemmermann	Н	Б	0	0	2	0	0	0
<i>Ebria tripartita</i> (Schutt) Lemmermann	Н	Б	1	0	0	1	0	1–1
BACILLARIOPHYTA								
<i>Amphiprora</i> sp.	–	–	0	1	1	0	0	0
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	Н	К?	0	0	0	1	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	Н	К	0	0	0	0	0	1–1
<i>Asterionellopsis kariana</i> (Grunow) Round	–	0	0	0	0	2	0	0
<i>Attheya longicornis</i> Crawford et Gardner	–	0	0	0	0	0	0	1–1
<i>Aulacosira</i> sp.	–	0	0	1	0	0	0	0
<i>Bacteriastrum furcatum</i> Schadbolt	О	ТБ	0	0	0	0	2	2
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder	Н	Т	0	0	0	0	1	1
<i>Bacterosira bathyomphala</i> (Cleve) Syvtsen et Hasle	Н	АБ	0	0	0	0	0	1
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck	Н	ТБ	0	1	1	0	0	0
<i>Campylodiscus fastuosus</i> Ehrenberg	–	0	–	1	1	0	0	0
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	Н	ТБ	0	0	0	0	1	2
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	Н	ТБ	0	0	0	3	0	0
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve	О	К	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetoceros brevis</i> Schüt	Н	К	0	2	2	0	0	0
<i>Chaetoceros cinctus</i> Gran	Н	АБ	0	0	0	0	0	1С
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	Н	ТАБ	0	0	0	2	4	2–2
<i>Chaetoceros concavicornis</i> Mangin	П	АБ	1	2–1	2–1	1	1	0
<i>Chaetoceros convolutus</i> Castracane	П	К	0	1	1	0	0	1

<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	H	K	0	0	0	3	0	0
<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran	H	ТАБ	0	1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve	Π	ТАБ	0	0	0	1	0	0
<i>Chaetoceros diadema</i> (Ehrenberg) Gran	H	K	0	1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros debilis</i> Cleve	H	ТАБ	0	1-1C	1	0	2	3
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	Π	K	0	0	0	0	0	2-1
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg	H	ТБ	1C	0	0	2	0	1
<i>Chaetoceros furcellatus</i> Bailey	H	АБ	0	1C	0	0	0	0
<i>Chaetoceros karianus</i> Grunow	-	АБ	0	0	0	0	0	2
<i>Chaetoceros mitra</i> (Bailey) Cleve	H	АБ	0	1	1	0	0	0
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell	Π	K?	0	1	1	0	0	0
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> Ostensfeld	H	АБ	0	3	0	0	0	0
<i>Chaetoceros radicans</i> Schutt	H	K	0	0	0	0	3C	1-1
<i>Chaetoceros salsugineus</i> Takano	H	АБ?	0	2	2	0	0	0
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	H	K	0	0	0	2	2	3-6
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	Б	K	1	1	2	1	1	0
<i>Corethron criophilum</i> Castracane	Π	K	2	1-2	1	3	1	1-1
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehrenberg	Π	АБ	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg	Π	ТАБ	0	0	0	1	0	0
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	Π	K	0	0	1	0	0	0
<i>Cyclotella caspia</i> Grunow	H	-	2	1	1	0	0	1
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann et Lewin	H	K	1	4-1	4-2	2-2	2	2-2
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	H	K	0	0	0	3-2	2	3-2
<i>Detonula confervacea</i> (Cleve) Gran	H	АБ	0	1	0	0	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow	H	ТБ	0	0	0	0	1	1-1
<i>Eucampia groenlandica</i> * Cleve	-	АБ?	0	0	0	2	0	0
<i>Fragilaria striatula</i> Lyngbye	Πp	-	0	0	0	2	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	Πp	-	0	2	0	0	0	0
<i>Fragilariopsis oceanica</i> (Cleve) Hasle	H	АБ	0	1	1	2	0	0
<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle	H	K	0	0	0	0	2	0
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	Π	ТБ	0	0	0	2	2	4-2
<i>Gyrosigma fasciola</i> Ehrenberg	б	K	1	1	1	0	0	1-1
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow	H	Т	0	0	0	1	2	1-2
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	О	Т?	0	0	0	1	0	0
<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	-	ТБ?	0	0	0	1	0	0
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	H	ТБ	0	2	2-1	1-1	2	1-3
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	H	ТАБ	0	3	3-3	0	0	1
<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh	б	K	1	1	1	1-2	2	2-2
<i>Melosira moniliformis</i> (Muller O. F.) Agardh	б	-	1	0	0	0	0	0
<i>Navicula directa</i> (W. Smith) Ralfs	-	-	2	0	0	0	0	1-1
<i>Navicula distans</i> (W. Smith) Ralfs	-	-	0	0	0	0	0	1
<i>Navicula granii</i> (Jorgensen) Gran	ЛН	АБ	2	0	0	0	0	0
<i>Navicula septentrionalis</i> (Grunow) Gran	ЛН	АБ	0	3	0	0	0	0
<i>Navicula transitans</i> var. <i>derasa</i> (Grunow) Cleve	-	-	1	0	1	0	0	1
<i>Navicula transitans</i> var. <i>derasa</i> f. <i>delicatula</i> Heimdal	-	-	1	1-1	1-1	1-1	2	1
<i>Navicula vanhoffenii</i> Gran	ЛН	АБ	0	2	2	0	0	0

<i>Neodelphineis pelagica</i> * Takano	ЛН	АБ	0	2	2	0	0	0
<i>Neodenticula seminae</i> (Simonsen et Kanaya) Akiba et Yanagisawa	П	ТБ	0	0	0	1	0	0
<i>Nitzschia longissima</i> (Brebisson) Ralfs	-	-	0	1	1	0	0	0
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh	Н	ТАБ	1	1-1	1-1	1	1	1
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i> (Grunow) Hasle, von Stosch, & Syvertsen	-	К	0	2	0	0	0	0
<i>Pleurosigma formosum</i> Smith W.	Н?	К	0	3	0	0	0	0
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstrom	П	К	0	0	0	0	1	0-1
<i>Pseudo-nitzschia americana</i> (Hasle) Fryxell in Hasle	Пр	-	1	2-2	2-1	1	0	2-5
<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>calliantha</i> Lundholm, Moestrup et Hasle	-	-	0	2	0	5-2	2	3
<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>caciantha</i> Lundholm, Moestrup et Hasle	-	-	0	0	0	0	0	2-4
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (P. T. Cleve) Heiden in Heiden et Kolbe, 1928	Н	ТБ	0	0	0	0	0	2-3
<i>Pseudo-nitzschia fraudulenta</i> (Cleve) Hasle	-	-	0	0	0	0	0	2
<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>multistriata</i> Takano	-	-	0	0	0	0	0	2
<i>Pseudo-nitzschia multiseriata</i> (Hasle) Hasle	-	АБ	0	0	0	0	0	3
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow) Hasle	П	АБ	0	1	1	3-2	3	3-3
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (P. T. Cleve) H. Peragallo f. <i>seriata</i>	-	-	0	0	0	0	0	2
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hebetata</i> (Bailey)	П	К	0	2	2-1	1	0	0
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>Semispina</i> (Hensen) Gran	Н	ТБ	0	1	0	2	0	0
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	Н	К	1	1-1	1-1	2-3	2	1-3
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	Н	К	0	2	0	4	2	2-5
<i>Stephanopyxis nipponica</i> Gran & Yendo	Н	АБ	0	0	0	0	1	0
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff	П	ТБ	0	1	1	2	2	2
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	П	ТАБ	3	2-2	2-1	2-4	2	2-3
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	П	АБ	0	0	0	1	0	0
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i> (A. Schmidt) G. Fryxell et Hasle	Н	ТАБ	0	2	2	0	0	0
<i>Thalassiosira curviseriata</i> Takano (D=15mkm)	-	0	1	0	0	2	0	2
<i>Thalassiosira gravida</i> Cleve (D=60 mkm)	П	БИП	1	1	1	0	0	1-1
<i>Thalassiosira hyalina</i> (Grunow) Gran	Н	АБ	0	4	0	0	0	0
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cleve	Н	АБ	1	2-2	2	1	1	1
<i>Thalassiosira punctigera</i> (Castracane) Hasle	Н	0	0	0	0	0	0	2-1
<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier	Н	БИП	0	0	0	0	0	2

CRYPTOPHYTA

<i>Chroomonas salina</i> (Wisl.) Butcher	-	-	0	0	0	1	0	0
<i>Cryptomonas acuta</i> Butcher	Н	-	1	2	2	2-1	0	1-1
<i>Plagioselmis prolunga</i> Butcher	-	Б	2	4-3	4-4	4-3	2	2-2
<i>Plagioselmis punctata</i> Butcher	Пр	-	0	4-2	4	3	0	0

DINOPHYTA

<i>Acradina pulchra</i> Lohmann	H	ТБ	0	0	0	1	0	0
<i>Actiniscus pentasterias</i> * Ehrenberg	-	К?	0	0	0	0	0	1
<i>Akashiwo sanguinea</i> (Hirasaka) G. Hansen et Moestrup	H	-	0	1	1	2-2	0	1
<i>Alexandrium acatenella</i> (Whedon et Kofoid) Balech	H	0	0	0	1-2	0	0	0
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i> (Biecheler) Horiguchi ex Yuki & Fukyo	H	-	0	0	0	0	1	0
<i>Alexandrium ostenfeldii</i> (Paulsen) Balech et Tangen	H	-	0	0	1	0	0	0
<i>Alexandrium tamutum</i> Montresor, Beran et John	П?	К?	0	0	1	1	0	0
<i>Alexandrium tamarensis</i> (Lebour) Balech	H	-	0	2-0	3-3	0	1?	0
<i>Amphidinium acutissimum</i> Schiller	-	ТБ	0	0	0	1	0	0
<i>Amphidinium crassum</i> Lohmann	H	-	0	1	0	0	0	0
<i>Amphidinium cf. fusiforme</i> Martin	-	-	1	2	2	2-2	2	1-1
<i>Amphidinium cf. larvale</i> Lindemann	-	-	0	2	2	2	2	1
<i>Amphidinium longum</i> Lohman	H	Б	0	2	0	0	0	0
<i>Amphidinium sphaenoides</i> Wulff	О	АБ	0	1	1-1	1	0	0
<i>Amylax triacanta</i> (Jorgensen) Sournia	H	АБ	0	0	2	1	1	0
<i>Ceratium arcticum</i> (Ehrenberg) Cleve	О	АБ	1	0	0	1	0	1
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin	О	К	1	1	0	2-2	1	1-1
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparede & Lachmann	П	К	0	0	0	1-1	0	0
<i>Ceratium longipes</i> (Bailey) Gran	О	АБ	0	0	0	1-1	1	1
<i>Cochlodinium pulchellum</i> Lebour	-	-	0	0	0	0	0	1
<i>Cochlodinium helicoides</i> Lebour	-	-	0	0	0	0	0	1
<i>Cochlodinium</i> sp.	-	-	0	1	1	0	0	1
<i>Dicroerisma pylonereia</i> Taylor et Cattell	-	-	1	1-1	1-1	1-2	1	1-1
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	О	К?	-	1	1	0	0	0-1
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparede et Lachmann	H	К	1	1-1	1	1-1	1	1-1
<i>Dinophysis acuta</i> Ehrenberg	H	БИП	0	1	1-1	1-1	1	1-1
<i>Dinophysis forthii</i> Pavillard	H?	ТБ	0	0	0	0	1	1-1
<i>Dinophysis infundibulus</i> Schiller	H?	-	0	0	0	0	0	1
<i>Dinophysis norvegica</i> Claparede et Lachmann	H	АБ	0	0	0	0	1	0
<i>Dinophysis rudgei</i> (Murray et Whitting) Abe	-	ТБ	1	0	1	0	0	0
<i>Dinophysis rotundata</i> Claparede et Lachmann	О	К	1	1	1	1-1	0	1-1
<i>Dissodinium pseudolunula</i> Swift ex Elbrächter et Drebes	H	Б	0	0	0	0	1	0
<i>Fragilidium mexicanum</i> * Balech	-	-	0	1	1	0	0	0
<i>Gonyaulax alaskensis</i> Kofoid	-	-	0	0	0	1	0	1-1
<i>Gonyaulax diegensis</i> Kofoid	H	ТБ	1	0	0	0	0	0
<i>Gonyaulax digitale</i> (Pouchet) Kofoid	H	ТБ	0	0	1	2	1	1
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparede et Lachmann) Diesing	H	К?	0	0	1	1-2	0	0
<i>Gonyaulax verior</i> Sournia	-	-	0	0	0	1	1	0
<i>Gymnodinium agiliforme</i> Schiller	H	ТБ	2	2-2	3-2	2-1	1	1-1

<i>Gymnodinium blax</i> Harris	H?	–	1	3–3	3	2–2	1	1–2
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>elongatum</i> Hope	–	–	0	2–1	2	2	1	0
<i>Gymnodinium galeatum</i> Larsen	–	–	2	2	3–3	3–2	3	1–2
<i>Gymnodinium simplex</i> (Lohman) Kofoid et Swezy	H	–	2	4–1	3–3	4–1	3	1
<i>Gymnodinium</i> sp.	–	–	0	0	0	0	1	0
<i>Gymnodinium wulfii</i> Schiller	H	Б	2	2–2	2–3	1–2	1	1–1
<i>Gyrodinium falcatum</i> * Kofoid et Swezy	–	–	0	1	1	0	0	0
<i>Gyrodinium nassutum</i> (Wulff) Schiller	–	Б	0	2	0	0	0	0
<i>Gyrodinium lachryma</i> (Meunier) Kofoid et Swezy	O	АБ	1	2–2	2–1	1–1	0	1
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid et Swezy	H?	ТАБ	1	2–1	2–2	1–1	2	2
<i>Gyrodinium pingue</i> Kofoid et Swezy	H	К	1	0	1	0	0	0
<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kofoid et Swezy	–	К	0	2	1–2	1–1	1	1
<i>Heterocapsa</i> aff. <i>arctica</i> Horiguchi	–	–	0	0	1	0	0	0
<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohman) Hansen	H	ТБ	2	4–3	4–3	2–2	3	1–2
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenbergh) Stein	H	Б	0	2	3–3	2–1	0	0
<i>Karenia brevis</i> (Davis) G. Hansen & Moestrup = <i>Gymnodinium breve</i> Davis	–	–	0	0	0	0	1	0
<i>Karenia mikimotoi</i> (Miyake et Kominami ex Oda) G. Hansen et Moestrup = <i>G. mikimotoi</i> Miyake, Kominami et Oda	H	–	0	1	1	0	0	0
<i>Katodinium glaucum</i> (Lebour) Loeblich	O?	Т	1	2–2	2–2	2–2	1	1–1
<i>Katodinium</i> cf. <i>fungiforme</i> (Anissimova) Loeblich	–	–	0	0	0	2	1	0
<i>Minuscula bipes</i> (Paulsen) Lebour (= <i>Protopteridinium bipes</i> (Paulsen) Balech)	H	АБ	0	0	1–2	1–1	0	0
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid et Swezy	H?	К	0	0	0	1	0	0
<i>Oblea rotundata</i> Balech ex Sourmia	O	–	0	0	1	1–2	1	1–1
<i>Oxytoxum caudatum</i> Shiller	O	ТБ	0	1	1–2	1	1	0
<i>Oxytoxum sceptrum</i> Stein (Schroder)	O	Т	0	1	1	1	0	1–1
<i>Oxytoxum sphaeroideum</i> Stein	O	Т	0	1	2–2	0	0	0
<i>Oxytoxum</i> cf. <i>variabile</i> Shiller	O	Т	0	1	1	2–1	1	0
<i>Polykrikos schwartzii</i> * Butscher	–	ТБ	0	0	1	0	1	1–1
<i>Pronoctiluca pelagica</i> Fabre-Domer	–	К?	0	2	2	0	0	0
<i>Protopteridinium brevipes</i> (Paulsen) Balech	H	К	1	1	2	1–2	0	1–1
<i>Protopteridinium conicum</i> (Gran) Balech	H	К	1	0	0	0	0	0
<i>Protopteridinium conicoides</i> (Paulsen) Balech	H	К	0	0	0	1	0	0
<i>Protopteridinium claudicans</i> (Paulsen) Balech	H	ТАБ	0	0	0	1	0	0
<i>Protopteridinium crassipes</i> (Kofoid) Balech	O	–	1	0	0	1	0	0
<i>Protopteridinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech	H	К	0	0	0	0	0	1
<i>Protopteridinium granii</i> (Ostfeldii) Balech	H	–	0	0	1	1	0	1
<i>Protopteridinium leonis</i> (Pavillard) Balech	H	К	0	0	0	0	1	0

<i>Protoperidinium minutum</i> (Kofoid) Loeblich	H	-	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium marukawai</i> (Abe) Balech	H	-	1	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium oceanicum</i> (Vanhoffen) Balech	Π?	K	0	0	0	0	1	0
<i>Protoperidinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech	Π	K	0	0	0	1	0	1
<i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh	H	K	1	1	1	2-1	1	1-1
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jorgensen) Balech	H	K	0	0	0	0	1	1
<i>Protoperidinium thorianum</i> (Paulsen) Balech	H	-	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium subinerme</i> (Paulsen) Balech	H?	-	0	0	0	0	0	1
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich	H	K	1	0	2	2	1	1-1
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld) Dodge	H	ТБ?	1	1	1-1	1	0	0
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	H	ТБ	0	0	0	0	0	1-2
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) Schiller	H	-	1	2-1	2-1	2-2	2	0
<i>Prorocentrum triestinum</i> Shiller	H	ТБ	0	0	0	1	0	0
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich	H	K	0	0	2	1-2	0	1
<i>Spatulodinium pseudonoclituca*</i> (Pouchet) Cachon & Cachon ex Loeblich & Loeblich	-	-	0	0	0	1	0	0
<i>Torodinium robustum</i> Kofoid et Swezy	-	-	1	1-1	1-1	1-1	1	1-1
<i>Scrippsiella</i> sp.	-	-	0	0	2	0	0	0
<i>Warnowia</i> sp.	-	-	0	1	2	1-1	1	1

RAPHIDOPHYTA

<i>Heterosigma akashiwo</i> (Hada) Hada	H?	-	0	0	1	2-1	0	0
---	----	---	---	---	---	-----	---	---

EUGLENOPHYTA

<i>Eutreptiella braarudii</i> Throndsen	-	-	0	2	2	0	0	0
<i>Eutreptiella gymnastica</i> Throndsen	-	-	0	0	0	0	0	0
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	-	-	0	0	1	1	1	0
<i>Euglena</i> sp.	-	-	0	0	0	1	1	0

CHLOROPHYTA

<i>Pterosperma undulatum*</i> Ostenfeld	Π?	-	1	0	1	1	0	1
<i>Pterosperma citrifforme*</i> Parke	-	-	0	0	0	2	0	0
<i>Pterosperma</i> aff. <i>vanhoffenii</i> (Jorgensen) Ostenfeld	-	-	1	0	0	0	0	0
<i>Pyramimonas</i> sp.	-	-	0	1	1-1	1	1	2

Таблица 3

Видовая структура фитопланктона и ее изменения в течение года

Таксон / Число видов	Весь период исследования	Зима	Весна	Лето	Осень
Весь фитопланктон	211	52	96	142	119
Синезеленые	4	0	2	4	1
Золотистые	4	1	2	4	2
Диатомовые	97	20	46	54	50
Криптомонадовые	4	2	3	4	2
Динофитовые	93	27	41	69	61
Рафидофитовые	1	0	0	1	0
Евгленовые	4	0	1	3	1
Зеленные	4	2	1	3	2

В заливе Анива за исследованный период было зарегистрировано 16 потенциально токсичных видов. Это диатомовые *Pseudo-nitzschia multiseries*, *P. pungens*, *P. seriata*, динофитовые *Alexandrium acatenella*, *A. tamarense*, *A. pseudogonyaulax*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. fortii*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *Karenia brevis* (= *Gymnodinium breve*), *Karenia mikimotoi* (= *G. mikimotoi*), *Prorocentrum minimum* и рафидофитовая *Heterosigma akashiwo*. Эти виды в заливе были обнаружены преимущественно в незначительных количествах. Среди них относительно многочисленными были летом *Alexandrium tamarense* и *Pseudo-nitzschia pungens*, а осенью – *P. pungens* и *Pseudo-nitzschia multiseries*.

Эколого-географическая характеристика. Наиболее полное представление о структуре флоры дает эколого-географическая характеристика. Экологические характеристики известны для 144 видов, обнаруженных в районе исследований. Это составило 70% от всего обнаруженного видового состава. Основу флоры формировали пелагические виды, среди которых доминировали неритические формы (66% от общего числа видов с известной экологической характеристикой). Океанические и панталасные виды были представлены почти в равной степени – 12,5 и 14,5% соответственно. Незначительная примесь ледово-неритических (3%), пресноводных и бентических (по 2%) видов, наряду с преобладанием неритических форм, отражала прибрежное положение района исследования.

Сходное соотношение экологических группировок сохранялось в течение года. В зимний период возрастала доля бентических видов, свидетельствующая о значительном влиянии ветрового перемешивания, а весной, в период усиления речного стока, – пресноводных видов (см. табл. 3). Массового развития (свыше 100 тыс. кл./л) достигали неритические виды и два панталасных вида: *Thalassionema nitzschioides* (Grunov) Meresckowsky (летом 2002 г.) и *Guinardia striata* (Stolterfoth) Hasle (осенью 2001 г.).

Типы ареалов установлены для 141 вида, что составляет 69% от всего видового состава. Для остальных обнаруженных нами видов географическая характеристика неизвестна или сомнительна. В целом в фитоценозе доминируют космополиты (36%), на втором месте аркто-бореальные виды (23%), на тре-

тьем – тропическо-бореальные (19%). Тропическо-аркто-бореальные виды составляют 7%, бореальные – 6%, тропические – 5% и биполярные – 2%. Таким образом, широко распространенные виды (космополиты, тропическо-бореальные и тропическо-аркто-бореальные) составляют более половины (62%) от всех видов с известной географической характеристикой, что характерно для морей умеренной зоны. Преобладание во флоре (31%) холодноводных и умеренно холодноводных (аркто-бореальных, биполярных и бореальных) видов над тепловодными – тропическими и тропическо-бореальными – (24%) свидетельствует, что залив Анива располагается в аркто-бореальной фитогеографической зоне.

Сходное соотношение видов с различными типами ареалов сохранялось зимой и весной. Летом и осенью аркто-бореальные и тропическо-бореальные виды были представлены в равной степени (табл. 5). Максимальное число аркто-бореальных видов было отмечено весной, а тропические виды, за исключением зимы, представлены в равной степени. Массового развития достигали в основном космополиты и тропическо-аркто-бореальные виды (см. табл. 1). Среди тропическо-бореальных в массе были отмечены весной и летом 2001 г. динофитовая водоросль *Heterocapsa rotundata*, а осенью этого же года диатомовая *G. striata*. Летом 2001 г. в значительном количестве (от 10 до 100 тыс. кл./л) была обнаружена тропическо-бореальная динофлагеллята *Gymnodinium agiliforme*, осенью 2001 г. – диатомовая *G. striata*, а в 2002 г. – *Leptocyclus danicus* и *Pseudo-nitzschia delicatissima*. Из аркто-бореальных видов в массе развивалась только диатомовая *Thalassiosira hyalina* (апрель 2001 г.). Весной в заметном количестве были отмечены также в 2001 г. *Chaetoceros pseudocritinitus* и *Navicula septentrionalis*, а летом 2001 г. и осенью 2001 и 2002 гг. – *P. pungens*.

Таблица 4

**Распределение видов микроводорослей (в процентах)
по типам биотопов в заливе Анива**

Экологическая характеристика	Весь период исследования	Зима	Весна	Лето	Осень
Неритические	66	62	60	57	69
Океанические	12,5	17	14	17	14
Панталасные	14,5	10	13	18	12
Пресноводные	2	0	4	2	1,5
Бентические	2	7	4	2	2
Ледово-неритические	3	2	4	2,5	0
Эпифитные	1	2	1	1,5	1,5
Общее число видов с известной экологической характеристикой	144	42	70	98	88

**Распределение видов фитопланктона (в процентах)
по типам ареалов в заливе Анива**

Зонально-географическая характеристика	За период исследования	Зима	Весна	Лето	Осень
Аркто-бореальные	23	19	26	20	19
Бореальные	6	6	6	4	4
Тропическо-бореальные	20	16	11	21	20
Тропическо-аркто-бореальные	7	10	9	9	9
Тропические	5	3	6	6,5	6
Космополиты	37	45	35	36	39
Биполярные	2	3	3	0	0
Общее число видов с географической характеристикой	141	31	64	91	80

ОБСУЖДЕНИЕ

Первый список фитопланктона залива Анива, составленный по результатам исследования летнего фитопланктона, включал в себя 111 видов микроводорослей (Киселев, 1959б). При многолетних сезонных наблюдениях фитопланктона в закрытой и мелководной лагуне Буссе в сетных пробах было обнаружено 112 видов микроводорослей (Колганова, 1980). В результате последних исследований охотоморского побережья Сахалина в летне-осенний период (Орлова и др., 2004) в заливе Анива было отмечено 114 видов микроводорослей. Нами на основании двухгодичных сезонных наблюдений на акватории залива Анива обнаружено 206 видов и внутривидовых таксонов. Отмечено, что видовое богатство возрастает от зимы к лету и совпадает с данными, полученными для фитопланктона лагуны Буссе (Колганова, 1980).

В целом во флоре микроводорослей залива Анива преобладали диатомовые водоросли, что отмечалось и ранее как для этого залива, так и для других районов Охотского моря (Киселев 1959а, б; Смирнова, 1959; Кузьмина, 1962; Колганова, 1980; Рура, 1985; Федотова, Колганова, 1987). Однако в нашем исследовании доминирование по числу видов диатомовых водорослей было отмечено только весной, а в течение остального времени года динофлагелляты были представлены наиболее разнообразно, что, по-видимому, является характерной чертой фитопланктона залива Анива, в сравнении с другими районами Охотского моря. Относительно невысокое разнообразие динофлагеллят, отмеченное в предыдущих исследованиях, обусловлено, вероятно, как недостатками (несовершенством) методов сбора и фиксации, так и слабой изученностью, по сравнению с диатомовыми водорослями, этой группы микроводорослей в Охотском море. Мнение о недостаточной изученности динофлагеллят Охотского моря, по сравнению с другими дальневосточными морями, высказывали и ранее (Коновалова, 1998). Только в результате недавних исследований прибрежных вод Сахалина, с применением современных методов сбора и обработки фитопланктона, флора микроводорослей Охотского моря была дополнена 59-ю видами и внутривидовыми таксонами, и

около половины из них составляли динофлагелляты (Селина, Орлова, 2001; Орлова и др., 2004). Кроме того, в результате впервые проведенных исследований покоящихся стадий фитопланктона в современных поверхностных осадках дальневосточных морей России были обнаружены цисты семи видов динофлагеллят, вегетативные клетки которых ранее не были отмечены в Охотском море (Orlova et al., in press).

Наши данные о видовом составе динофлагеллят и в целом жгутиковых водорослей залива Анива можно считать предварительными, так как они получены на основании изучения фиксированного материала, не всегда позволяющего установить видовую принадлежность голых жгутиковых водорослей, деформирующихся в результате фиксации.

Эколого-географическая характеристика фитопланктона залива Анива в целом не противоречит литературным данным, согласно которым в Охотском море преобладают широко распространенные неритические виды фитопланктона, а в прибрежных районах отмечается примесь планктонных и пресноводных видов (Киселев, 1959б; Смирнова, 1959; Кузьмина, 1962). Согласно предыдущим исследованиям, флору Охотского моря считают в целом бореальной, с преобладанием холодноводных форм (Киселев, 1947, 1959б; Смирнова, 1959; Кузьмина, 1962). В юго-западной части Охотского моря, в частности в заливе Анива, отмечают тепловодные виды, свидетельствующие о влиянии вод Цусимского и Западно-Сахалинского течений, проникающих к южной границе залива Анива (Киселев, 1947, 1959б; Рура, 1985).

Кроме того, известно, что сопредельная с Охотским морем зона Тихого океана относится к аркто-бореальной фитогеографической зоне (Семина, 1974). Нами также отмечены преобладание холодноводных форм фитопланктона в зимне-весеннее время и возрастание доли тепловодных видов летом и осенью, свидетельствующие как о влиянии япономорских вод и Восточно-Сахалинского течения, приносящего осенью в залив относительно теплую водную массу с пониженной соленостью (см. статью Будаевой и др. в наст. сб.), так и о значительном прогреве вод в летний период.

Из 27 видов токсичных микроводорослей, известных в дальневосточных морях России (Коновалова, 1992; Стоник, 1994; Селина, Коновалова, 2001; Стоник и др., 2001), в заливе Анива обнаружено 16 видов. Большинство из них отмечено в незначительных количествах. Все эти виды обитают в Японском или Беринговом морях, где некоторые из них отмечались в массовых количествах и даже вызывали «красные приливы» (Коновалова, 1992; Стоник, 1994; Orlova et al., 1996; Стоник и др., 2001; Orlova et al., 2002). Причины, по которым тот или иной вид, обитающий в данном регионе, вдруг получает массовое развитие, в большинстве случаев достоверно не установлены. Поэтому для предотвращения тяжких последствий, вызванных массовым развитием токсичных микроводорослей, в рекреационных зонах, районах марикультурных хозяйств и районах добычи прибрежных промысловых гидробионтов необходимо проводить планктонный мониторинг.

ВЫВОДЫ

1. В результате двухгодичных наблюдений за фитопланктоном залива Анива были обнаружены 206 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей. Из них *Neodelphineis pelagica* Takano, *Actiniscus pentasterias* Ehrenberg, *Fragilidium mexicanum* Balech, *Gyrodinium falcatum* Kofoid et Swezy, *Polykrikos schwartzii*

Butscher, *Spatulodinium pseudonociluca* (Pouchet) Cachon & Cachon ex Loeblich & Loeblich, *Pterosperma undulatum* Ostenfeld и *Pterosperma citriforme* Parke были впервые отмечены в Охотском море.

2. Наблюдались значительные изменения видового состава в течение года. Максимальное число видов и внутривидовых таксонов (143) было отмечено в летний период, а минимальное (52) – в зимний. Диатомовые преобладали по числу видов (48% от общего числа видов) весной, в остальное время наиболее богато (48–52%) были представлены динофлагелляты. Благоприятные условия для развития микроводорослей были в 2001 г., когда массовое развитие было отмечено у девяти видов и два вида вызывали цветение воды.

3. Основу флоры формировали неритические широко распространенные (космополиты, тропическо-бореальные и тропическо-аркто-бореальные) виды, на долю которых приходилось 66 и 62% от всех видов с известной эколого-географической характеристикой соответственно. Массового развития достигали преимущественно неритические виды с космополитическим и тропическо-аркто-бореальным типами ареалов. Во флоре преобладали холодноводные и умеренно холодноводные виды, что свидетельствует о расположении залива Анива в аркто-бореальной фитогеографической зоне.

4. За исследованный период были обнаружены 16 потенциально токсичных видов, что актуализирует необходимость проведения планктонного мониторинга в заливе Анива на регулярной основе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарности экипажу НПС «Дмитрий Песков» под управлением капитана Б. К. Трескина, участникам экспедиций в залив Анива сотрудникам СахНИРО И. Ю. Брагиной, Л. Ю. Гавриной, А. М. Козляковскому, В. М. Пищальнику, В. К. Ткачуку, В. Н. Частикову, а также Ю. А. Малаховой (РГГМУ), Л. Н. Пропп (ИБМ ДВО РАН), Н. А. Сапрыкиной (СахУГМС), О. В. Степанову (РГГМУ), Ю. В. Фефилову (ВНИЭРХ) за сбор материала. Обработка фитопланктонных проб проведена при финансовой поддержке ФГУП СахНИРО и частичной финансовой поддержке ДВО РАН (грант «Токсические микроводоросли дальневосточных морей России: морфология, распределение, состав токсинов» и грант «Реакция морской биоты на изменение природной среды и климата»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Будаева, В. Д. Диагностические расчеты стационарных течений в заливе Анива и проливе Лаперуза / В. Д. Будаева, В. Г. Макаров, И. Ю. Мельникова // Тр. ДВНИГМИ. – 1980. – Вып. 87. – С. 66–78.
2. Дмитриева, Е. В. Разработка и реализация баз океанографических данных по северной части Тихого океана / Е. В. Дмитриева, И. Д. Ростов. – Владивосток : Дальнаука, 2004. – 143 с.
3. Довгаль, Л. А. Водоросли в планктоне и донных осадках лагуны Буссе (остров Сахалин) / Л. А. Довгаль // Изв. Новосибир. отд-ния ГО СССР. – 1973. – Вып. 6. – С. 75–80.
4. **Использованный** материал и методы его обработки // Гидрометеорология и гидрохимия морей. – СПб. : Гидрометеоздат, 1998. – Т. IX Охотское море, вып. 1 Гидромет. условия, гл. 4 Гидролог. режим, 4.2. – С. 94–98.
5. Кантакон, Г. А. Современные исследования течений в рыбопромысловых районах Сахалино-Курильского региона / Г. А. Кантакон, В. Н. Частиков, Г. В. Шевченко // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сах.-Курил. регионе и сопред. акваториях : Тр. СахНИРО. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2002. – Т. 4. – С. 3–21.

6. **Киселев, И. А.** Фитопланктон дальневосточных морей как показатель некоторых особенностей их гидрологического режима / И. А. Киселев // Тр. ГОИН. – 1947. – Вып. 1 (13). – С. 189–212.
7. **Киселев, И. А.** Состав фитопланктона морских вод Южного Сахалина и южных Курильских островов / И. А. Киселев // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1959а. – Вып. VI. – С. 162–172.
8. **Киселев, И. А.** Качественный и количественный состав фитопланктона и его распределение в водах у Южного Сахалина и южных Курильских островов / И. А. Киселев // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1959б. – Вып. VI. – С. 58–77.
9. **Киселев, И. А.** Планктон морей и континентальных водоемов / И. А. Киселев. – Л. : Наука, 1969. – Т. 1. – 657 с.
10. **Колганова, Т. Н.** Сезонное распределение фитопланктона в лагуне Буссе (залив Анива) / Т. Н. Колганова // Распред. и рац. использ. вод. зооресурсов Сах. и Курил. о-вов. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 3–7.
11. Колганова, Т. Н. Сезонная характеристика планктона лагуны Буссе (залив Анива) / Т. Н. Колганова, Н. Г. Хрушкова // Итоги исслед. по вопр. рац. использ. и охраны вод., земел. и биол. ресурсов Сах. и Курил. о-вов : Тез. докл. III науч.-практ. конф. (27–28 марта). – Ю-Сах., 1987. – С. 124–126.
12. Коновалова, Г. В. Атлас фитопланктона Японского моря / Г. В. Коновалова, Т. Ю. Орлова, Л. А. Паутова. – М. : Наука, 1989. – 160 с.
13. **Коновалова, Г. В.** «Красные приливы» в дальневосточных морях России и прилегающих акваториях Тихого океана (обзор) / Г. В. Коновалова // Альгология. – 1992. – Т. 2, № 4. – С. 87–93.
14. **Коновалова, Г. В.** Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана / Г. В. Коновалова. – Владивосток : Дальнаука, 1998. – 300 с.
15. **Кузьмина, А. И.** Фитопланктон Курильских проливов как показатель различных водных масс / А. И. Кузьмина // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1962. – Вып. VIII. – С. 6–90.
16. **Лоция Японского моря.** – Л., 1959. – Ч. II. Татарский пролив с Амурским лиманом и проливом Лаперуза. – 296 с.
17. Орлова, Т. Ю. Видовой состав микроводорослей планктона охотоморского побережья острова Сахалин / Т. Ю. Орлова, М. С. Селина, И. В. Стоник // Биология моря. – 2004. – Т. 30, № 2. – С. 96–104.
18. Пищальник, В. М. Каталог глубоководных наблюдений, выполненных в шельфовой зоне острова Сахалин за период 1948–1987 гг. / В. М. Пищальник, С. М. Климов. – Ю-Сах., 1991. – 167 с.
19. **Рура, А. Д.** Фитопланктон прибрежных вод южного Сахалина / А. Д. Рура // Биоценозы и фауна шельфа южного Сахалина : Сб. науч. тр. – 1985. – С. 69–71. – (Сер.: Исслед. фауны морей. Т. 30 (38)).
20. Селина, М. С. Морфология *Alexandrium pseudogonyaulax* (Dinophyta) из дальневосточных морей России / М. С. Селина, Г. В. Коновалова // Бот. журн. – 2001. – Т. 86, № 10. – С. 22–25.
21. Селина, М. С. Дополнение к флоре микроводорослей планктона Охотского моря / М. С. Селина, Т. Ю. Орлова // Бот. журн. – 2001. – Т. 86, № 9. – С. 28–32.
22. **Семина, Г. И.** Фитопланктон Тихого океана / Г. И. Семина. – М. : Изд-во «Наука», 1974. – 240 с.
23. **Смирнова, Л. И.** Фитопланктон Охотского моря и Прикурильского района / Л. И. Смирнова // Тр. ИО АН. – 1959. – Т. 30. – С. 3–51.
24. **Стоник, И. В.** Потенциально токсичная динофитовая водоросль *Prorocentrum minimum* в Амурском заливе Японского моря / И. В. Стоник // Биология моря. – 1994. – Т. 20, № 6. – С. 419–425.
25. Стоник, И. В. Морфология и экология видов рода *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyta) из залива Петра Великого Японского моря / И. В. Стоник, Т. Ю. Орлова, О. Г. Шевченко // Биология моря. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 416–420.

26. Супранович, Т. И. Непериодические течения и водообмен в проливе Лаперуза / **Т. И. Супранович, Г. И. Юрасов, Г. А. Кантаков** // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 3. – С. 80–84.
27. **Федоров, В. Д.** О методах изучения фитопланктона и его активности / В. Д. Федоров. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 168 с.
28. Федотова, Н. А. Характеристика планктона шельфовых вод Татарского пролива и юго-восточного Сахалина весной 1985–1986 гг. / **Н. А. Федотова, Т. Н. Колганова** // Итоги исслед. по вопр. рац. исполъз. и охраны вод., земел. и биол. ресурсов Сах. и Курил. о-вов : Тез. докл. III науч.-практ. конф. (27–28 марта). – Ю-Сах., 1987. – С. 126–127.
29. **Фитопланктон** // Тихий океан. – М. : Изд-во «Наука», 1967. – Т. VII Биология Тихого океана, кн. I Планктон, гл. II. – С. 27–85.
30. Gradient of the sea level and currents in the Strait Soya / **M. Aota, A. Tanaka, N. Akifumi, H. Yagi** // In 13-th International Symp. on Okhotsk Sea & Sea Ice. Abstracts. Mombetsu. Hokkaido. Japan. – 1998. – P. 7–12.
31. Danchenkov, M. A. Oceanographic features of La Perouse Strait / **M. A. Danchenkov, D. Aubrey and S. C. Riser** // PICES Sci. Rep. – 1999. – No. 12. – P. 159–171.
32. **Danchenkov, M. A.** Spatial structure of the Tartar Strait waters / M. A. Danchenkov // Pacific Oceanography. – 2004. – Vol. 2, No. 1–2. – P. 20–43.
33. Kantakov, G. A. Upwelling in the La Perouse Strait: Oceanographical and Hydriobiological Properties / **G. A. Kantakov, A. D. Samatov** // Proc. of International Workshop on the Okhotsk Sea and the Arctic. Tokyo. Japan. – 1996. – P. 63–75.
34. Kantakov, G. A. *In situ* observations of Tsushima and West Sakhalin currents near La Perouse (Soya) Strait / **G. A. Kantakov and G. V. Shevchenko** // PICES Sci. Rep. – 1999. – No. 12. – P. 177–185.
35. Formation of high-density water (over 26.8 sigma-t) near the La Perouse Strait (the Soya Strait) / **A. Nakata, I. Tanaka, H. Yagi et al.** // PICES Sci. Rep. – 1999. – No. 12. – P. 145–147.
36. Orlova, T. Yu. Bloom-forming Diatom *Pseudo-nitzschia pungens* in Amurskii Bay (the Sea of Japan): Morphology, Ecology and Biochemistry / **T. Yu. Orlova, N. V. Zhukova, I. V. Stonik** // Harmful and Toxic Algal Blooms. – UNESCO Publishers, 1996. – P. 147–150.
37. Harmful algal blooms on the eastern coast of Russia / **T. Y. Orlova, G. V. Konovalova, I. V. Stonik et al.** // PICES Sci. Rep. – 2002. – No. 23. – P. 47–73.
38. Dinoflagellate cysts in recent marine sediments from the East coast of Russia / **T. Yu. Orlova, T. V. Morozova, K. E. Gribble et al.** // Botanica marina. – (In press).

Сезонная и межгодовая изменчивость видового состава фитопланктона залива Анива Охотского моря / М. С. Селина, И. В. Стоник, Г. А. Кантаков, Т. Ю. Орлова // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2005. – Т. 7. – С. 179–196.

В свете новейших представлений о взаимодействии япономорских и охотоморских вод подробно рассмотрена сезонная и межгодовая изменчивость видового состава фитопланктона в заливе Анива Охотского моря. За период наблюдений с 2001 по 2002 г. видовое разнообразие микроводорослей определялось 206-ю видами и внутривидовыми таксонами. Преобладающими являлись отделы Bacillariophyta (97 видов и внутривидовых таксонов) и Dinophyta (93 вида и внутривидовых таксонов). По эколого-географическим характеристикам преобладали пелагические виды (66%), панталассные (14,5%), океанические (12,5%), ледово-неритические (3%), пресноводные (2%), бентические (2%). Отмечены: стабильность соотношения фитосообщества по эколого-географическим характеристикам, наименьшее видовое разнообразие зимой, сезонная последовательность смены преобладания численности видов от диатомовых (весна) к динофитовым (лето и осень), значительные межгодовые различия в развитии отдельных микроводорослей. За исследованный период выявлены 16 потенциально токсичных видов фитопланктона.

Табл. – 5, библиогр. – 38.

Seasonal and interannual variability of phytoplankton species composition in Aniva Bay (Sea of Okhotsk) / **M. S. Selina, I. V. Stonik, G. A. Kantakov, T. Yu. Orlova** // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2005. – Vol. 7. – P. 179–196.

A seasonal and interannual variability of phytoplankton species composition in Aniva Bay (Sea of Okhotsk) is considered in details in the light of newest conceptions about the interaction between the waters of Japan and Okhotsk seas. During the 2001–2002 observation period, species diversity of microalgae was determined as 206 species and intraspecific taxa. Such divisions as Bacillariophyta (97 species and intraspecific taxa species) and Dinophyta (93 species and intraspecific taxa) were dominants. Pelagic species (66%), pantalass (14,5%), oceanic (12,5%), ice-neritic (3%), freshwater (2%), and benthic (2%) prevailed by the ecological-geographic characteristics. The following features were noted: a stable relation of phytocommunity by ecological-geographic characteristics, minor species diversity in winter, seasonal consecution of dominant species replacing by abundance from diatoms (spring) to dinoflagellates (summer and autumn), significant interannual differences in development of individual microalgae. A total of 16 potentially toxic phytoplankton species have been revealed during the study period.

Tabl. – 5, ref. – 38.