

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»
САХАЛИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФГБНУ «ВНИРО» («САХНИРО»)

На правах рукописи



Мотылькова
Ирина Викторовна

**ФИТОПЛАНКТОН ОЗЕР ЛАГУННОГО ТИПА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ОСТРОВА САХАЛИН**

1.5.16 – гидробиология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук
Л.Г. Корнева

Южно-Сахалинск – 2022

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	8
1.1 Физико-географическая характеристика района исследований	8
1.2 Гидролого-гидрохимический режим лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин	17
1.3 История исследований фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин.....	24
Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	27
Глава 3 ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ЛАГУННЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ О. САХАЛИН	34
3.1 Общая таксономическая структура фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин.....	34
3.2 Эколого географическая характеристика фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин.....	40
Глава 4 СОСТАВ, СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЛАГУННЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ О. САХАЛИН.....	47
4.1 Озера Вавайско-Чибисанской системы.....	47
4.2 Озеро Тунайча	67
4.3 Лагунное озеро Изменчивое.....	87
4.4 Лагунное озеро Птичье.....	107
4.5 Лагуна Буссе.....	119
4.6 Особенности развития фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин.....	130
Глава 5 ИЗМЕНЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЛАГУННЫХ ОЗЕР ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ	138

ВЫВОДЫ:.....	149
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	150
Приложения.....	169
Приложение 1 – Таксономический состав микроводорослей фитопланктона лагунных озер юго-восточного Сахалина	170
Приложение 2 – Доминирующие виды по численности и по биомассе в различные месяцы в озерах лагунного типа юго-восточной части о. Сахалин.....	210
Приложение 3 – Краткая характеристика сезонных фитопланктонных комплексов лагунных озер юго-восточного Сахалина.....	221

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Фитопланктон как продуцент автохтонного органического вещества играет определяющую роль в формировании структуры и функционировании водных экосистем. Являясь чувствительным индикатором изменения абиотических факторов и степени антропогенного воздействия, фитопланктон может использоваться в качестве важного объекта исследований при оценке экологического состояния водоемов, среди которых особый интерес ученых вызывают прибрежные озера и лагуны. Специфика таких водоемов заключается в их мелководности, защищенности от волнового воздействия открытого моря, уникальности видового состава флоры и фауны в условиях влияния как морских, так и наземных процессов (Бровко, 1990; Лагуны..., 2002; Лабай, 2018, Oertel, 2005). На территории о. Сахалин подобных водоемов достаточно много (Сахалинская область..., 1994), а в его юго-восточной части, на территории Тонино-Анивского полуострова они, пожалуй, наиболее развиты и разнотипны (Гудков, Заварзина, 2006). Всего здесь насчитывается 48 лагун и озер (Микишин, Гвоздева, 1996). Наиболее крупными из них являются оз. Тунайча, Вавайские озера, Чибисанские озера, лаг. Буссе, оз. Изменчивое, оз. Птичье. Все они принадлежат к группе лагунных озер морских побережий, имеют разную степень связи с морем, переживают разные стадии геоморфологического развития и характеризуются, соответственно, разной степенью опреснения. Практическая значимость лагунных озер очевидна. Удивительные по своей красоте, своеобразные по произрастанию растительности, обитанию животных, обладающие ценными лечебными грязями, водоемы имеют важное рекреационно-оздоровительное значение (Бровко и др., 2002). Кроме того, они являются перспективными для создания хозяйств марикультуры (Бровко и др., 2002; Ефанов, Калганова, 2014; Ефанов и др., 2016; Чернышова, Прохорова, 2018). Здесь ведется добыча многих видов рыб (наваги, корюшки, красноперки, сельди, камбалы, кеты, горбуши) (Сафронов, Никифоров, 2003; Сафронов и др., 2005; Гудков, Заварзина, 2006), промысловых беспозвоночных (тихоокеанской гигантской устрицы, приморского гребешка, мидии, рудитапеса, корбикулы и др.) (Бровко и др., 2002; Лабай и др., 2014; Лабай и др., 2016). До недавнего времени в промышленных масштабах добывали красную водоросль – анфельцию (Бровко, 1990).

В последнее время рядом исследователей отмечается усиление антропогенного воздействия на лагунные озера. Интродукция новых видов рыб (Ключарева, Потапова, 1964; Ключарева и др., 1964), строительство моста (Микишин и др., 1995), загрязнение сточными водами и промышленными отходами (Бровко и др., 2002), беспощадное разрушение запасов

промысловых беспозвоночных любительским и браконьерным ловом – те главные факторы, которые могут привести к значительным перестройкам в экосистеме лагунных озер. Для оценки экологического состояния водоемов в целях предотвращения экологического дисбаланса необходимы всесторонние комплексные исследования. Степень изученности фитопланктона для разных лагун различна: они практически не изучены за исключением лаг. Буссе. Поэтому сведения об его структурных и количественных характеристиках на современном этапе важны и актуальны.

Цель исследования: изучить закономерности формирования фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин, различающихся морфологическим строением и гидрологическим режимом.

Задачи исследования:

1. Исследовать видовой состав, провести анализ таксономической структуры и эколого-географических характеристик фитопланктона озер Вавайско-Чибисанской системы, оз. Тунайча, оз. Изменчивое, оз. Птичьё, лаг. Буссе.

2. Изучить сезонную, межгодовую динамику и пространственное распределение фитопланктона в зависимости от гидрологического режима лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин.

3. Выявить сходство и различие в структуре фитопланктонных комплексов лагунных водоемов разных типов.

4. Оценить влияние различных природных и антропогенных факторов на фитопланктон разнотипных лагунных озер.

Научная новизна и теоретическая значимость.

Впервые для лагунных озер юго-восточного Сахалина обобщены сведения по видовому составу фитопланктона, проанализирована таксономическая и эколого-географическая структуры фитопланктона, расширены данные о видовом составе альгофлоры о. Сахалин. Обнаружено 352 новых для внутренних водоемов острова Сахалин вида и внутривидовых таксона микроводорослей и цианобактерий. Впервые получены сведения о сезонной и межгодовой динамике, распределении количественных показателей фитопланктона, выяснены особенности сезонной динамики, определены доминирующие виды в фитопланктоне лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин, описаны изменения, происходящие в фитопланктоне под воздействием природных и антропогенных факторов.

Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие представлений о пространственно-временной динамике структурных характеристик фитопланктона разнотипных лагунных озер в условиях влияния различных факторов среды.

Практическая значимость работы.

Полученные результаты послужат основой для проведения гидробиологических работ по оценке экологического состояния, продуктивности, биоразнообразия водоемов Сахалинской области, каталогизации их альгофлор. Результаты исследования могут быть использованы для прогнозирования изменений качества вод, разработке рекомендаций, направленных на практические мероприятия по охране водоемов от воздействия антропогенных факторов.

Защищаемые положения:

1. Альгофлора планктона лагунных озер юго-восточного Сахалина отличается наибольшим видовым богатством диатомовых водорослей, что характерно для прибрежных вод арктической и бореальной зон.

2. Изменения состава и структурных характеристик фитопланктона лагунных озер юго-восточного Сахалина определяются уровнем солености, периодичностью связи с морем, гидрологическим режимом, морфологией водоема.

3. Изменения фитопланктона, связанные с воздействием естественных и антропогенных факторов, проявляются в снижении видового разнообразия, массовом развитии вредоносных и потенциально-токсичных видов микроводорослей.

Апробация работы. Материалы настоящей работы были представлены на II, IV конференциях «Чтения памяти профессора В. Я. Леванидова» (г. Владивосток, 2003 г., 2008 г.), на 21-м Международном Симпозиуме «Охотское море и северные моря» (Япония, г. Момбетцу, 2006 г.), на II Международной научно-практической конференции (г. Астрахань, 2009 г.), на межвузовской научно-практической конференции «Сахалинская молодежь и наука» (г. Южно-Сахалинск, 2009 г.), на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Эмили Адриановны Штиной. (г. Киров, 2010 г.), на IV Международной научно-практической конференции «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки» (г. Южно-Сахалинск, 2011 г.), на XIII Международной научной конференции альгологов «Диатомовые водоросли: современное состояние и перспективы исследований» (г. Кострома, 2013 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликована 21 работа, 4 из них – в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, 3 – главы в коллективных монографиях.

Личный вклад соискателя. Автор непосредственно участвовала в подготовке проб к микроскопированию, их камеральной обработке, анализе и обобщении полученных результатов и сопоставлении их с литературными и архивными данными.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы и трех приложений, изложена на 240 страницах, иллюстрирована 44 рисунками и 38 таблицами. Список литературы включает 240 наименований, из которых 52 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает благодарность бывшему начальнику отдела прикладной экологии СахНИРО к.б.н. Андрею Дамировичу Саматову за организацию проведения исследований лагунных водоемов о. Сахалин, а также всем участникам экспедиций за отбор проб. Искренне признательна своему наставнику, учителю и замечательному человеку д.б.н. Вячеславу Степановичу Лабаю за советы, многолетнюю поддержку и неоценимую помощь при анализе полученных данных, своему научному руководителю д.б.н. Людмиле Генриховне Корневой за научные консультации и ценные замечания. Глубокую благодарность выражаю моим коллегам: к.б.н. Наталье Викторовне Евсеевой за внимательное отношение, всестороннюю поддержку, критические замечания и ценные рекомендации, д.б.н. Николаю Викторовичу Колпакову, Евгении Владимировне Абрамовой, Любви Александровне Живоглядовой за предварительное ознакомление текста рукописи и справедливые замечания, Наталье Владимировне Коноваловой, Татьяне Александровне Могильниковой за помощь в обработке проб фитопланктона и предоставлении некоторых данных по фитопланктону оз. Изменчивое, лаг. Буссе, д.б.н. Сергею Ивановичу Генкалу (Институт биологии внутренних вод РАН) за определение центрических диатомовых водорослей, к.б.н. Марине Сергеевне Селиной и к.б.н. Ольге Геннадьевне Шевченко (Институт биологии моря ДВО РАН) за идентификацию двух видов из оз. Тунайча, всем сотрудникам лаборатории гидробиологии за консультации и дружескую поддержку, моим родным за терпение и обеспечение условий при написании диссертации.

ГЛАВА 1 . ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Физико-географическая характеристика района исследований

Юго-восточная часть острова Сахалин имеет четкие природные границы: с севера, востока и юга она окружена водами Охотского моря, с запада – ограничена Сусунайской депрессией. Расположена в довольно низких широтах (между 46° и 47°25' с.ш.). Протяженность ее с севера на юг составляет 153 км, с запада на восток – 58 км. Охлаждающее влияние Охотского моря формирует пониженный температурный фон в прибрежной зоне в летний период и повышенный, в отличие от долины, – в зимний (Сахалинская область..., 1994). Рельеф формируют горные хребты, низкогорные массивы, мелкосопочник и массивы плосковершинных холмов, плато, впадины. Горные хребты представлены среднегорным (600–1000 м над уровнем моря) Сусунайским и низкогорным (470–500 м) Тонино-Анивским, заполняющим одноименный полуостров. Между ними расположена Муравьевская депрессия, состоящая из ряда впадин, разделенных мелкосопочником и невысокими холмами (60–120 м). Наиболее погруженные зоны впадин заняты озерами и лагунами (Микишин, Гвоздева, 1996). Крупными из них являются Вавайские озера, Чибисанские озера, лаг. Буссе, оз. Тунайча, оз. Изменчивое, оз. Птичье (рисунок 1.1.1). Основные их геоморфологические характеристики представлены в таблице 1.1.1.

Вавайские озера расположены в северо-западной части Тонино-Анивского полуострова. Морфологически Вавайская озерная группа представлена оз. Большое Вавайское (оз. Б. Вавайское) и оз. Малое Вавайское (оз. М. Вавайское), соединенными между собой протокой. Оз. Б. Вавайское – сложный по очертанию водоем, размером 7x11 км, вытянутый с запада на восток, характеризующийся наибольшей изрезанностью береговой линии.

На севере от основного плеса отходит глубоко вдающийся залив Большой (Северный) площадью 8 км², на западе – зал. Лебединый. От последнего в северо-западном углу узкой протокой в меридиональном направлении отделяется зал. Сапожок (Утинь) площадью 0,45 км². В юго-западной части расположено озеро М. Вавайское площадью 0,59 км². В сущности, оз. Б. Вавайское и оз. М. Вавайское представляют собой единый водоем с двумя плесами.



Рисунок 1.1.1 – Карта района исследований

Котловины озер тектонического происхождения. В оз. Б. Вавайское котловина крупная, 6–8 км в поперечнике, блюдцеобразная овально-округлой формы. Имеет плавно нарастающие глубины и очень пологие склоны, занимающие до 45% площади озера. Днище плоско-вогнутое, обширное, лежащее на глубине 4–5 м (Природа..., 1995). Отложения озера представлены тонким илом. Вдоль берега, шириной 200–400 м, тянется полоса песчаного грунта, местами с примесью гальки. Между этой полосой и отложениями ила располагается зона с илисто-песчаными грунтами. В западной части озера перед выходом в оз. М. Вавайское, располагается участок с обнажением коренных пород (Григорьев, 1964), в восточной – преобладает песчаная составляющая. Последняя наблюдается и в прибрежной полосе южной части водоема, но за счет превалирования здесь мощных торфяников, активно размываемых волной, значительная часть берега с сопутствующим лесом обрушена в воду. Поэтому песчаное дно закоряжено, однако, накопления детрита не наблюдается (Планктон..., 2010). В озеро впадает несколько разноразмерных водотоков, среди которых наиболее значимы реки Вавай, Северянка, Шлюзовка и Темная.

Таблица 1.1.1 – Геоморфологические характеристики лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин

Лагунный водоем	Тип водоема по степени изолированности	Площадь, км ²		Длина, км		Ширина, км		Глубина, м		Общий объем водной массы, км ³
		водного зеркала, км ²	водосбора, км ²	озера	береговой линии	макс.	сред.	макс.	сред.	
Оз. Малое Вавайское	Отчлененный	0,59		1,3		0,8		7		1,7
Оз. Большое Вавайское		45,3	173,6	10,7	32	7,1	4,2	8	4,2	188
Оз. Малое Чибисанское		2	13	2,5	6	1,4	0,8	3	2,1	4
Оз. Большое Чибисанское		11,1	83,2	5,5	14	3,5	2,1	8	4,7	55
Оз. Тунайча	Закрытый	174	731	28	77	9,4	6,2	42	12,8	2230
Оз. Изменчивое	Полузакрытый	8,2	12,9	4,3	11	2,7	1,9	6	3,6	31
Оз. Птичьё		3,6	74,4	3,1	13	3,2	1,1	14	6,6	22
Оз. Буссе		39,4	478	9,6	27	7	4,5	6 (10)	3,6	155

Оз. М. Вавайское через протоку Чибисанская соединяется с оз. Малое Чибисанское (М. Чибисанское), через протоку Аракуль – с лаг. Буссе. Береговая линия изрезана слабо. Котловина округлой формы с исключительно выровненной береговой линией. Глубины довольно равномерно нарастают от берегов к центру. Прибрежная полоса сложена гравийными и галечными грунтами со значительной примесью песка. Основная часть озера заполнена тонким илом (Григорьев, 1964; Планктон..., 2010).

Высшая водная растительность в Вавайских озерах, основу которой составляют заросли камыша и тростника, а также вех, осоки, рдесты, полушник, сосредоточена в прибрежной зоне северной и западной частях (Природа..., 1995; Планктон..., 2010).

Чибисанские озера морфологически представлены озером Большое Чибисанское (оз. Б. Чибисанское) и соединенным с ним мелководной протокой озером Малое Чибисанское (оз. М. Чибисанское).

Оз. Б. Чибисанское – вытянутый в направлении с юга на север, значительно расширяющийся в северной части, водоем размером 3x5 км (Планктон..., 2010). Берега озера низменные. Исключением является восточный обрывистый берег, сложенный коренными породами. Изрезанность береговой линии слабая, без вдающихся заливов и бухт. Строение котловины, по форме близкой параболоиду, однородное. Она заполнена серыми илами, которые вдоль западного и восточного берегов сменяются галечно-гравийными грунтами, а с севера и к югу – разноразмерными песками. Высшая растительность, представленная зарослями камыша и тростника, вехом, хвощом, рдестами, сосредоточена в прибрежье восточной и западной частях. Среди крупных водотоков, впадающих в оз. Б. Чибисанское выделяются реки Скрытая, Слоним, Чибисанская, Языковка и ручей Залесский (Григорьев, 1964; Планктон..., 2010).

Оз. М. Чибисанское – малый как по площади, так и по глубине водоем размерами 0,8x2,5 км, вытянутый с северо-запада на юго-восток. По форме его очертания сходны с таковыми оз. Б. Чибисанское. В юго-восточной части сильно сужается и переходит в протоку Чибисанская, через которую соединяется с оз. М. Вавайское. Берега низменные, лишь восточный берег крутой, а в местах выхода твердых пород обрывистый. Изрезанность береговой линии слабая. Строение котловины однородное. Она, также как и в оз. Б. Чибисанское, заполнена серыми илами. Северный берег сформирован песчаными косами, поросшими смешанным лесом, западный – гравийными и галечными грунтами с примесью песка, южный – намывной косой с гравийно-галечными и щебнистыми грунтами, отделяющей озеро от моря, восточный – песками. К протоке Чибисанская пески сменяются болотистой наплавиной. Растительность схожа с таковой оз. Б. Чибисанское. В озеро впадает единственный водоток – р. Сенная (Планктон..., 2010).

Протока Чибисанская имеет глубину 1 м, берега ее заболоченные наплавинные. На фарватере дно выстлано песком, по сторонам – илом, детритом, сильно закоряжено.

На ранней стадии развития озера Вавайско-Чибисанской системы (озера ВЧС) представляли собой типичные лагунные морские заливы (К истории..., 1973). Лагунно-морской период сменялся эстуарно-солонатоводным. Далее отмечался переход к пресноводно-озерному типу. Наиболее быстрыми темпами эволюция озер наблюдалась для Чибисанских озер, изоляция которых происходила раньше, что подтверждается наличием дополнительной протокой Чибисанская (Планктон..., 2010).

На современном этапе эволюции прямой связи с морем вышеперечисленных озер нет. Озера пресноводные (Григорьев, 1964; Природа..., 1995). Связь с морем осуществляется посредством проток Чибисанская и Аракуль через солонатоводное озеро Выселковое и лагуну Буссе.

Озеро Тунайча – одно из самых крупных и глубоких водоемов о. Сахалин. Второе по площади озеро области (Хоменко, 2003). Занимает северную, наиболее пониженную часть Муравьевской низменности. По своим очертаниям напоминает овал неправильной формы размером 10x28 км, вытянутый с северо-запада на юго-восток параллельно береговой линии залива Мордвинова (Охотское море), с которым соединяется узкой и мелководной, длиной 3 км, протокой Красноармейская (Бровко, Дзен, 2016).

По морфологическому облику выделяют два плеса: западный мелководный с глубиной 5–20 м – Малая Тунайча и восточный глубоководный (до 42 м) – Большая Тунайча (Бровко, Дзен, 2016; Водная биота..., 2016). Условная граница между ними проходит по линии мыс Макарова–о. Птичий–мыс. Меньшикова. Максимальная глубина озера отмечена в 500 м южнее м. Меньшикова (Микишин и др., 1995). Оз. Тунайча – проточный водоем. В него впадает более 40 мелких водотоков, крупными из которых являются реки Казачка, Ударница, Комиссаровка, Подорожная. Питание рек района преимущественно снеговое (40–50% годового стока). На долю дождевого питания приходится 30–40%, грунтового – около 20% (Лукьянова, 2007). Реки служат одним из основных источников поступления осадочного материала в озеро (Заварзин, 2006). Во внутригодовом распределении стока рек преобладает весеннее половодье. Весенний сток составляет около 60%, на лето приходится около 20% (Григорьев, 1964).

Котловина озера тектонического происхождения, корытообразной овально-удлиненной формы с плоско-вогнутым днищем. В ее формировании ведущую роль играли разрывные нарушения (Природа..., 1995). Котловину заполняют пелитовые илы с песчаными грунтами. На мысах, между которых распространены галечно-гравийные отложения и пески разной крупности, наблюдаются выходы коренных пород (Микишин и др., 1995; Саматов и др., 2002). Изрезанность береговой линии незначительна (Хоменко, 2003).

В истории формирования озера выделяется несколько этапов его развития: континентальный, морской, лагунный. Континентальный этап приходился на позднеледниковый период и начало голоцена (7200±1800 лет назад). В это время наиболее опущенная восточная часть впадины была занята пресноводным дистрофным водоемом с присущей ей флорой холодолюбивых североальпийских видов диатомовых водорослей (*Frustulia rhomboides*, *Eunotia robusta* var. *diadema*, *Eunotia veneris*, *Tabellaria flocculosa*) (Микишин и др., 1995). Морской этап, начавшийся 7000 л. н., в среднем голоцене, когда уровень океана достиг отметки 10 м, характеризовался проникновением морских вод в котловину озера. Ширина пролива соединяющего озеро с морем составляла в то время около 2 км. Заполнение котловины Тунайчи морскими водами и оформление его в современном виде происходило в течение последующих 2–2,5 тыс. лет. При максимальном подъеме уровня Охотского моря (около 5900–4700 лет назад), сформировались системы береговых валов и пересыпи, отчленившие от Тунайчи ряд палеозаливов (нынешние озера Свободное, Добрецкое). Образовавшаяся широкая, до 1 км, песчаная пересыпь в горловине пролива, соединявшего озеро с морем, привела к уменьшению ширины устьевой части протоки и к ослаблению водообмена Тунайчи с морем, усилившееся в дальнейшем с понижением уровня Охотского моря. Это событие стало началом лагунного этапа развития озера. Началось опреснение верхнего 15-метрового слоя воды в озере.

В середине 1970-х гг. через приустьевую зону пр. Красноармейская был построен автодорожный мост и отсыпана дамба. В результате протока сузилась, устьевая зона обмелела. Это привело к серьезным изменениям гидрологии озера (Микишин и др., 1995), к распреснению основной акватории (Саматов и др., 2002).

Озеро Изменчивое расположено в центральной части Тонино-Анивского полуострова, непосредственно к северу от озера Тунайча и отделяется от него узким перешейком (Бровко, 2017). По морфогенетической классификации – это прибрежная лагуна, отделенная от Охотского моря аккумулятивной формой – косой (Атлас береговой зоны..., 2002). В ряду природной эволюции: морской залив – лагуна – лагунное озеро, оз. Изменчивое находится на стыке второго и третьего этапов. Эволюция берегов данного водоема связана с колебаниями уровня Мирового океана. Окончательный морфологический облик побережья, включая пересыпь на месте северного сужения, отделившую оз. Изменчивое от Охотского моря, сложился в субатлантическом периоде голоцена 1200–1500 л.н. (Бровко и др., 2017).

Имеет форму эллипса. По типу водоемов относится к малой по площади (площадь зеркала 8,6 км²), средней по глубине (3,6–3,8 м), соленой полузакрытой лагуне (Ресурсы..., 1973; Бровко, 2002; Бровко и др., 2017а). Берега озера низкие и поросли лесом. Водообмен с морем происходит через протоку искусственного происхождения шириной до 50 м и глубиной

5–10 м, выходящую напрямую в Охотское море, минуя залив Мордвинова, который, как известно, вдаётся в сушу между мысами Свободный и Тунайча (Бровко и др., 2017). Литературные источники указывают на неблагоприятные естественные условия ее существования. Периодически протока замыкается. Водоем становится бессточным.

Котловина озера выровнена, без резких перегибов дна и представляет собой аккумулятивную равнину на глубинах 4 и более метров. Здесь выявлены следующие типы донных отложений: каменистые отложения (от щебня до валунов), простирающиеся вдоль восточного берега; пески разнозернистые с галькой и гравием, расположенные узкой полосой вдоль западного и северного берега озера; песчанистые илы, занимающие 7% площади озера; глинистые илы. Последние в верхнем горизонте тонкодисперсные черного цвета, с запахом сероводорода (черные илы). Ниже они переходят в серые илы (Гончаров, 1975; Бровко, 2017).

Крупные водотоки отсутствуют, площадь водосбора незначительная, поэтому влияние поверхностного и подземного стоков на гидрологические характеристики озера весьма ограничено (Горбунов и др., 2010).

Озеро Птичьё расположено в центральной части Тонино-Анивского полуострова между мысами Менапуцы и Птичий нос. Образовалось во время среднеголоценовой трансгрессии при затоплении морскими водами устьевой области реки Черной. Позднее была отчленена аккумулятивной формой. Относится к типу лагун-эстуариев (Бровко, 1990).

Котловина чашеобразна, дендритовидной формы, со слабо измененной первичной береговой линией. Генезис котловины типично плотинный. Для нее характерны многочисленные, глубоко вдающиеся заливы, часть которых отчленена наносами от основной акватории (оз. Фигурное, оз. Проточное, оз. Мелкое). Глубина заливов 6–8 м. Склоны котловины узкие, шириной 100–200 м, с быстро нарастающими глубинами. Днище ее, лежащее на глубинах 10–12 м, занимает 33% площади озера (Природа..., 1995). Подводный береговой склон лагуны переходит в выровненную поверхность аккумулятивной равнины, сложенной алевритопелитовыми илами, которые на склонах сменяются крупными алевритами и мелко-среднезернистыми илами (Бровко, 2002). Наибольшие глубины, до 13 м, расположены в восточной части лагуны и приурочены к разрывному нарушению меридионального простирания. От Охотского моря котловина отгорожена узкой (50–200 м) песчано-гравийной пересыпью (косой), высотой до 6 м. Имеет периодический обмен с морем (Природа..., 1995). Замытие протоки происходит во время штормов. Ее прорыву способствуют как климатические (весенний паводок, сильные дожди), так и антропогенные факторы (участие местного населения в прокапывании протоки для захода рыбы в лагуну). В озеро впадают четыре реки – Черная, Маячная, Мелкая, Арсеньевка. Морфологически оз. Птичьё состоит из центрального плеса и нескольких заливов: северо-западного, западного, в который впадает р. Черная и

южного, часть которого была отчленена автодорожной насыпью с пропускной трубой в отдельное озеро – оз. Мелкое (Лабай и др., 2016).

Берег и прибрежные части мелководья, особенно в западной и юго-западной части озера заросли хвощем, рогозом и камышом озерным. Прибрежная полоса озера шириной от 10 до 150 м с глубинами до 2–3 м поросла редкими зарослями zostеры и различными бурыми, красными и зелеными водорослями (Природа..., 1995). На дне озера сконцентрированы большие запасы черных вязких илов, по химическому составу близких к лечебным илам озера Изменчивого.

Лагуна Буссе расположена на западном берегу Тонино-Анивского полуострова. Это типичная средняя по размерам, с общей площадью 39,4 км², лагуна. Протяженность ее береговой линии составляет 27 км, максимальный поперечник – 9 км. Водоем сформирован в средне-позднем голоцене в результате отчленения баром мелководного залива. Через оз. Выселковое, расположенное на северо-западе лагуны, он соединен протокой Аракуль с Вавайскими и Чибисанскими озерами. В него впадает не менее десятка водотоков, из которых наиболее крупным является р. Шешкевича. Реки берут начало в отрогах Тонино-Анивского хребта и являются основными поставщиками обломочного материала в лагуну (Задкова и др., 1975; Бровко, 2002). Питание их осуществляется за счет атмосферных осадков (таяния снегов, обильных дождей), грунтовые воды играют незначительную роль. Весенний сток составляет 60% от годового, летний – 20% (Григорьев, 1964).

Водосборная площадь 478 км². От залива Анива лагуна отделена узкой длинной песчаной косой, с серией береговых валов высотой до 3–4 м. Поступление морских вод залива Анива происходит через протоку Суслова шириной около 80 м и далее через несколько эрозионных ложбин между песчаными отмелями, сформированными в результате влияния приливных течений. Ширина ложбин изменяется от 50 до 250 м, а глубина вреза составляет 2–5 м. В устье пролива глубины больше (Бровко, 1990).

По типу лагун относится к средней по глубине (преобладают глубины от 2 до 5 м). Глубина лагуны постепенно увеличивается от береговой зоны к центральной части (Бровко, 1990; Бровко, 2002).

Рельеф дна чашеобразный. Дно ровное, песчано-галечное. Размер частиц, слагающих грунты дна, уменьшается от берега к центральной зоне. В прибрежной зоне развита полоса разнозернистых песков с примесью гравия и гальки. В северной и восточной частях лагуны преобладают пески мелкой фракции, в западной и южной – крупной и средней. В халистатических зонах отмечаются илистые грунты, образующие мелкие алевриты. В этих зонах отмечается запах сероводорода и повышенное содержание железа. Наиболее тонкие, алеврито-пелитовые, отложения слагают центральную зону в области развития мелко-алевритовых илов. Районы распространения тонкозернистых отложений, занимающих 30–40 %

площади лагуны, следует отнести к зонам их аккумуляции (Задкова и др., 1975; Ефанов и др., 2016).

На галечниках, на глубинах 0,1–0,4 м развита красная водоросль *Gracillaria verrucosa*. На песчаниках и песчано-илистых грунтах до глубины 4 м растут густые заросли трав с преобладанием различных видов zostеры: *Z. asiatica*, *Z. marina*, *Z. nana*. Среди них встречаются зеленые водоросли *Chaetomorpha spiralis* и *Cladophora* sp. (Природа..., 1995). В значительных количествах произрастает морская капуста *Laminaria cichoriodes* Miyzbe. Основным растительным компонентом является красная водоросль *Ahnfeltia fastigiata* var. *tobuchiensis* (Kanno & Matsubara) Skriptsova & Zhigadlova. Ее заросли располагаются прерывистым кольцом на песчано-илистых и илисто-песчаных грунтах, вокруг илистых осадков – узкой полосой с запада, северо-запада и севера, более широкой – с северо-востока и наиболее широкой в восточной и юго-восточной частях лагуны. Внешняя сторона ее зарослей соприкасается и перемешивается с зарослями морской травы (Задкова и др., 1975; Природа..., 1995).

1.2 Гидролого-гидрохимический режим лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин

Гидрологический и гидрохимический режим озер во многом определяется морфологией озерных котловин и характером природных процессов, протекающих на водосборах, лагунных водоемов – интенсивностью водообмена с Охотским морем (Природа ..., 1995).

Вавайские озера, как и **Чибисанские озера**, лишены водообмена с морем, имеют пресную воду и относятся к группе стоковых, поскольку сток из них больше испарения. Высокие уровни стока характерны для весенне-летнего периода и обусловлены наполнением котловин талыми и дождевыми водами, низкие – в летнее и зимнее время (Григорьев, 1964).

Озера характеризуются низкой прозрачностью воды. Вода, из-за гуминовых веществ, обильно поступающих с заболоченных участков водосбора и при размыве берегов, сложенных торфяниками, имеет коричневатый оттенок. В зимнее время прозрачность в них не превышает 2 м, а летом понижается до 0,6–1,4 м.

Общий рост температуры воды длится с мая по вторую половину августа. Весной проникновение тепла сначала происходит за счет конвекции. В середине мая при достижении 4°C наступает гомотермия. Дальнейшее проникновение тепла в глубинные слои воды связано с ветровым перемешиванием. К концу весны в озерах устанавливается прямая температурная стратификация. Но и в это время может возникнуть гомотермия или близкая к ней стратификация без расслоения на термические зоны (Григорьев, 1964). С конца августа начинается охлаждение водных масс. В результате конвективного, в сочетании с турбулентным, перемешивания наблюдается осенняя гомотермия. При дальнейшем охлаждении, ниже 4°C, устанавливается обратная температурная стратификация. Ледовый режим в озерах характеризуется плавным нарастанием льда в течение всей зимы. Начало ледостава приходится на середину ноября. Максимальный прогрев воды наблюдается с мая по июль, максимальное охлаждение – с августа по ноябрь. Предельные величины температуры у поверхности воды в годовом цикле составляют 0–21,5°C с минимумом в феврале, максимумом в августе. Наибольший летний вертикальный температурный градиент, наблюдаемый в июле, равен 0,4°C/м, зимний отрицательный, отмеченный в феврале – 0,7°C/м (Планктон..., 2010).

Летом (в июле) в поверхностном слое оз. Б. Вавайское отмечен градиент температуры воды с северо-запада (15,5°C) на юго-восток (18°C). В придонном слое понижение температуры наблюдается от побережья к профундали. Наиболее холодным, связанным с выходами грунтовых вод, является придонный слой воды в зал. Северный, оз. М. Вавайское и зал. Сапожок.

В Чибисанских озерах вертикальный градиент температуры за счет малых глубин и активного волнового перемешивания выражен слабо. Понижение температуры, связанное со стоком холодного ручья Залесский, наблюдается в северо-восточной части оз. Б. Чибисанское. Наиболее равномерно прогревается оз. М. Чибисанское (Планктон..., 2010).

В весенний период происходит перенасыщение вод кислородом (до 140%) от поверхности до дна. С прогревом, в июле, содержание его падает (до 95–99% у поверхности, до 74% у дна). Осенью, в период максимального выхолаживания, наблюдаются промежуточные концентрации растворенного кислорода (87–92%). Зимой подо льдом значения его составляют 100–120%, у дна – 40–60% (Планктон..., 2010).

Для этих озер характерна низкая минерализация воды – 150–170 мг/л, с преобладанием гидрокарбонат-ионов (15–35 мг/л), хлорид-ионов (17–28 мг/л), ионов магния (100–150 мг/л) и кальция (около 10 мг/л). По классификации О.А. Алекина (Алекин, 1970), их можно отнести к магниевой группе гидрокарбонатного класса. В летнее время в водной толще содержится от 1 до 10 мг/л углекислоты. Зимой ее количество увеличивается до 20 мг/л. Высокое содержание CO_2 приводит к уменьшению рН, особенно зимой, когда величина ее составляет 5. В остальное время рН равно 6,5–7,5. Наиболее кислые воды, связанные со стоком болотных вод и торфяников, характерны для зал. Сапожок и оз. М. Вавайское. Следствием кислой реакции среды является малое содержание соединений азота ($\text{NH}_4=0,5\text{--}2,1$ мг/л), закисного и окисного железа (0,3–4,0 мг/л). Фосфаты не обнаружены. Органическое вещество аллохтонного происхождения. Величина окисляемости колеблется в пределах 2–10 мг/л (Григорьев, 1964).

Оз. Тунайча относится к солоноватым меромиктическим водоемам. Верхний его слой (до глубины 15 м) относится к зоне интенсивного водообмена, подвержен волновому перемешиванию, хорошо прогревается (до 20–22°C), насыщен кислородом (9,6–9,8 мг/л), среднее значение рН равно 7,8, соленость низкая и составляет 2,3–2,5‰. Нижний слой располагается ниже 15 м и относится к застойной зоне. Температура воды здесь не превышает 12°C, содержание кислорода резко падает и составляет на 15 м 5–6 мг/л, на 20 м – 0,26 мг/л, рН минимально и варьируется в пределах 6,7–7,2. Соленость воды равна 16–17‰ (Заварзин, 2006; Водная биота..., 2016), что указывает на проникновение морских вод из залива Мордвинова, которые, попав в озеро во время сизигийного прилива, заняли котловину с максимальными для озера глубинами. Образовавшийся пикноклин с резким скачком плотности (1001,32 кг/м³ на глубине 17 м, 1005,79 кг/м³ – 20 м) исключает возможность перемешивания (Лукьянова, 2007). Этот слой насыщен сероводородом. Верхняя граница сероводородного слоя поднимается до глубины 10–12 м, однако концентрации его здесь не превышают 10 мкг/л. На глубине 20 м (а в глубоководной зоне на глубине 15 м) наблюдается резкое увеличение содержания

сероводорода, значения которого составляют 300–320 мкг/л (Заварзин, 2006; Водная биота..., 2016).

По ионному составу вода представляет собой разбавленную морскую (хлоридная, магниевая-натриевая) (Микишин и др., 1995). Средние значения минерализации колеблются в пределах 5,43–21,45 г/л. Преобладают хлорид-ионы – 89,8–90,4% экв. Содержание сульфат-ионов составляет 8,4–9,4% экв., гидрокарбонат-ионов – 0,8–1,2% экв. Наиболее обогащены им воды горизонта 20 м. Изменения концентраций ионов натрия незначительны как по вертикали, так и по горизонтали и идентичны значениям для морской воды. Предельные концентрации ионов кальция и магния составляют 2,7–3,3% экв. и 15,9–20,6% экв., соответственно, и находятся в теснейшей корреляции с соленостью воды (Бровко и др., 2002).

Цвет воды зеленовато-желтый с незначительным изменением во время цветения цианобактерий. Прозрачность – 4–6 м (Усова и др., 1980). В летний период, во время активной вегетации фитопланктона, она уменьшается до 2,5 м, в зимний – увеличивается до 10 м. Наибольшая прозрачность характерна для глубоководной части озера. В прибрежной зоне она понижена за счет обилия взвеси и взмучивания отложений во время волнения, а также выноса илистых частиц и гумусовых веществ многочисленными притоками (Усова и др., 1980).

В летние месяцы отмечена двухслойная термостратификация (в теплые годы – трехслойная) с термоклином на глубине 15–17 м. Верхний слой прогревается до 22°C, ниже 15 м температура не превышает 12°C. Осенью наступает гомотермия, температура воды по всей толще выравнивается и составляет 8–10°C. Зимой подо льдом отмечен обратный градиент температуры: от 0°C у поверхности подо льдом до 5°C у дна в профундали; в центре озера наблюдается опускание холодных вод на глубину до 10 м. В начале весны отмечается весенняя гомотермия. Позднее, в конце мая, в результате прогрева, наблюдается двухслойная термостратификация, которая принимает характеристики летнего распределения (Заварзин, 2005).

К числу биогенных элементов в озере относятся соединения азота, фосфора и кремния. Пространственное распределение и сезонная динамика их обусловлены сложным сочетанием гидрометеорологических и биотических факторов. Значительный интерес представляет их распределение по вертикали. В ранневесенний (при ледовом покрове), поздневесенний (безледный) и летний периоды верхний 10-метровый слой обеднен фосфатами. Содержание их при этом колеблется 0–20 мкг/л с наибольшими значениями в приустьевых, богатых органикой участках рек района Малой Тунайчи (Лукьянова, 2007; Водная биота..., 2016). С глубиной происходит накопление фосфатов, что четко прослеживается по всей акватории (Бровко и др., 2002). Аномально высокая концентрация фосфатов наблюдается в глубоководной части

озера, где на глубине 20–26 м в весенний период она достигает 363 мкг/л, в летний – 700 мкг/л (Водная биота..., 2016).

Незначительны концентрации в миксолимнионе в весенний период (в апреле и в мае) и нитритного азота. Содержание его в апреле варьируется в пределах 1–3 мкг/л (Водная биота..., 2016), в мае – 0,2 мкг-ат/л (Лукьянова, 2007). Летом с активностью фитопланктона оно увеличивается до 5–10 мкг/л. Но наибольшие значения (около 1000 мкг/л) отмечены в анаэробных условиях, ниже слоя скачка на глубине 20 м (Водная биота..., 2016).

В отличие от фосфатов и нитритного азота, присутствие аммонийного азота в миксолимнионе весенний период отмечается в достаточных количествах. Содержание его в апреле подо льдом достигает 266 мкг/л (Водная биота..., 2016), в мае составляет более 1 мкг-ат/л (Лукьянова, 2007). С глубиной, в связи с застаиванием продуктов разложения органического вещества, концентрация аммонийного азота, как и нитритного, увеличивается, составляя более 100 мкг/л на глубине 15–17 м, 1000 мкг/л – глубже 20 м (Лагуны Сахалина, 2002; Водная биота..., 2016).

Иная ситуация проявляется в отношении кремния. Так, ранней весной вертикальное распределение его сравнительно равномерно (400–3100 мкг/л у поверхности воды, 3300–3500 мкг/л на горизонте 10 м, 2900–3400 мкг/л на горизонте 20 м). В начале лета за счет оседания клеток диатомовых и охрофитовых водорослей происходит перераспределение кремния в сторону увеличения его в нижнем абиотическом слое (4750–7050 мкг/л). В августе при массовом развитии цианобактерий содержание кремния в миксолимнионе высоко и составляет 920–1160 мкг/л. Распределение его по вертикали равномерно.

Железо в водах не обнаружено. Перманганатная окисляемость колеблется в пределах 4,2–17,0 мг О/л (Бровко и др., 2002). Вся акватория озера характеризуется высоким содержанием углерода – от 3,2 до 5,6 мг/л, что объясняется активной деятельностью фитопланктона и макрофитов (Лукьянова, 2007).

Оз. Изменчивое. Гидрологический режим озера зависит в основном от приливо-отливных явлений в Охотском море и от возможности водообмена через протоку (Горбунов и др., 2010). При функционировании протоки на основной части лагуны, кроме юго-восточной, наблюдается два процесса. С приливом морские воды с соленостью до 31‰ и температурой около 7°C проникают в лагуну и по дну доходят до его крайней западной части, после чего происходит трансформация морских вод в лагунные. Соленость при этом снижается (до 29‰), температура – увеличивается (до 11°C). В отлив происходит вытекание поверхностных лагунных распресненных вод. Второй процесс имеет горизонтальную направленность: в прилив идет перемещение воды против часовой стрелки вдоль северного и западного берегов, в отлив воды перемещаются в обратном направлении по часовой стрелке. В юго-восточной части

лагуны наблюдается относительное постоянство гидрологических параметров со временем, и эти воды можно охарактеризовать как собственно лагунные. Так, вариации температуры воды по всем горизонтам в июне 2004 г. составляли 10,9–12,4°C, солености – 29,0–29,3‰, рН – 8,0–8,3 (Лабай, 2009).

В результате прекращения водообмена с морем средняя температура воды в озере повышается (с 11°C в июне 2004 г. до 14°C в июне 2007 г.), а соленость понижается (с 29‰ в июне 2004 г. до 25‰ в июне 2007 г.). При этом отсутствует вертикальная стратификация, от поверхности до дна гидрологические параметры практически не меняются. Концентрация растворенного кислорода в воде низкая (8–10,4 мг/л), особенно в северной части озера, где расположены болотистые берега и большие отмели. Величина рН в июне 2007 г. на всей акватории водоема на поверхности составляла 8,3, а у дна – 7,9, что было близко к значениям данного параметра в июне 2004 г. (8–8,3). Такие величины рН характерны для периода начала развития макрофитов (Лабай, 2009).

Оз. Птичье – лагуна-эстуарий, имеющая прерывистую связь с морем. Наличие или отсутствие перемычки, закрывающей протоку, определяет особенности гидрохимического режима лагуны и ее уровень. В открытом состоянии уровень воды определяется приливно-отливными явлениями и характеризуется суточной амплитудой до 1 м. При закрытой протоке колебания уровня отсутствуют, и уровень воды может повышаться до 1 м от уровня максимального прилива при открытой протоке (Водоемы..., 2014).

В мае на всей акватории наблюдается гомотермия от поверхности (3,4°C) до дна (2,2°C). С июня по сентябрь формируется устойчивая двухслойная стратификация с теплым (до 20°C в августе) поверхностным (2–5 м) и холодным (8–10°C) нижним слоем. К осени, в октябре, наблюдается заглубление теплого поверхностного слоя и формирование поверхностного охлажденного слоя. В этот период образуется трехслойная структура с двумя термоклинами, разделяющими верхний метровый (10–11°C), промежуточный трехметровый (12–14°C) и придонный холодный слой (8°C). С ноября устанавливается обратная температурная стратификация. Температура воды верхнего слоя (5–6 м) в этот период составляет 6°C, нижнего – 11°C. С 15 ноября по 15 декабря происходит замерзание лагуны. Максимальная толщина льда до 1 м наблюдается в феврале. В это время температура подо льдом в верхнем метровом слое близка к точке замерзания 0–0,5°C. С глубиной она плавно повышается, достигая у дна 4,2°C (Мотылькова, Коновалова, 2018). Продолжительность ледостава составляет 130–170 дней. Разрушение ледового покрова отмечается в апреле-мае (Григорьев, 1964).

Вертикальное распределение солености на акватории озера во все сезоны представляет собой разделенную пикноклином двухслойную структуру. При открытой протоке пикноклин располагается на глубине 2 м, при закрытой – 5 м. В верхнем распресненном слое, в

зависимости от сезона, стока и водообмена с морем, соленость колеблется от 1,5 до 20,4‰; в нижнем характеризуется практически постоянной соленостью, близкой к морской – от 28,8 до 31,5‰ (Водоемы..., 2014; Мотылькова, Коновалова, 2018). По ионному составу воды разбавленные морские. Обнаружена тесная связь между соленостью, содержанием хлоридов и минерализацией. Последняя увеличивается с глубиной, составляя 10,0 г/л в поверхностном слое, 28,6 г/л – в придонном. Содержание хлорид-ионов повторяет минерализацию. Сульфат-ион в поверхностных водах изменяется в пределах 763–802 мг/л, в придонном слое – 2134–2309 мг/л. Гидрокарбонат-ионы обнаружены лишь в северо-западной части лагуны. Концентрации ионов натрия идентичны значениям морской воды. Содержание ионов кальция составляет 108–116 мг/л в поверхностном слое, 292–304 мг/л – в придонном, содержание ионов магния – 365–387 мг/л и 1031–1119 мг/л соответственно (Бровко и др., 2002).

Воды лагуны относительно богаты кислородом. С ноября по май наблюдается повышение содержания кислорода от дна до поверхности. С июня по сентябрь при открытой протоке картина вертикального распределения кислорода аналогична зимней. При закрытой протоке в верхней части нижнего слоя (вода близкая по характеристикам к морской) отмечается слой повышенной концентрации кислорода, что соответствует слою активного продуцирования фитопланктона. Во всех случаях у дна в профундали наблюдается обедненный кислородом слой (Заварзин, Атаманова, 2014). Величина рН с глубиной снижается. Среднее ее значение у поверхности воды составляет 8,3, в придонном слое – 7,9. Из биогенов – нитрат-ионы не обнаружены, ионы аммония отмечены только в северной части озера (0,7–2 мг/л). Железо обнаружено в водах Черной речки и западной части лагуны, где сказывается влияние речных вод. Содержание кремния составляет 3,0–4,5 мг/л (Бровко и др., 2002).

Лагуна Буссе – типичная прибрежная лагуна со сложной гидродинамикой. Колебание уровня вод в ней за счет приливо-отливных течений достигает 1,3 м; сток рек приводит к возникновению стоковых течений; ветром создаются непериодические сгонно-нагонные перемещения водных масс. Течения в лагуне не имеют определенной направленности, за исключением протоков, связанных непосредственно с зал. Анива, где преобладают приливо-отливные течения, а также центрального и юго-восточного районов (халистатические зоны), где течения приобретают циклонический характер (Шпилько, Шевченко, 2018).

Для лагуны характерна достаточно высокая соленость (до 32‰), что обусловлено интенсивным приливым водообменом с морем. В прилив происходит поступление соленых вод из зал. Анива через пролив Суслова, в отлив – усиливается влияние речного стока. В поверхностном слое соленость, как правило, несколько меньше (22–30‰), чем в придонном (30–31,5‰). В предустьевых участках рек уровень солености в отлив может уменьшаться до 14,5‰ (Бровко, 1990; Ефанов и др., 2016).

По составу воды лагуны Буссе относятся к хлоридному классу, группа натрия, тип ША. Воды типа III– метаморфизированные, включающие частично сильно минерализованные воды, подвергшиеся катионному обмену Na на Ca или Mg (Задкова и др., 1975).

Температура воды в лагуне колеблется в больших пределах, что объясняется неодинаковыми режимами погоды и влиянием более холодных вод Охотского моря, поступление которых при разных фазах прилива захватывает большую или меньшую акваторию лагуны. Наибольший прогрев воды (16–24°C) наблюдается в августе-сентябре. Однако, в некоторые годы уже в июле на локальных участках температура достигает 28,7°C. Весной и в начале лета, когда прогрев воды составляет менее метра, отмечается стратификация вод. В летний период она исчезает благодаря перемешиванию (Ефанов и др., 2016). Во все годы минимальные температуры воды отмечаются в юго-западной и юго-восточной частях лагуны, максимальные – на северо-западном мелководье (Бровко, 1990).

Воды лагуны слабощелочные. Наименьшие значения рН (7,2–8,1) характерны для приустьевых участков рек, наибольшие (8,3–8,8) – в проливе. Содержание кислорода в воде колеблется от 6,94 до 16,5 мг/л. Его распределение в воде равномерно за исключением прибрежных районов и зависит от температурного режима. В весенний и летний периоды воды перенасыщены кислородом (до 157% в июне, до 199% в июле). В придонном слое, где активны процессы окисления органических остатков, его значения несколько понижены (Бровко и др., 1985; Бровко, 1990; Ефанов и др., 2016).

Участки с повышенным содержанием сероводорода в придонном слое воды (4,6–6,5 мг/л) занимают около 40% площади лагуны. Минимальные значения этого газа (0,5–1,6 мг/л) отмечаются в юго-восточной части лагуны, максимальные (до 8,3 мг/л) за счет разложения органических веществ, выносимых реками Аракуль и Лесная – в районе п. Береговое и устья р. Шешкевича (Задкова и др., 1975; Бровко, 1990).

Лагунные воды не богаты биогенными элементами, особенно фосфатами, что связано с большим потреблением его биотой. Среднее значение минерального фосфора составляет в июне 17,2 мкг/л, в июле – 12,9 мкг/л. Наибольшее его содержание отмечено в приустьевых зонах рек и в придонном слое центральной зоны лагуны. Среднее значение содержания аммонийного азота весной составляет 58,6 мкг/л, нитритного азота – 6,3 мкг/л, нитратного азота – 43,1 мкг/л, летом, соответственно – 42,9 мкг/л, 1,1 мкг/л, 15,8 мкг/л. Наибольшие концентрации минеральных форм азота приурочены к р. Аракуль. Содержание кремния в июне в среднем равно 153 мкг/л, в июле – 194 мкг/л. Наибольшие значения его в воде наблюдаются в приустьевой части рек Аракуль и Шешкевича (Ефанов и др., 2016).

1.3 История исследований фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин

Исследованию фитопланктона лагунных озер юго-восточного Сахалина посвящено ограниченное количество работ. Первые доступные нам сведения о растительном планктоне лагуны были получены в период японского губернаторства Карафуто в 1932 г. Созданная в то время японскими колонизаторами многоотраслевая экономика была ориентирована на освоение природных ресурсов острова. В частности, была поставлена задача, направленная на улучшение и повышение рыбопродуктивности водоемов о. Сахалин. Ее решению сопутствовал ряд вопросов, один из которых у японских ученых был связан с исследованием альгофлоры лаг. Буссе. Итоги изучения последней нашли свое отражение в публикации Р. Канно и С. Мацубара, где приводится видовой список водорослей лагуны (Канно, Мацубара, 1932, цит. по: Колганова, 1980).

Долгие годы после присоединения южного Сахалина и Курильских островов к СССР фитопланктон внутренних водоемов о. Сахалин не изучался. В конце 50-х – начале 60-х гг. XX в. с оживлением гидробиологической науки, связанного с расширением прикладных гидробиологических исследований, преимущественно, рыбохозяйственных направлений, возник интерес и к озерам Сахалинской области. Так, выполняя директивы XX и XXI съездов КПСС об ускорении освоения богатых природных ресурсов восточных районов страны и о хозяйственном использовании внутренних водоемов, в целях обеспечения населения Сахалинской области свежей озерной рыбой, Управление по воспроизводству рыбных запасов Сахалинрыбпрома организовало рыбохозяйственное обследование озер острова Сахалин, заключив договор с биолого-почвенным факультетом Московского государственного университета. С 30 июня по 5 августа, 1959 г. в рамках комплексной научной Сахалинской лимнологической экспедиции МГУ был отобран материал по фитопланктону озер Вавайско-Чибисанской системы. В результате исследований был составлен таксономический список микроводорослей, даны количественные показатели фитопланктона, проведен сравнительный анализ видового состава приведенных видов с таковым для Амурского лимана, выделены наиболее часто встречаемые виды (Коптяева, 1964).

Наиболее пристальное внимание к изучению фитопланктона лагунных водоемов юго-восточной части о. Сахалин возникло в 70-е годы прошлого столетия. Так, в 1977 г. по заданию Обкома КПСС и Облисполкома под руководством С.Х. Сабитова было проведено обследование оз. Тунайча с целью определения степени его зарастания и разработки мелиоративных мероприятий (Результаты обследования..., 1977). В марте-сентябре 1977 г. сотрудниками

СахТИНРО и СахУГКС под руководством Э.Р. Чернышевой были организованы сборы фито- и зоопланктона на оз. Тунайча. Результаты данных исследований приведены в работе Н.П. Усовой с соавторами (Усова и др., 1980).

В то же время развернулась активная деятельность по изучению фитопланктона лагуны Буссе (Довгаль, 1973; Калганова, 1980; 1982, 1983, 1986, 1992, 1993, 1995а; 1995б; Пура, 1985; Калганова, Хрушкова; 1986). В указанный период на базе Сахалинского филиала ТИНРО проводился эксперимент по садковому выращиванию приморского гребешка, одним из важных компонентов питания которого служат микроводоросли. В результате планомерных съемок в лагуне, проводимых ежемесячно (в теплое время – ежедекадно) на протяжении восьми лет (с 1971 по 1980 гг.) было отобрано 395 проб фитопланктона. Неоценимый вклад в обработку многолетних материалов по фитопланктону внесла Т.Н. Калганова. Ее архивные и опубликованные работы содержат подробные сведения о таксономическом составе, доминирующих видах, количественных показателях, пространственном распределении и сезонной динамике развития планктонных микроводорослей того времени. Изучение планктонной альгофлоры лагуны Буссе проводилось Т.Н. Калгановой по собственной инициативе и в последующие годы. С 1981 г. по 2001 г. ею раз в сезон отбирался материал. Результаты этих исследований кратко изложены на IX Дальневосточной конференции по Заповедному делу (Калганова, 2010).

В 90-е гг. XX века на фоне всеобщего в стране падения интереса к гидробиологии, исследования по фитопланктону лагунных озер не проводились. Единственная съемка по сбору и обработке фитопланктона и фитобентоса (в частности диатомовой флоры) была проведена в ходе экспедиции в 1989–1991 гг. А.Н. Володарского, Л.Д. Демина и В.А. Клюканова в рамках подробных геоэкологических исследований оз. Тунайча по договору между Дальневосточным Государственным университетом и Сахалинским отделением ТИНРО (Геоэкология озера Тунайча, 1991). В результате чего был составлен список диатомовых водорослей, обитающих в планктоне и поверхностном слое донных осадков, дана характеристика этих видов по шкале галобности, сделан вывод о второстепенной роли диатомовых фитопланктона оз. Тунайчи по сравнению с цианобактериями.

Систематичные планомерные исследования кормовой базы рыб внутренних водоемов о. Сахалин, включающие сбор гидрологических данных, а также по фито-, зоо-, ихтиопланктону и бентосу, были проведены с 2001 по 2015 г. сотрудниками Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Большой вклад в изучение водной биоты лагун и озер южного Сахалина внесли и сотрудники других учреждений. Так, в августе 2001 г. и июле–августе 2002 г. в рамках международного сахалинского проекта Т.В. Никулиной был проведен тщательный диатомовый анализ в оз. М. Чибисанское и некоторых

южносахалинских водотоков (Никулина, 2005). В результате ею был составлен видовой список диатомовой флоры вышеуказанных водоемов с указанием частоты встречаемости, эколого-географической характеристики видов, был проведен кластерный анализ на основе количественной оценки видового обилия.

В октябре 2004 г. были проведены исследования фитопланктона прибрежной зоны ряда озер Охотской системы Южного Сахалина. Полученные результаты позволили выявить особенности развития микроводоросей в осенний период в оз. Свободное, оз. Хвалисекое, оз. Русское, оз. Тунайча (Калганова, Герцог, 2012).

В 2011 г. в южной части лагуны Буссе был собран материал и получены данные о видовом составе, количественном развитии и распределении летнего фитопланктона (Тепалева, Калганова, 2012). В дальнейшем, сведения были дополнены сезонными исследованиями (Ефанов, Тепалева, 2014).

ГЛАВА 2 . МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение фитопланктона проводилось на материалах, собранных во время гидробиологических экспедиций СахНИРО в 2001–2015 гг. в различных водоемах юго-восточной части о. Сахалин: оз. Тунайча, Вавайских озерах (оз. Б. Вавайское, оз. М. Вавайское), Чибисанских озерах (оз. Б. Чибисанское, оз. М. Чибисанское), оз. Изменчивое, оз. Птичьё, лаг. Буссе. Сборы проводили с надувных моторных лодок Фаворит 420 с двигателями Yamaha 30D. Привязку станций и навигацию осуществляли при помощи спутниковых 12-канальных навигаторов Garmin GPS 12 и GPS II plus. Сведения о времени сбора проб на вышеуказанных водоемах, количестве станций, горизонтов, проб, представлены в таблице 2.1. Всего было собрано и проанализировано 863 количественные пробы фитопланктона.

Таблица 2.1 – Объем собранного и обработанного материала в лагунных озерах юго-восточной части о. Сахалин в 2012–2015 гг.

Водоем	Год	Число/Месяц	Количество станций	Количество проб	Горизонты
Т	2001	15.08–23.08	18	67	0, 5, 10
	2002	21.03	3	5	0, (3), 10, 15, (20)
		28.04	5	10	0, (3), 10, 15, (20)
		11.05	6	14	0, (3), 10, 15, (20)
		22.05	6	14	0, (3), 10, 15, (20)
		10.06	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
		01.07	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
		16.07	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
		29.07	6	14	0, (3), 10, 15, (20)
		24.08	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
		12.09	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
	10.10	6	11	0, (3), 10, 15, (20)	
	2003	10.05	6	14	0, (3), 10, 15, (20)
		11.06	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
		26.06	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
		24.07	6	14	0, (3), 10, 15, (20)
		04.09	6	13	0, (3), 10, 15, (20)
		10.10	6	14	0, (3), 10, 15, (20)
		11.11	6	14	0, (3), 10, 15, (20)
		20.02	6	18	0, (3), 10, 15, (20)
2020	20.07	4	4	0	
2021	25.07	4	4	0	
МВ	2004	08.07	1	2	0, дно
	2007	15.05	1	2	0, дно
		19.06	1	2	0, дно
		24.07	1	2	0, дно

Водоем	Год	Число/Месяц	Количество станций	Количество проб	Горизонты
		28.08	1	2	0, дно
		28.09	1	2	0, дно
		30.10	1	2	0, дно
		16.11	1	2	0, дно
		2008	04.03	1	2
БВ	2004	08.07	10	20	0, дно
	2007	15.05	10	20	0, дно
		19.06	10	20	0, дно
		24.07	10	20	0, дно
		28.08	10	20	0, дно
		28.09	10	20	0, дно
		30.10	10	20	0, дно
		16.11	10	20	0, дно
	2008	29.02–04.03	5	10	0, дно
МЧ	2004	17.07	1	1	0
БЧ	2004	17.07	5	10	0, дно
И	2004	2.06.	9	16	0, дно
	2005	25.01.	5	8	0, дно
		28.03	5	5	0
		19.04	5	5	0
		26.05	5	9	0, дно
		28.07	5	9	0, дно
		30.09	5	9	0, дно
		28.10	5	9	0, дно
		24.11	5	9	0, дно
	12.01	5	9	0, дно	
2007	06.06	9	17	0, дно	
П	2012	13.05	6	18	0, 5, 10
		14.06	6	18	0, 5, 10
		12.07	6	18	0, 5, 10
		10.08	6	18	0, 5, 10
		20.09	6	18	0, 5, 10
		14.10	6	18	0, 5, 10
		16.11	6	18	0, 5, 10
	2013	14.02	6	18	0, 5, 10
Б	2014	21.05	6	12	0, дно
		25.06–26.06	6	12	0, дно
		17.07	6	12	0, дно
		06.08	6	12	0, дно
		18.09	6	12	0, дно
		08.10	6	12	0, дно
		18.11	6	12	0, дно
	2015	27.02	5	10	0, дно

Примечание: Т – оз. Тунайча, МВ – оз. Малое Вавайское, БВ – оз. Большое Вавайское, МЧ – оз. Малое Чибисанское, БЧ – оз. Большое Чибисанское, И – лагунное озеро Изменчивое, П – лагунное озеро Птичьё, Б – лагуна Буссе.

На рисунке 2.1 приведена карта схема района работ с сеткой станций.

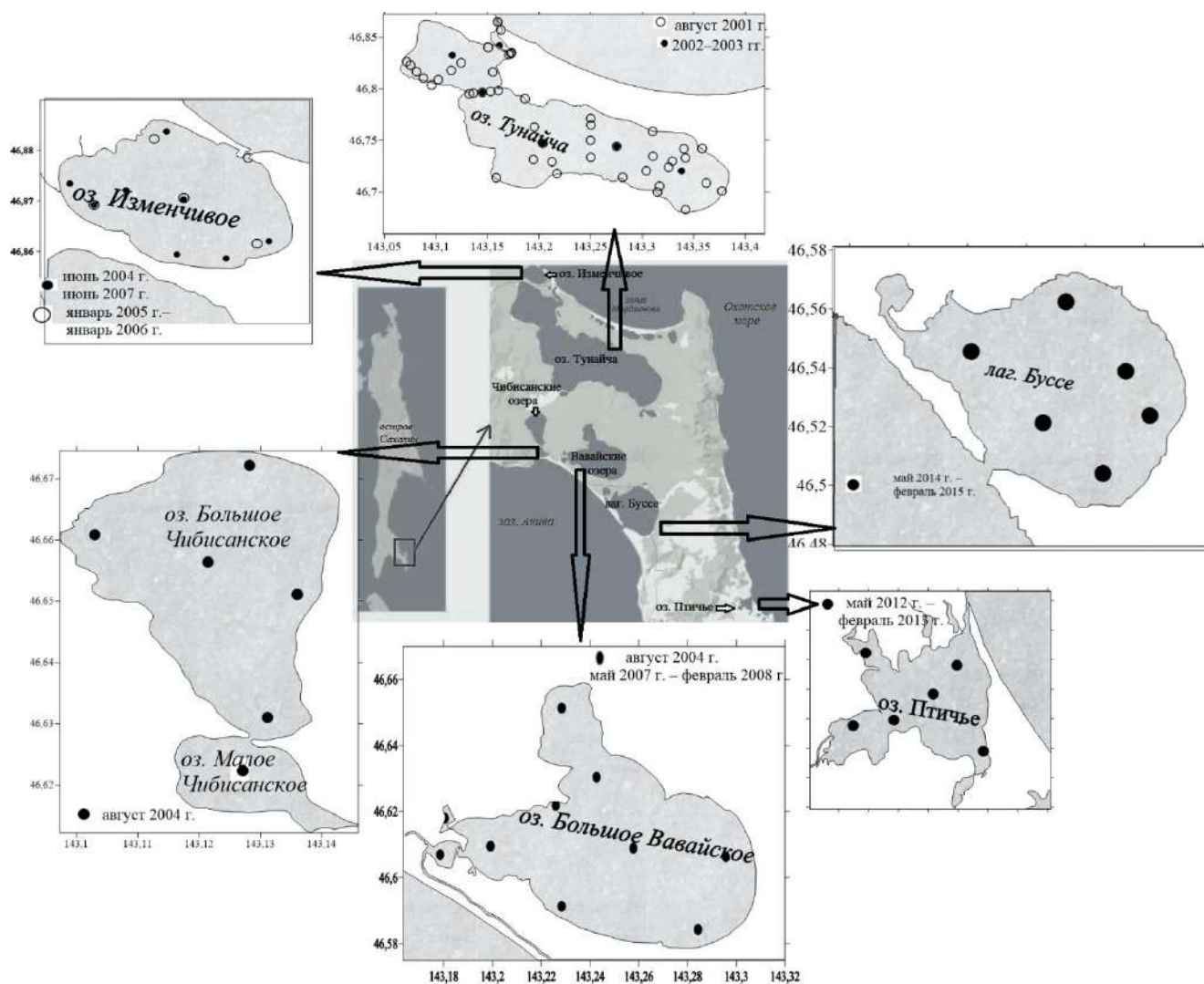


Рисунок 2.1 – Схема расположения фитопланктонных станций в лагунных озерах юго-восточного Сахалина с 2001 г. по 2015 г.

Пробы отбирали трехлитровым тефлоновым батометром «Chalsico» в 1,5 литровые темные пластиковые бутылки. Одновременно с отбором проб с помощью зонда YSI-85 проводили измерения температуры, солености воды, концентрации растворенного кислорода и рН. Консервацию фитопланктонных проб производили фиксатором – раствором Утермеля. Концентрировали их методом обратной фильтрации через нуклеопоровые лавсановые фильтры диаметром пор 3 мкм (Федоров, 1979; Радченко и др., 2010). Объем концентрата составлял 3–20 мл.

Морфологию микроводорослей изучали с помощью светового микроскопа проходящего света Leica DM LS2 с увеличением до $\times 1600$; для идентификации видов использовали атласы, определители и монографии отечественных и зарубежных авторов (Киселев, 1950, 1954; Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1953; Киселев и др., 1953; Матвиенко, 1954; Попова,

1955; Прошкина-Лавренко, 1955, 1963; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Диатомовые водоросли..., 1974, 1988, 1992; 2002; 2006; Макарова, 1988; Коновалова и др., 1989; Коновалова, 1998; Барина, Медведева, 1996; Водоросли, вызывающие «цветение», 2006; Генкал, Трифонова, 2009; Коновалова, Селина, 2010; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; Identifying Marine..., 1996; Berard-Terriault et al., 1999; Komárek, Anagnostidis, 1999; Lange-Bertalot, 2001; Horner, 2002; Thronsen et al., 2007; Hoppenrath et al., 2009; Algae of Australia, 2010; Al-Yamani, Saburova, 2010, 2011; Krammer, 2000; Kraberg et al., 2010).

Уточнение видового состава центрических диатомовых водорослей лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин проводилось С.И. Генкалом (Институт биологии внутренних вод РАН) на основе электронно-микроскопического изучения (Генкал и др., 2011). Освобождение створок от органической части осуществлялось методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты исследовали в сканирующем электронном микроскопе (JSM-25S).

Определение пеннатных видов диатомей вели с помощью световой микроскопии. Освобождение клеток диатомей от протопласта производили методом холодного сжигания на основе хромовой смеси. Полученный материал промывали дистиллированной водой, центрифугировали до образования прозрачного раствора (Руководство..., 1983). Полученные постоянные препараты заключали в кедровый бальзам. Микроскопирование проводили с использованием масляной иммерсии (x1600).

Два вида из оз. Тунайча (*Peridiniella catenata* (Levander) Balech и *Minidiscus spinulatus* (Takano) J.S.Park & J.H.Lee) были идентифицированы сотрудниками Института биологии моря ДВО РАН (г. Владивосток) М.С. Селиной и О.Г. Шевченко. Определение этих микроводорослей с использованием стандартных методик (Hasle, Fryxell, 1970) проводилось на световом Jenamed 2 и трансмиссионном JEM-100 JEOL микроскопах.

Составление общего таксономического списка водорослей лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин базировалось на собственных, архивных и литературных данных. Видовая принадлежность синонимичных видов и актуальность названий уточнялись при использовании общепризнанной международной базы данных Интернет-ресурса Algaebase (Guiry M.D., Guiry G.M., 2020).

Клетки подсчитывали в камере Нажотта объемом 0,05 мл при увеличении от $\times 160$ до $\times 320$. Крупные и редкие виды определяли в камере типа «Пенал» объемом 1 мл. Одновременно с подсчетом клеток проводились их измерения размеров. Учитывали как планктонные, так и бентосные формы микроводорослей.

Численность клеток (N) высчитывали по формуле:

$$N = \frac{n(\text{кл}) \times v(\text{мл})}{V_{\text{камеры}}(\text{мл}) \times V_{\text{пробы}}(\text{л})},$$

где n — количество клеток в камере, кл., v — объем сконцентрированной пробы, мл; V (камеры) — объем камеры, в которой осуществляются определение клеток и подсчет, мл; V (пробы) — объем пробы, л (Радченко и др., 2010).

Биомассу фитопланктона (B) определяли, используя счетно-объемный метод, учитывая численность каждого таксона, объем клеток его особей, приравнивая удельную массу водорослей к 1 (Методика изучения, 1975). Объем клеток определяли методом геометрического подобия (Кольцова, 1970; Макарова, Пичкилы, 1970, Брянцева, 1996; Радченко и др., 2010).

К видам, формирующим доминантный комплекс, относили виды, численность или биомасса которых равнялась или превышала 20% от общей численности или биомассы (Коновалова, 1984).

Частоту доминирования (DF) рассчитывали согласно формуле:

$$DF = D/F \times 100,$$

где F — общее число обработанных проб за месяц; D — число проб за месяц, в которых данный вид занимал одно из трех первых мест по значениям численности или биомассе (Макаревич, 1966; Кожова, 1970).

Средние значения численности, биомассы и индексов видового разнообразия для каждого месяца рассчитывали как средневзвешенные значения по всем станциям от поверхности до дна.

Компьютерную обработку данных по фитопланктону проводили с помощью программы «Plankton», разработанную бывшим сотрудником СахНИРО Кузнецовым Д. С.

Данные о приуроченности каждого вида к местообитанию, распространению, отношению их к солености воды, активной реакции среды и сапробности приведены согласно вышеуказанным определителям, флористическим сводкам, публикациям ряда авторов (Барина и др., 2000; Никулина, 2005, 2010; Герасимюк, Ковтун, 2007; Бегун, Звягинцев, 2013; Корнева, 2015; Рябушко, Бегун, 2016; Bukhtiyarova, 1999; Al-Yamani, Saburova, 2011). При этом в группировку бентосных видов были включены эпифиты, эпипелиты, эпилиты, обрастатели и литоральные виды.

Выделение географических групп осуществлялось на основе различий в широтно-зональном распространении видов, принятом в биогеографии. Виды микроводорослей и цианобактерий континентального происхождения подразделялись на аркто-альпийские, бореальные и космополиты. Для солоноватоводных, имеющих морское происхождение,

солонатоводно-морских и морских видов использовали классификацию по типам ареалов, предложенную Г.И. Семиной (Семина, 1967, 1974).

Для оценки видового разнообразия фитопланктона использовали индекс Шеннона (H):

$$H = -\sum p_i/N \log_2(p_i/N),$$

где p_i – оценка значимости каждого вида, N — сумма оценок значимости (Шитиков и др., 2005).

Степень выравненности сообщества оценивали с помощью индекса Э. Пиелу (e):

$$e = H / \log_2 S,$$

где H – показатель общего видового разнообразия Шеннона, S — общее число видов (Pielou, 1966).

Для оценки степени доминирования рассчитывали индекс Симпсона (c):

$$c = \sum (n_i/N)^2,$$

где p_i – оценка значимости каждого вида (численность, биомасса), N — сумма оценок значимости (Одум, 1986).

Для сравнения флористического состава фитопланктона лагунных озер использовали коэффициент видового сходства Чекановского-Серенсена (J):

$$J = 2 a/b+c,$$

где a – число общих видов, b и c – число видов в сравниваемых списках (Песенко, 1982).

На основе этого индекса проводили кластерный анализ по полному списку водорослей.

Средние значения численности, биомассы и индексов видового разнообразия для каждого месяца рассчитывали как средневзвешенные значения по всем станциям от поверхности до дна.

При выделении альгоценозов использовали индекс ценотического сходства, который впервые был предложен Я. Чекановским (C_{xy}):

$$C_{xy} = \sum (\text{MIN} p_x, p_y),$$

где C_{xy} – индекс сходства станций (проб) x и y (%); p – относительная биомасса конкретного вида на станциях x и y соответственно (%) (География..., 2002).

Созданная матрица служит основой при кластеризации данных. Кластеризация проводилась построением дендрограммы сходства по методу невзвешенных парно-групповых средних (Дюран, Оделл, 1977). Выделенные кластеры описывали конкретные комплексы при уровне сходства более 40%. Для каждого комплекса вычислялись его количественные характеристики, и строилась соответствующая таблица, в которой для каждого вида приводилась средняя численность (N), средняя биомасса (B), относительная биомасса (B (%)), частота встречаемости в альгоценозе (ЧВ), коэффициент относительности (КО). Формулы для вычисления данных показателей следующие:

Относительная биомасса (В (%)):

$$B (\%) = 100 \times V_i / B,$$

где V_i – средняя биомасса i – того вида; B – средняя биомасса на станции,

частота встречаемости (ЧВ, %):

$$ЧВ_i = 100 \times k_i / k (\%),$$

где k_i – количество станций, на которых встречался i -тый вид, k – общее количество станций,

коэффициент относительности (КО):

$$КО = B \times ЧВ,$$

где B – средняя относительная биомасса (%), $ЧВ$ – частота встречаемости вида (%) (Палий, 1961).

При вычислении значимости отдельного вида принимали во внимание вклад каждого вида в создание средней общей биомассы, частоты встречаемости и коэффициент относительности. Вид считался доминирующим, если значение коэффициента относительности 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 (Планктон и бентос..., 2010).

ГЛАВА 3 . ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ЛАГУННЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ О.
САХАЛИН

3.1 Общая таксономическая структура фитопланктона лагунных озер юго-восточной
части о. Сахалин

К настоящему времени сводный таксономический список микроводорослей планктона, с учетом литературных и собственных данных, включает 915 видов и разновидностей из 294 родов, 149 семейств, 77 порядков, 22 классов, 9 отделов, 4 царств и 2 империй (таблица 3.1.1; Приложение 1).

Таблица 3.1.1 – Таксономическая структура фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин

Отделы	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Вид, разновидность, форма
Cyanobacteria	1	4	12	23	45	47
Bacillariophyta	3	37	67	147	543	592
Cryptophyta	1	2	3	4	5	5
Charophyta	2	3	4	10	16	17
Chlorophyta	4	9	15	36	61	64
Euglenozoa	1	2	4	6	14	14
Miozoa	3	12	33	57	158	158
Ochrophyta	6	8	10	12	17	17
Cercozoa	1	1	1	1	1	1
Всего	22	78	149	296	860	915

Проверка таксономического списка на полноту, согласно соблюдению зависимости Виллиса (Willis, 1949) между распределением числа видов с внутривидовыми таксонами и родов, показала, что видовой состав альгофлоры практически близок к насыщению (рисунок 3.1.1).

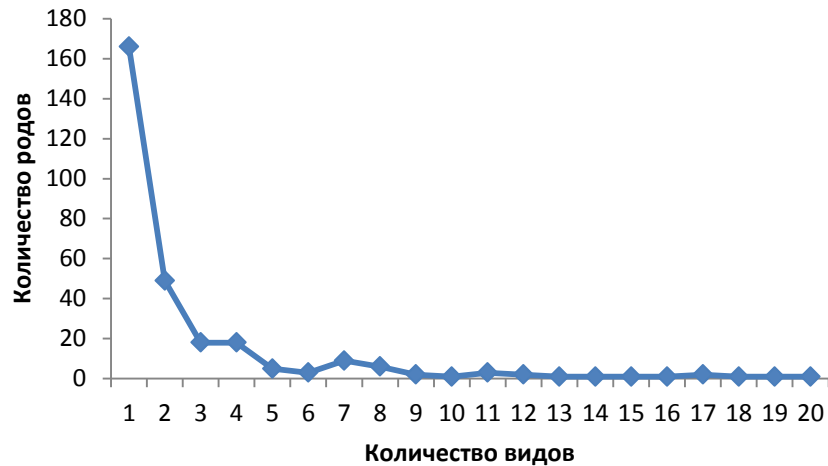


Рисунок 3.1.1 – Зависимость Виллиса для лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин.

Количество видов в разных лагунных озерах варьируется от 206 до 368 и зависит от геоморфологических (степени изолированности, глубины, площади) и гидрологических (соленость) характеристик водоемов. Так, наиболее длинным видовым списком отличается полузакрытая морская лагуна Буссе. Следует заметить, что для подобного типа водоемов, к которым относятся оз. Изменчивое и оз. Птичьё, наблюдается тенденция уменьшения видового состава с уменьшением площади и увеличением глубины водоема. Второе место по количеству видов занимает отчлененное от моря, пресноводное оз. Б. Вавайское, третье – закрытое, олигогалинное оз. Тунайча (таблица 3.1.2). В данном сравнительном анализе Чибисанские озера не принимаются во внимание, поскольку съемки, проведенные в них, были разовые и охватывали лишь летний период. Предположительно, видовое богатство зависит не только от морфологии и гидрологии водоема, но и комплекса субъективных причин, к которым, в первую очередь, можно отнести количество и продолжительность рядов наблюдений, применение методик сбора и обработки планктонных проб. Для оценки влияния этих факторов, мы проанализировали видовые списки по оригинальным данным, полученным в результате сборов материалов, проведенных по единой схеме (ежемесячно в течение года на 5–6 станциях) в пяти озерах. Из таблицы 3.1.3 видно, что не степень изученности альгофлоры влияет на формирование разнообразия видового состава, а иные причины – геоморфологическое строение водоема, его гидрологический режим.

Таблица 3.1.2 – Количество видов и внутривидовых таксонов водорослей планктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин по накопительным спискам водорослей

Отделы	Озера					
	Чибисанские	Вавайские	Тунайча	Изменчивое	Птичьё	Буссе
Cyanobacteria	13	44	10	3	1	5
Bacillariophyta	178	226	266	190	107	232
Cryptophyta	0	2	4	4	3	3
Charophyta	3	14	4	2	0	3
Chlorophyta	21	50	16	11	9	18
Euglenozoa	0	8	3	4	1	4
Miozoa	0	5	36	100	79	99
Ochrophyta	3	9	4	3	5	3
Cercozoa	0	0	1	1	1	1
Всего	218	358	344	318	206	368

Таблица 3.1.3 – Количество видов и внутривидовых таксонов водорослей планктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин, зарегистрированных в течение одного года наблюдений

Водоем	Озера				
	Вавайские	Тунайча	Изменчивое	Птичьё	Буссе
Год наблюдений	2007	2002 /2003	2005	2012	2014
Количество видов	296	200/165	266	206	306

Основу альгофлоры исследуемых водоемов составляют диатомовые водоросли (65% от общего количества видов). За ними следуют динофитовые (17%), зеленые (7%), цианобактерии (5%). Доля остальных отделов водорослей в формировании общего видового списка не превышает 2%.

Сравнительный анализ индивидуальных флор выявил, что диатомовые отличаются видовым богатством во всех исследуемых водоемах (52–82%). Роль зеленых, динофитовых водорослей и цианобактерий в разных водоемах неравнозначна и зависит от типа водоема. Наибольший вклад в формирование таксономического списка наряду с диатомовыми в отчлененных от моря пресноводных озерах ВЧС вносят зеленые и цианобактерии, в водоемах, имеющих связь с морем (оз. Тунайча, оз. Изменчивое, оз. Птичьё, лаг. Буссе) – динофитовые (рисунок 3.1.1). Надо отметить, что в оз. Тунайча, в отличие от остальных морских лагун, динофитовые опережают зеленых не более, чем на 5% от общего количества видов. Однако, число и соотношение этих отделов здесь варьируются в зависимости от биотопа. Так динофитовые наиболее разнообразны в районе протоки, зеленые – на остальной части водоема. Преобладание в таксономической структуре диатомовых со значительным участием

динофитовых водорослей характерно для фитопланктонных сообществ прибрежных вод арктической и бореальных зон (Макаревич, Дружкова, 2010; Шунтов, 2001), цианобактерий и зеленых водорослей – для многих озерных экосистем умеренной зоны (Михеева, 1985; Сиделев, Бабаназарова, 2008) и полярных широт (Шаров, 2020).

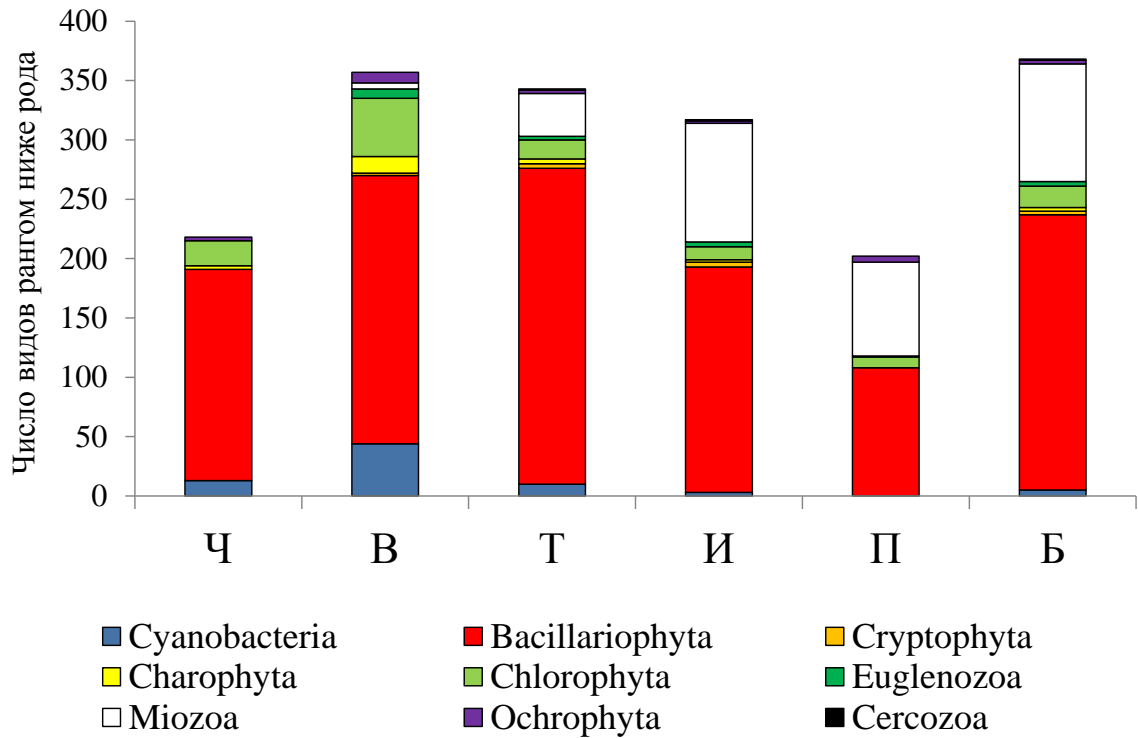


Рисунок 3.1.1 – Таксономический состав альгофлоры планктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин: Ч – Чибисанские озера, В – Вавайские озера, Т – оз. Тунайча, И – оз. Изменчивое, П – оз. Птичьe, Б – лаг. Буссе.

Анализ расположения семейств по видовой насыщенности выявил в общем списке 22 ведущих семейства, каждое из которых содержит 10 и более таксонов рангом ниже рода. Доля совокупного количества видов и внутривидовых таксонов, входящих в эти семейства составляет практически половину всех отмеченных подвидовых таксонов – 53% (462 формы), что является закономерностью в таксономическом составе для любой хорошо изученной флоры (Шмидт, 1980). Головную часть флористического спектра, т.е. входящими в десятку лидирующих семейств (Толмачев, 1974), формируют семейства пеннатных диатомей (Naviculaceae (68 видов и внутривидовых таксона), Bacillariaceae (61), Gomphonemataceae (39), Eunotiaceae (27), Surirellaceae (27), Pinnulariaceae (26), Fragilariaceae (22)), центрических диатомей (Chaetocerotaceae (25)) и динофитовых водорослей (Protoperidiniaceae (27), Gymnodiniaceae (26)). Представленность остальных двенадцати ведущих семейств, относящихся к отделам диатомовые (Cymbellaceae, Diploneidaceae, Pleurosigmataceae,

Rhopalodiaceae, Stauroneidaceae, Stephanodiscaceae, Tabellariaceae, Ulnariaceae, Thalassiosiraceae), динофитовые (Gonyaulacaceae), зеленые (Scenedesmaceae) и харовые (Desmidiaceae), ограничивается 10–14 видами.

Первые два из десятка лидирующих семейств (Naviculaceae и Bacillariaceae) преобладают по числу таксонов во всех лагунных озерах. Семейства Gomphonemataceae, Fragilariaceae, Surirellaceae, Eunotiaceae, Pinnulariaceae более разнообразны в пресноводных озерах ВЧС и олигогалинном оз. Тунайча, Chaetocerotaceae, Gymnodiniaceae, Protoperidiniaceae – в морских лагунах (оз. Птичьё, оз. Изменчивое, лаг. Буссе) (таблица 3.1.4).

Таблица 3.1.4 – Количество видов и внутривидовых таксонов в лидирующих семействах фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин. Обозначения те же, что на рисунке 3.1.1.

Семейство	Озера					
	В	Ч	Т	И	П	Б
Bacillariaceae	28	14	27	19	18	26
Naviculaceae	14	14	27	31	22	26
Gomphonemataceae	23	20	17	5	6	5
Fragilariaceae	11	10	6	6	4	5
Surirellaceae	12	10	11	8	3	3
Eunotiaceae	20	6	15	1	0	1
Pinnulariaceae	13	8	12	5	1	4
Chaetocerotaceae	0	0	7	6	0	23
Gymnodiniaceae	0	0	7	12	13	16
Protoperidiniaceae	0	0	1	20	16	15

Одним из показателей, отражающих специфику альгофлоры различных природных зон являются таксономические спектры на уровне родов. Как правило, в родовые спектры входят наиболее крупные роды из разных отделов, однако помимо факта вхождения какого-либо рода в родовую спектр информативными являются ранговые показатели (ранговое место рода, число таксонов в нем, вклад рода в формирование флоры) (Медведева, Никулина, 2019).

На основании сводного таксономического списка микроводорослей планктона лагунных озер выявлено 14 ведущих родов, отличающихся наибольшим количеством таксонов (от 10 и выше). Все они, за исключением *Protoperidinium* Bergh и *Gymnodinium* F.Stein, являются представителями диатомовой флоры. Наибольшей видовой насыщенностью отличаются роды *Navicula* Woy (42 вида и внутривидовых таксона), *Nitzschia* Hassall (41). За ними следуют *Protoperidinium* Bergh (27), *Eunotia* Ehrenberg (27), *Pinnularia* Ehrenberg (26), *Gomphonema* Ehrenberg (24), *Chaetoceros* Ehrenberg (25), *Gymnodinium* F.Stein (23). Оставшиеся шесть ведущих родов (*Cymbella* C.Agardh, *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve, *Surirella* Turpin, *Gyrosigma*

Hassall, *Fragilaria* Lyngbye и *Thalassiosira* Cleve) содержат не более 16 таксонов (см. приложение 1).

Анализ списков конкретных флор планктона показывает, что лидирующее положение родов *Navicula* и *Nitzschia* характерно для всех лагунных озер. Роды *Eunotia*, *Pinnularia*, *Gomphonema* значительного видового богатства достигают в пресноводных озерах ВЧС и олигогалинном оз. Тунайча, *Protoperidinium*, *Chaetoceros*, *Gymnodinium* – в морских лагунах (таблица 3.1.5).

Особое место в общей таксономической структуре альгофлоры лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин занимают одновидовые семейства и роды. Так, нами выявлено 39 (26% от общего количества семейств) одновидовых семейств и 166 (57% от общего количества видов) одновидовых родов. Большое количество одновидовых семейств и родов является характерной чертой бореальных флор (Чекрыжева, Комулайнен, 2008).

Сравнение видового состава фитопланктона лагунных озер по индексу видового сходства Чекановского-Серенсена, показало низкое сходство (не более 56%) сравниваемых водоемов. На дендрограмме видно (рисунок 3.1.2), что на уровне сходства 42–51% выделяется три кластера.

Таблица 3.1.5 – Количество видов и внутривидовых таксонов в лидирующих родах фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин. Обозначения те же, что на рисунке 3.1.1.

Род	Озера					
	В	Ч	Т	И	П	Б
<i>Nitzschia</i>	22	11	14	11	10	14
<i>Navicula</i>	11	8	18	19	16	17
<i>Protoperidinium</i>	0	0	1	18	16	14
<i>Eunotia</i>	20	6	15	1	0	1
<i>Pinnularia</i>	13	8	12	5	1	4
<i>Gomphonema</i>	14	13	12	3	3	3
<i>Chaetoceros</i>	0	0	6	6	0	21
<i>Gymnodinium</i>	0	0	7	10	11	11

На уровне сходства более 51% формируется кластер, включающий незначительно удаленные друг от друга, близкие по гидрологическому режиму и характеризующиеся отсутствием водообмена с морем пресноводные Чибисанские и Вавайские озера. Основу планктонной флоры в них составляют пресноводные и пресноводно-солонатоводные виды.

Второй кластер (уровень сходства 45%) объединяет лагунные озера, имеющие связь с морем – полузакрытые водоемы оз. Изменчивое, оз. Птичье, лаг. Буссе. Главную роль в

формировании видового состава в них играют морские, солоноватоводно-морские и солоноватоводные виды – общие с прилегающим морским побережьем (Konovalova, Motylkova, 2003; Гидробиологическая характеристика..., 2018).

Отдельным кластером выделяется олигогалинное оз. Тунайча, где основной вклад вносят пресноводные, пресноводно-солоноватоводные и солоноватоводно-морские виды.

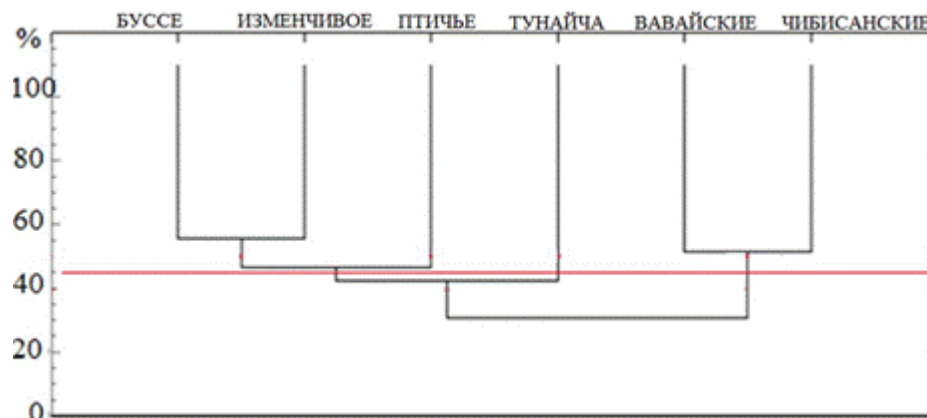


Рисунок 3.1.2 – Дендрограмма сходства озер юго-восточной части о. Сахалин по видовому составу фитопланктона.

Общими для фитопланктона всех исследуемых водоемов являются 12 видов. Все они являются представителями порядка Bacillariales: *Amphora ovalis*, *Caloneis silicula*, *Cocconeis pediculus*, *C. scutellum*, *Ctenophora pulchella*, *Diploneis parma*, *Gomphonema parvulum*, *Gyrosigma acuminatum*, *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia palea*, *Tryblionella levidensis*, *Ulnaria ulna*.

В результате таксономических исследований фитопланктона найдено 352 вида микроводорослей, которые ранее не отмечались во внутренних водах о. Сахалин (см. приложение 1, новые виды помечены знаком «*»).

3.2 Эколого географическая характеристика фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин

По отношению к солености воды микроводоросли лагун можно разделить на следующие группы: морские виды – обитающие в воде с морской соленостью от 26‰ и выше, солоноватоводные – живущие при солености от 5 до 26‰, пресноводные – обитающие в пресной воде. Между ними существует несколько промежуточных типов: солоноватоводно-морские, пресноводно-солоноватоводные, пресноводно-солоноватоводно-морские.

Характеристика фитопланктона по отношению к солености показывает, что для разных районов исследования в соотношении группировок отмечаются сильные вариации (таблица 3.2.1).

По видовому разнообразию пресноводных видов первое место занимают пресноводные озера (73% от общего количества видов в Чибисанских озерах, 77% – в Вавайских), второе – олигогалинное озеро Тунайча (44%), третье – морские лагуны (23% – в оз. Птичье, 20% – в оз. Изменчивое, 16% – в лаг. Буссе). Обратный отсчет наблюдается в отношении морских видов (45% – в оз. Изменчивое, 44% – в лаг. Буссе, 42% – в оз. Птичье, 14% – в оз. Тунайча, по 1% – в озерах ВЧС).

Из пресноводных видов, образующих значительные концентрации в озерах ВЧС следует отметить *Anathece clathrata*, *Aphanocapsa delicatissima*, *A. planctonica*, *A. holsatica*, *Microcystis pulverea* f. *minor*, *M. viridis*, *M. wesenbergii*, *M. aeruginosa*, *Desmodesmus communis*, *Tabellaria fenestrata*, в оз. Тунайча – *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Fragilaria crotonensis*, *Diatoma vulgaris*, *Dolichospermum spiroides*, *Monoraphidium convolutum*.

В морских лагунах представители пресноводной флоры, как правило, не образуют массовых скоплений, однако, спорадически, преимущественно в поздне-осенний и зимний периоды, могут доминировать в планктоне. Так, например, в комплекс доминирующих видов по численности в оз. Изменчивое входят *Gyrosigma acuminatum*, *Iconella tenera*, *Merismopedia tenuissima*, в оз. Птичье – *Neidium affine*, *Tetradesmus obliquus*, *Woronichinia compacta*, *Euglena pascheri*, в лаг. Буссе – *Aulacoseira islandica*. Наиболее значимы здесь по видовому составу, численности, биомассы являются морские виды. Среди них весомую роль в ценозообразовании оз. Изменчивое играют *Navicula transitans*, *Nitzschia frigida*, *Odontella aurita*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira nordenskioldii*, оз. Птичье – *Akashiwo sanguinea*, *Dinophysis acuminata*, *Gyrodinium spirale*, *Heterocapsa rotundata*, *Tripos fusus*, лаг. Буссе – *Rhizosolenia setigera*, *Tripos fusus*, *Th. nordenskioldii*. В олигогалинном оз. Тунайча морские виды составляют примерно пятую часть всех обнаруженных видов, их развитие здесь незначительно, а распространение ограничивается районом протоки.

Существенный вклад в формировании фитопланктона лагунных озер вносят виды смешанных групп: пресноводно-солонатоводные и солонатоводно-морские. Последние в таксономическом отношении более разнообразны в морских лагунах, пресноводно-солонатоводные – в озерах ВЧС и оз. Тунайча. Среди пресноводно-солонатоводных видов в комплекс структурообразующих в лагунных озерах ВЧС входят *Asterionella formosa*, *A. formosa* var. *gracillima*, *Ctenophora pulchella*, *Melosira varians*, *Pantocsekiella kuetzingiana*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Thalassiosira bramaputrae*, в оз. Тунайча – *C. pulchella*, *M. varians*, *Rhoicosphaenia abbreviata*, в оз. Изменчивое – *Asterionella formosa*, в оз. Птичье – *Cocconeis*

pediculus, *Ctenophora pulchella*, в оз. Буссе – *Navicula cincta*. Солоноватоводно-морские виды в озерах ВЧС в формировании численности и биомассы важной роли не играют. Однако в лагунных озерах, менее обособленных от моря, эта группа видов является значимой. Достаточно обильны среди них в оз. Изменчивое *Plagioselmis prolunga*, *S. costatum*, *Paralia sulcata*, *Prorocentrum cordatum*, в оз. Птичьё – *Gyrosigma balticum*, *Teleaulax acuta*, в оз. Буссе – *Actinoptychus senarius*, *Prorocentrum micans*, *S. costatum*, в оз. Тунайча – *Coscinodiscopsis commutata*, *Chaetoceros subtilis*, *Peridiniella catenata*.

Менее представительной по видовому составу в исследуемых водоемах является группа солоноватоводных видов. Тем не менее, отдельные виды вносят существенный вклад в создание численности и биомассы конкретных водоемов. Так, *Thalassiosira baltica* количественно преобладает в оз. Тунайча с мая по октябрь, *Eutreptia lanowii* – в оз. Изменчивое в августе, *N. reversa*, *Surirella ovalis*, *Gymnodinium albulum* – в оз. Птичьё в осенне-зимний период (Приложение 2).

По отношению к местообитанию фитопланктон лагунных озер представлен тремя группировками микроводорослей: планктонными, бентосными и планктонно-бентосными (таблица 3.2.5).

В озерах ВЧС и оз. Тунайча примерно половину от общего количества обнаруженных видов составляют бентосные формы, в оз. Изменчивое, оз. Птичьё и лаг. Буссе – планктонные. Разнообразие планктонной флоры в последних трех водоемах достигается привнесением морских элементов с поступлением морских вод в лагуны. Так, в водах оз. Изменчивое, оз. Птичьё, лаг. Буссе отмечается регулярное появление с разной степенью развития таких планктеров, как *Fragilaria oceanica*, *Navicula vanhoeffenii*, *Thalassiosira eccentrica*, *Th. nordenskiöldii*, *Dinophysis norvegica*, *Phalacrochroma rotundatum*, *Triplosira fusus*, *T. longipes*, *Gonyaulax polygramma*, *G. spinifera*, *G. verior*, *Actiniscus pentasterias*, *Torodinium robustum*, *Akashiwo sanguinea*, *Diplopsalis lenticula*, *Protoperidinium brevipes*, *P. cerasus*, *P. curtipes*, *P. depressum*, *P. oblongum*, *P. steinii*, *P. thorianum*, *Oxytoxum sceptrum*. В озерах ВЧС и оз. Тунайча эти виды отсутствуют.

Богатство бентосных форм во всех лагунных озерах формируется, преимущественно, за счет диатомей порядка Bacillariales, среди которых общими наиболее распространенными для всех водоемов являются *Achnanthis minutissimum*, *Amphora ovalis*, *Caloneis silicula*, *Cocconeis pediculus*, *C. scutellum*, *E. minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Diploneis parma*, *Halamphora coffeiformis*, *Navicula lanceolata*, *N. rhynchocephala*, *Stauroneis anceps*. Такие виды как *Eunotia bilunaris*, *Nitzschia fonticola*, *N. dissipata*, *Lemnicola exigua*, *Encyonema cespitosum*, *Gomphonema globiferum*, *E. intermedia*, *Frustulia crassinervia*, *Diploneis elliptica*, *Stauroneis smithii* зарегистрированы лишь в озерах ВЧС, *Achnanthes brevipes* var. *intermedia*, *Actinocyclus*

cuneiformis, *A. ingens*, *Caloneis silicula* var. *truncata*, *Cocconeis placentula* var. *intermedia*, *Cymbopleura cuspidata*, *Cymbella heteropleura*, *Diploneis subcincta*, *Eunotia bidens*, *E. inflata*, *E. minor*, *Grammatophora arcuata*, *Hannaea arcus* var. *amphioxys*, *Hippodonta hungarica*, *Hyalodiscus radiatus*, *Karayevia laterostrata*, *Mastogloia exigua*, *Navicula kotschyi* var. *asymmetrica*, *N. laterostrata*, *N. punctulata* var. *pagophila*, *N. oblonga*, *N. cryptocephala* var. *lata*, *N. meniscus*, *Nitzschia tryblionella* var. *maxima*, *Odontidium anceps*, *Pinnularia abaujensis* var. *linearis*, *P. gentilis*, *P. maior* var. *linearis*, *Sellaphora lambda*, *Stauroneis acuta*, *S. kriegei*, *S. wislouchii*, *Surirella crumena*, *Tryblionella angustata*, *T. granulata* – в оз. Тунайча (см. приложение 1).

Весомый вклад бентосных форм диатомей является одной из особенностей в формировании структуры фитопланктона в озерах. Их наличие в толще воды, как и в прибрежье пресноводных водоемов, способствует увеличению биомассы и разнообразию планктонных альгоценозов (Соловьева, Корнева, 2006) и играет существенную роль в формировании пиков биомассы в морских лагунах. В оз. Изменчивое, оз. Птичье и лаг. Буссе весенние и летние подъемы были образованы за счет видов родов *Craticula*, *Nitzschia*, *Pleurosigma* и *Gyrosigma*.

Географический анализ флоры проведен с использованием данных по географическому распространению или типам ареалов для 186 видов микроводорослей Чибисанских озер, 315 – Вавайских озер, 295 – оз. Тунайча, 281 – оз. Изменчивое, 181 – оз. Птичье, 307 – лаг. Буссе (таблица 3.2.5; см. приложение 1), что составляет 83–89% всей флоры. Результаты его показывают, что наибольшая доля в формировании видового состава во всех лагунных озерах принадлежит космополитам (42–76%), что характерно для большинства водоемов умеренной зоны (Морозова, 2005; Еремкина, 2010; Корнева, 2015). Более половины из них (60% в Вавайских озерах, 73% в оз. Изменчивое, 77% в Чибисанских озерах, 78% в лаг. Буссе, 86% в оз. Тунайча) являются представителями диатомовых водорослей. Среди микроводорослей этой географической группы во всех исследуемых водоемах отмечены следующие виды: *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema parvulum*, *G. acuminatum*, *Licmophora abbreviata*, *Tryblionella levidensis*, *Ctenophora pulchella*, *Ulnaria ulna*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia sigma*, *N. palea*, *Cocconeis scutellum*, *Teleaulax acuta*. Последние три вида в конкретных лагунных озерах развиваются в заметном количестве. Попутно следует заметить руководящую роль космополитов в формировании списка доминирующих видов. Среди таковых яркими представителями в озерах ВЧС являются *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. islandica*, *Entomoneis ornata*, вышеперечисленные виды родов *Aphanocapsa*, *Microcystis*, в оз. Тунайча – *Dolichospermum spiroides*, в оз. Изменчивое, оз. Птичье и лаг. Буссе – *P. prolonga*, *T. acuta* (см. приложение 2).

Важную роль в формировании планктонных альгоценозов лагунных озер играют бореальные виды (7–16%). Среди них наиболее многочисленными в оз. Тунайча являются *Minidiscus proschkinae*, *Thalassiosira baltica*, в лаг. Буссе – виды рода *Gymnodinium*.

Кроме того, в морских лагунных озерах разнообразие видового состава определяется видами смешанных групп (аркто-бореально-тропическими, тропическо-бореальными, бореально-тропическими, аркто-бореальными). Наибольшая их доля от общего количества видов зарегистрирована в лагунных озерах, имеющих связь с морем. Причем доля тепловодных элементов (тропическо-бореальных, бореально-тропических) увеличивается от лета к осени, доля холодноводных, напротив, от осени к лету. Значительного развития среди тепловодных видов в морских лагунах *Prorocentrum triestinum* (в лаг. Буссе), *G. digitalis* (в оз. Птичьё), среди холодноводных – *Diplopsalopsis orbicularis* (оз. Тунайча, оз. Изменчивое), *Fragilariopsis oceanica* (оз. Изменчивое, оз. Птичьё), *Th. nordenskiöldii* (оз. Изменчивое, оз. Птичьё, лаг. Буссе) (см. приложение 2).

Данные по отношению к активной реакции среды (рН) показывают, что по количеству таксонов во всех водоемах преобладают алкалофилы (таблица 3.2.5). Второе место занимают водоросли, проявляющие индифферентные свойства к концентрации водородных ионов в воде. Последнее место занимают ацидофилы. Надо отметить, что ацидофилы, за счет разнообразия видов родов *Eunotia* и *Pinnularia* больше представлены в пресноводных лагунных озерах ВЧС и олигогалинном оз. Тунайча. Кроме того, здесь некоторые виды этой группы (*Aulacoseira subarctica*, *Eunotia major*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*) формируют комплекс доминирующих видов и развиваются в заметном количестве (см. приложение 2).

Индикаторами органического загрязнения в Чибисанских озерах являются 168 видов, в Вавайских – 260, в оз. Тунайча – 181, в оз. Изменчивое – 96, в оз. Птичьё – 68, в лаг. Буссе – 102 (таблица 3.2.5). Расположение сапробиологических групп по степени убывания в них индикаторных таксонов в лагунных озерах ВЧС, в оз. Тунайча, оз. Изменчивое, лаг. Буссе имеет следующий вид: бетамезосапробы (индикаторы умеренного загрязнения)→олигосапробы (индикаторы слабого загрязнения)→альфамезосапробы (индикаторы сильного загрязнения)→ксеносапробы (индикаторы чистых вод)→полисапробы (индикаторы очень сильного загрязнения), в оз. Птичьё – бетамезосапробы→альфамезосапробы→олигосапробы→ксеносапробы→ полисапробы (рисунок 3.2.1).

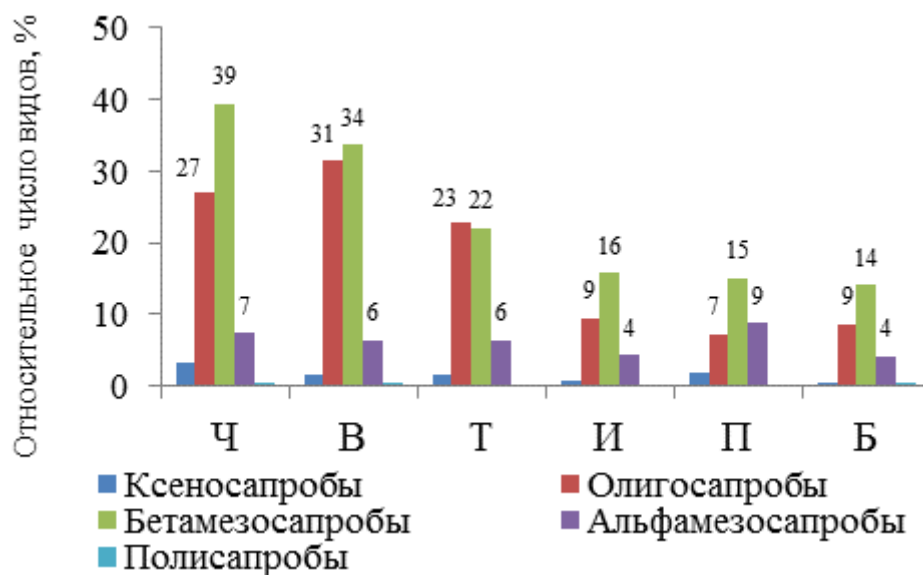


Рисунок 3.2.1 – Доля сапробиологических групп во флоре лагунных озер. Обозначения лагун те же, как на рисунке 3.1.1.

В группе бетамезосапробы по численности видов во всех водоемах лидируют β -мезосапробы, альфамезосапы – α -мезосапробы. В группе олигосапробы – в озерах ВЧС и оз. Тунайча преобладают α -сапробы, в морских лагунах – α - β -сапробы (таблица 3.2.1).

Таблица 3.2.1 – Соотношение (%) различных эколого-географических групп фитопланктона

Эколого-географические характеристики	Ч	В	Т	И	П	Б	
Отношение к солености							
Морские	1	1	17	45	42	44	
Солоноватоводно-морские	3	3	14	14	14	15	
Солоноватоводные	1	3	6	5	5	5	
Пресноводно-солонатоводно-морские	1	1	1	1	1	1	
Пресноводно-солонатоводные	18	14	15	10	10	9	
Пресноводные	73	77	44	20	23	16	
–	2	3	4	5	6	10	
Местообитание							
Бентосные	56	48	49	32	27	29	
Планктонные	19	27	29	50	53	49	
Планктонно-бентосные	23	22	17	13	16	13	
–	2	3	5	5	5	10	
Фитогеографическая характеристика							
Аркто-альпийские	4	1	1	1	1	1	
Северо-альпийские	2	3	3	1	1	1	
Аркто-бореальные	1	0	3	8	5	9	
Аркто-бореально-антарктические	0	0	0	1	1	0	
Аркто-бореально-тропические	0	0,5	2	3	1	4	
Бореальные	9	7	13	13	16	15	
Бореально-арктические	0	0,5	2	5	5	4	
Бореально-тропические	0	0	0,5	2	1	3	
Тропическо-бореальные	0	0	2	5	4	4	
Тропическо-бореально-арктические	0	0	0,5	1	1	1	
Космополиты	69	76	60	49	50	42	
–	15	12	14	11	12	17	
Отношение к pH							
Алкалифилы + алкалибионты	44	34	35	24	28	19	
Ацидофилы + ацидобионты	10	10	8	2	1	2	
Индифференты	24	32	18	12	9	10	
–	22	24	39	62	62	69	
Индикаторы органического загрязнения вод							
Ксеносапробы	χ	2	1	1	0,3	2	0
	χ -o	0	0,5	0,3	0	0	0,3
	o- χ	1	1	0,2	0,3	0	0,3
Олигосапробы	o	14	17	14	4	3	4
	o- β	13	14	9	6	4	4
Бетамезосапробы	β -o	0,5	0	0,2	0,4	0	0
	β	33	28	18	12	11	12
	β - α	6	6	4	3	4	2
Альфамезосапробы	α - β	1	0	0,3	0	0	0
	α - ρ	0	1	0	0	0	0
	α	6	5	6	4	8	4
Полисапробы	ρ	0,5	0,5	0,3	0	0	0,4
–		23	27,2	47	70	67	72

Примечание: сокращения как в Приложении 1, прочерк – относительное число видов с неясной эколого-географической характеристикой. Обозначения лагун те же, что на рисунке 3.1.1.

ГЛАВА 4 . СОСТАВ, СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЛАГУННЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ О. САХАЛИН

4.1 Озера Вавайско-Чибисанской системы

Характеристика фитопланктона озер Вавайско-Чибисанской системы в июле 2004 г.

Вавайские озера. Таксономический состав июльского фитопланктона 2004 г. был представлен 175 видами и внутривидовыми таксонами из отделов: Bacillariophyta (101 таксон рангом ниже рода), Chlorophyta (42), Cyanobacteria (13), Miozoa (6), Euglenozoa (6), Cryptophyta (4) и Xanthophyta (3). Наибольшим количеством видов отличались роды *Navicula* (15 видов), *Nitzschia* (8), *Gomphonema* (7), *Desmodesmus* (6). Повсеместно были отмечены *Desmodesmus communis*, *Dolichospermum spiroides*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Aulacoseira granulata*, *Nitzschia palea*, *Microcystis aeruginosa*.

Средняя численность была равна $13,4 \pm 4,6$ млн кл./л, биомасса – 1060 ± 190 мг/м³. Количественные показатели по станциям изменялись в широких пределах (рисунок 4.1.1, рисунок 4.1.2). Это связано с осложненным ветровым перемешиванием, а также различием гидрологических процессов составных частей Вавайских озер (зал. Лебединый, зал. Сапожок, зал. Северный, оз. М. Вавайское, основной плес оз. Б. Вавайское). В поверхностном слое воды минимальными количественными показателями микроводорослей (0,2 млн кл./л и 13,1 мг/м³) отличался зал. Сапожок, характеризующийся обильным зарастанием макрофитов. Берег этого залива образован травянистой наплавиной, с преобладанием различных видов осоки, лизихитона и восковника. В северной части локализовано плотное поле рдеста плавающего, перемежаемого куртинами кубышек, кувшинок, пузырчатки и других видов макрофитов (Планктон и бентос..., 2010). Ингибирующее влияние макрофитов на жизнедеятельность фитопланктона описано в ряде работ (Хатчинсон, 1969; Мохамад, 1993). Одним из факторов, регулирующим развитие фитопланктона в зарослях макрофитов с плавающими листьями, может быть затенение (Мохамад, 1993). К тому же макрофиты быстрее усваивают биогенные вещества, чем фитопланктон (Покровская и др., 1983).

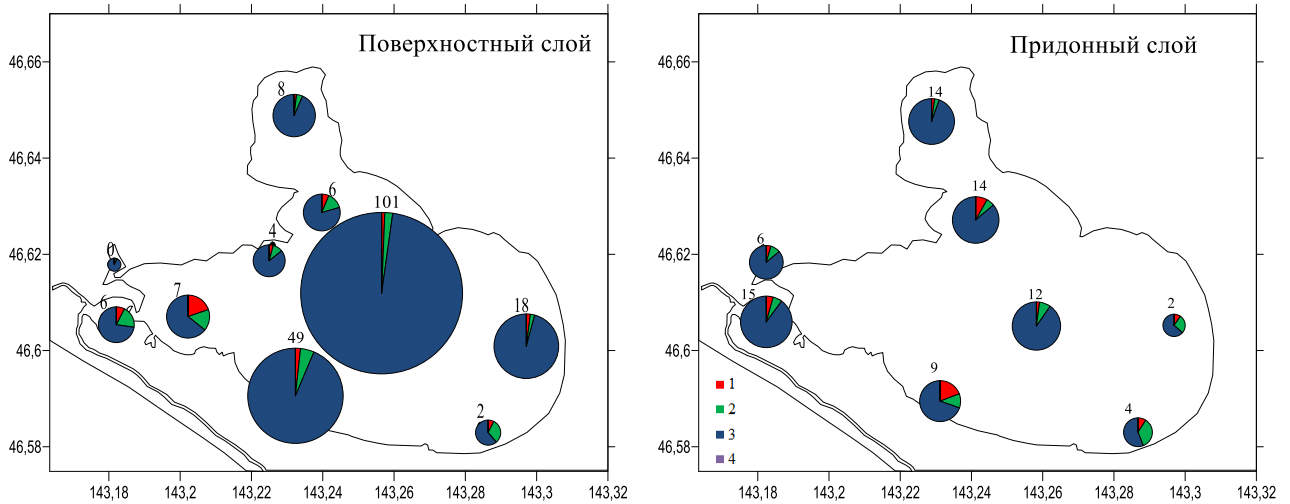


Рисунок 4.1.1 – Распределение численности (млн кл./л) и относительный вклад основных отделов в численность фитопланктона Вавайских озер в поверхностном и придонном слоях воды в июле 2004 г. Условные обозначения: 1 – диатомовые, 2 – зеленые, 3 – цианобактерии, 4 – прочие микроводоросли. Цифры над диаграммами – суммарная численность фитопланктона на станции, млн кл./л.

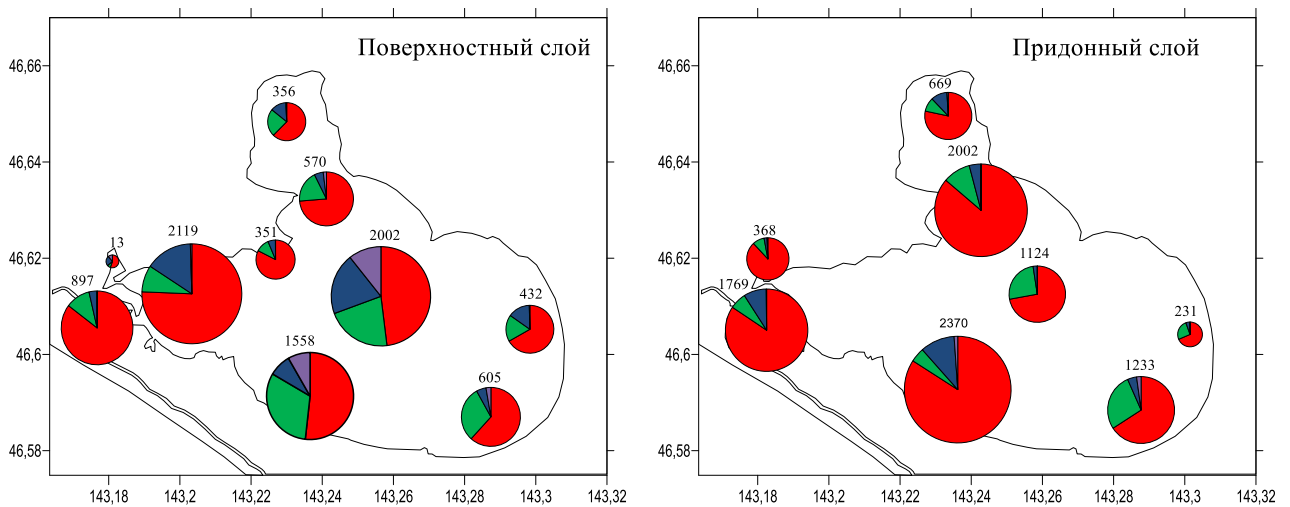


Рисунок 4.1.2 – Распределение биомассы ($\text{мг}/\text{м}^3$) и относительный вклад основных отделов в биомассу фитопланктона в Вавайских озерах в поверхностном и придонном слоях воды в июле 2004 г. Обозначения те же, что на рисунке 4.1.1. Цифры над диаграммами – суммарная биомасса фитопланктона на станции, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Высокие показатели численности (49,9–101,1 млн кл./л) и биомассы (1562–2003 $\text{мг}/\text{м}^3$) были зарегистрированы в свободной от зарослей макрофитов центральной зоне основного плеса оз. Б. Вавайское. Кроме того, значительной биомассой (2119 $\text{мг}/\text{м}^3$) отличался и зал. Лебединный. На остальной акватории Вавайских озер у поверхности воды численность не превышала 18 млн кл./л, биомасса – 900 $\text{мг}/\text{м}^3$ (рисунок 4.1.1).

В придонном слое предельные значения численности составляли 1,8–15,4 млн кл./л, биомассы – 230,4–2369,6 мг/м³. Минимальные показатели развития были отмечены в северо-восточном районе основного плеса оз. Б. Вавайское, характеризующегося слабокислыми холодными водами. С перемещением в южные районы, в сторону слабощелочных теплых вод, наблюдалось постепенное увеличение численности и биомассы. Фитопланктон концентрировался в южной части открытой пелагиали оз. Б. Вавайское (9 млн кл./л и 2369,6 мг/м³), оз. М. Вавайское (15,4 млн кл./л и 1768,5 мг/м³) и на границе зал. Северный (14,4 млн кл./л и 2002,1 мг/м³) (рисунок 4.1.1, рисунок 4.1.2).

Основными ценозообразующими отделами в Вавайских озерах были цианобактерии, зеленые и диатомовые водоросли (рисунок 4.1.1, рисунок 4.1.2). Цианобактерии играли главную роль в формировании численности (64–94% от общей численности (далее по тексту (N))), диатомовые – биомассы (55–93% от общей биомассы (далее по тексту (B))). Зеленые были значимыми по численности на отдельных станциях (28–29% (N)).

Наибольшей численностью цианобактерий характеризовались поверхностные воды в районе основного плеса оз. Б. Вавайское. Доминировали *D. spiroides* (26–48% (N)), *Snowella lacustris* (37% (N)), *M. aeruginosa* (27–93% (N)). Последний вид отмечался на всех станциях. *M. aeruginosa* является одной из самых обычных, повсеместно распространенных планктонных водорослей (Голлербах и др., 1953). Быстро реагирует на загрязнение водоемов и обилие пищи «цветением воды», относится к числу токсичных (Водоросли..., 2006). Высокая концентрация *M. aeruginosa* (68,7 млн кл./л) была отмечена в пелагиали оз. Б. Вавайское.

Низкой численностью цианобактерий отличались поверхностные воды зал. Сапожок, оз. М. Вавайское, зал. Лебединный, зал. Северный. В этих местах увеличивалась роль зеленых водорослей, среди которых доминировал *Desmodesmus communis* (20% (N)).

Зеленые водоросли наибольшего развития достигали в открытой пелагиали оз. Б. Вавайское (21–30% (B)). Здесь они совместно с комплексом доминирующих диатомовых родов *Melosira*, *Tabellaria*, *Aulacoseira* формировали биомассу до 2300 мг/м³ (рисунок 4.1.2).

Все из упомянутых выше видов относятся к колониальным формам. О том, что в пресноводном планктоне мало неколониальных видов, особенно среди цианобактерий, отмечалось Т.М. Михеевой (Михеева и др., 1988). Доминирование колониальных видов (преимущественно видов родов *Microcystis*, *Anabaena*) с обилием хлорококковых (главным образом видов *Pediastrum* и *Desmodesmus*) согласно классификации Хатчинсона (Hutchinson, 1967) является характерным признаком эвтрофности водоема. Установлено, что даже при незначительных ухудшениях в водоеме условий развития альгофлоры цианобактерии приобретают тенденцию к доминированию, увеличивая продолжительность продуктивного сезона (Пресноводные экосистемы..., 1999). А основными факторами, способствующими

развитию зеленых микроводорослей в озерах, являются отсутствие ускоренного стока, умеренная минерализация воды и повышенное содержание биогенных элементов (Денисова, Шкундина, 2005). Признаком умеренной минерализации в Вавайских озерах служит достаточно высокое количество диатомей.

С применением индекса ценоотического сходства и других показателей на основе дендрограммы сходства было выделено два фитопланктонных комплекса (альгоценоза). Первый занимал поверхностный слой, второй – придонный (рисунок 4.1.3).

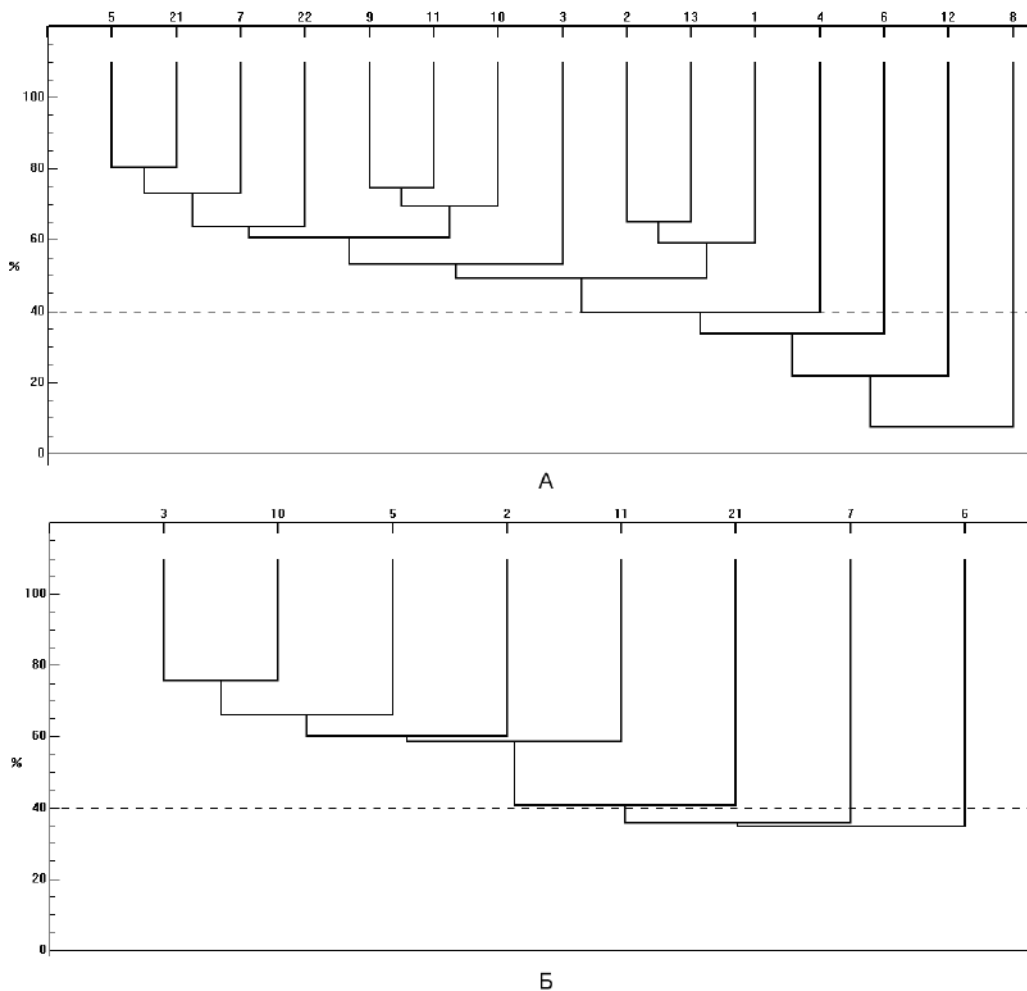


Рисунок 4.1.3 – Дендрограммы ценоотического сходства фитопланктонных станций в поверхностном (А) и придонном (Б) слоях Вавайских озер в июле 2004г.

Фитопланктонный комплекс поверхностного слоя *Aulacoseira granulata* охватывал почти всю акваторию озера, за исключением приустьевых участков рек. Он был образован 141 видом микроводорослей из семи отделов, среди которых по количеству видов преобладали зеленые (34 вида; 24% от общего количества видов) и диатомовые водоросли (80 видов; 57%). Последние вносили заметный вклад и в создании биомассы (75% от общей биомассы). Доля

остальных отделов в формировании видового состава и биомассы фитопланктона была невысока (таблица 4.1.1). Средняя численность микроводорослей составляла 18,9 млн кл/л; средняя биомасса – 1,14 г/м³. По биомассе доминировала диатомея *A. granulata* (39%). Практически на всех станциях встречались цианобактерии *Microcystis aeruginosa*, *D. spiroides* и зеленая *Desmodesmus communis*.

Комплекс придонного слоя *Aulacoseira granulata*+*Melosira varians* располагался почти на всей акватории озера, исключая восточную часть большого плеса (станции 6 и 7). В его состав входил 101 вид. Среди отделов наибольшим разнообразием видов обладали диатомовые водоросли (59 видов; 58%), они же вносили основной вклад в общую биомассу (83%) (таблица 4.1.2). Средняя численность фитопланктонных организмов в донном комплексе составляла 12 млн кл/л; средняя биомасса – 1420 мг/м³. Доминировали в нем диатомеи *A. granulata* и *Melosira varians*, составлявшие вместе 48% от общей биомассы. В число видов, отличающихся наибольшей частотой встречаемости, входили таксоны, что и у поверхности воды с присоединением *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula cryptocephala* и *Nitzschia palea*.

На станциях 6 и 7 доминировали *Asterionella formosa* (28%), *Lindavia comta* (23%), *C. meneghiniana* (33%).

Таблица 4.1.1 – Состав фитопланктона в комплексах поверхностного (*Aulacoseira granulata*) и придонного (*Aulacoseira granulata*+*Melosira varians*) слоев Вавайских озер в июле 2004 г.

Отдел	Комплекс <i>A. granulata</i>		Комплекс <i>A. granulata</i> + <i>Melosira varians</i>	
	Количество видов	Относительная биомасса, %	Количество видов	Относительная биомасса, %
Диатомовые	80	74,7	59	83,3
Зеленые	34	12,4	25	9,2
Цианобактерии	12	9,2	9	7
Динофитовые	5	0	1	0
Эвгленовые	4	2,6	4	0
Криптофитовые	3	0,1	1	0,3
Желто-зеленые	3	0	2	0,2
Всего	141	100	101	100

Чибисанские озера. В Чибисанских озерах в июле 2004 г. было обнаружено 82 вида из шести отделов: Bacillariophyta (52 видовых таксона), Chlorophyta (17), Cyanobacteria (9), Xanthophyta (2), Cryptophyta (1), Euglenozoa (1). Наибольшим количеством видов были представлены роды *Navicula* (4 вида) и *Nitzschia* (5).

С высокой частотой встречаемости доминировали *A. granulata*, *Tabellaria flocculosa*.

Средняя численность в Чибисанских озерах составляла – $4,9 \pm 0,9$ млн кл./л, биомасса – 5260 ± 870 мг/м³. Численность по станциям варьировала от 1,3 до 12,0 млн кл./л, биомасса – от 2336 до 10834 мг/м³.

За счет небольших глубин и активного перемешивания воды, явной приуроченности фитопланктона к поверхностному либо придонному слою воды не наблюдалось. Скопление микроводорослей было зарегистрировано в северной части оз. Б. Чибисанское, куда ветровым течением было занесено большое количество колониальных диатомовых водорослей и цианобактерий. Численность фитопланктона здесь достигала 12 млн кл./л. Основной вклад в ее формирование вносили цианобактерии (20–71% (N)), зеленые (до 34% (N)) и диатомовые водоросли (до 60% (N)) (рисунок 4.1.4). Последние доминировали по биомассе (80–100% (B)) (рисунок 4.1.5).

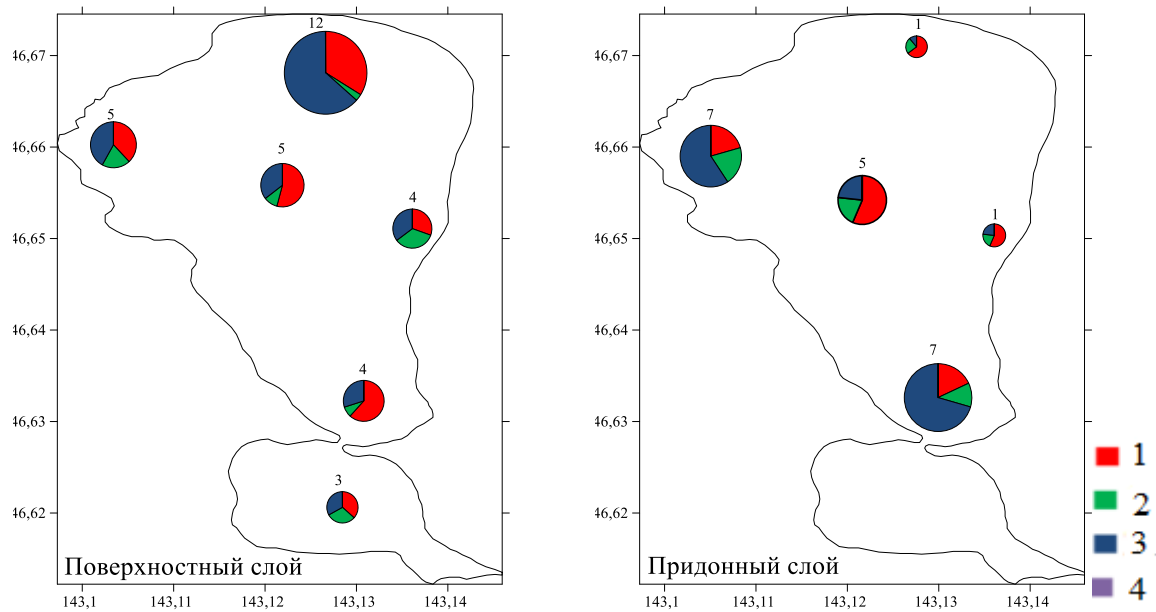


Рисунок 4.1.4 – Распределение численности (млн кл./л) и относительный вклад основных отделов в численность фитопланктона в Чибисанских озерах в поверхностном и придонном слоях воды в июле 2004 г. Обозначения те же, что на рисунке 4.1.1. Цифры над диаграммами – суммарная численность фитопланктона на станции, млн кл./л.

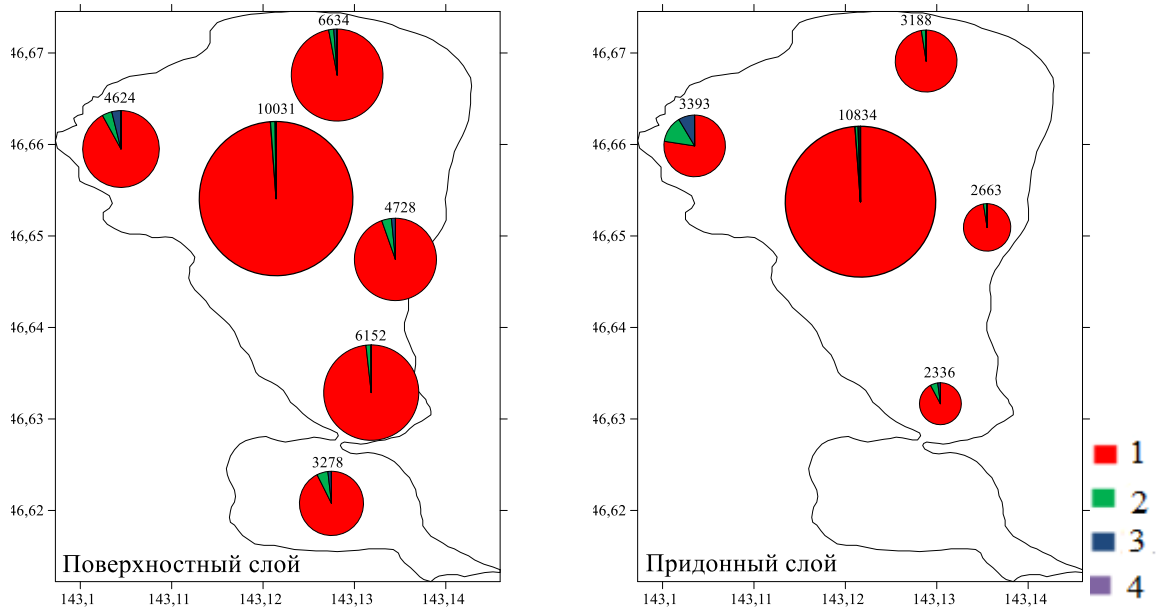


Рисунок 4.1.5 – Распределение биомассы (мг/м³) и относительный вклад основных отделов в биомассу фитопланктона в Чибисанских озерах в поверхностном и придонном слоях воды в июле 2004 г. Обозначения те же, что на рисунке 4.1.1. Цифры над диаграммами – суммарная биомасса фитопланктона на станции, мг/м³.

При помощи кластеризации по уровню ценотического сходства был выделен один комплекс фитопланктона *Aulacoseira granulata*, занимающий всю акваторию озера (рисунок 4.1.6).

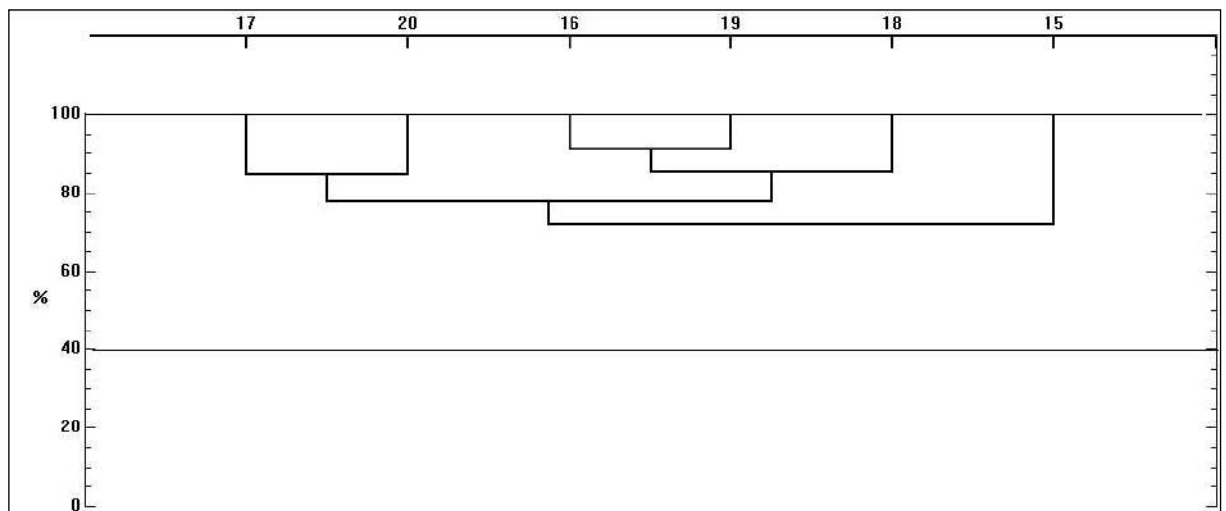


Рисунок 4.1.6 – Дендрограмма ценотического сходства фитопланктонных станций в поверхностном слое озер Большое Чибисанское и Малое Чибисанское в июле 2004г.

В его состав входило 82 вида микроводорослей, 52 из которых диатомовые водоросли. Остальные пять отделов в формировании видового состава имели незначительную долю. По биомассе доминировала *A. granulata* (42 % (B)).

Сезонная динамика фитопланктона Вавайских озер

Таксономический состав. В Вавайских озерах по данным за период с мая по ноябрь 2007 г. и в феврале 2008 г. фитопланктон был представлен 296 видами и внутривидовыми таксонами микроводорослей из восьми отделов: Bacillariophyta (170 видов), Chlorophyta (56), Cyanobacteria (43), Euglenozoa (7), Miozoa (6), Cryptophyta (5), Ochrophyta (5) и Xanthophyta (4).

В таксономической структуре по количеству видов среди диатомей выделялись роды *Nitzschia* (20 видов), *Eunotia* (18), *Gomphonema* (14), *Pinnularia* (11), *Surirella* (10), среди зеленых – *Desmodesmus* (5), цианобактерий – *Microcystis* (7), *Dolichospermum* (5).

В течение всего периода исследований в планктоне встречались диатомовые водоросли *Planothidium delicatulum*, *Entomoneis ornata*, *Amphora ovalis*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata*, *A. subarctica*, *A. ambigua*, *Cocconeis pediculus*, *Cyclotella radiosa*, *Cymbella cymbiformis*, *C. gracilis*, *Epithemia argus*, *Frustulia rhomboides*, *Gomphonema coronatum*, *G. angustatum*, *G. capitatum*, *Navicula cryptocephala*, *N. lanceolata*, *Stephanodiscus minutulus*, *Iconella linearis*, *Surirella ovalis*, *Tabularia tabulata*, *Ulnaria ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, зеленые водоросли *Ankistrodesmus arcuatus*, *Koliella spiculiformis*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus bijuga*, *Desmodesmus communis*, охрофитовая *Dinobryon cylindricum* и цианобактерии *Aphanocapsa elachista*, *A. holsatica*, *M. pulverea* f. *minor*.

По составу фитопланктона Вавайские озера приближаются к некоторым пресноводным озерам о. Сахалин (Князев, Колганова, 2000; Мотылькова; Коновалова, 2011; Лапшина и др., 2022), п-ова Камчатка (Лепская и др., 2014), северо-запада России (Водоросли..., 2006), ряда европейских и азиатских стран (Deng et al., 2007; Krstic, Aleksovski, 2016; Iwayama, 2017).

Сезонная динамика показала, что максимальное количество видов было отмечено в мае (183 таксона). Уменьшение длины видового списка фитопланктона наблюдалось при высокой численности цианобактерий (в июне, августе, сентябре, октябре и ноябре). Известно, что последние при активной вегетации выделяют вещества, приостанавливающие рост других водорослей (Пресноводные экосистемы..., 1999), что явилось одной из причин снижения количества видов из отделов диатомовые, зеленые, желто-зеленые в летнее время. При обильном развитии цианобактерий в фитопланктоне развивается комплекс различных видов этого отдела (Шкорбатов, 1965), что подтверждается пополнением его видового состава в сентябре нитчатыми *Dolichospermum scheremetieviae*, *Anabaena scheremetieviae* f. *rotundospora*, *Anabaenopsis* sp., *Aphanizomenon flosaquae*, *Phormidesmis molle* и колониальной *Snowella*

lacustris. Минимальное число таксонов (75) за весь период наблюдений было зарегистрировано в феврале (таблица 4.1.3).

Таблица 4.1.3 – Количество видов и внутривидовых таксонов фитопланктона Вавайских озер в разные месяцы в 2007–2008 гг.

Отдел	2007 г.							2008 г.
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	II
Bacillariophyta	107	93	109	99	83	83	77	51
Chlorophyta	40	35	34	37	33	28	25	8
Ochrophyta	3	3	1	1	2	1	1	1
Cryptophyta	4	4	2	1	3	3	2	4
Cyanobacteria	21	23	23	21	27	24	20	9
Miozoa	1	2	1	2	3	1	1	0
Euglenozoa	5	3	2	4	3	1	0	0
Xanthophyta	2	2	1	2	1	2	0	2
Всего:	183	165	173	167	155	143	126	75

В течение всего периода наблюдений основной вклад в формирование видового состава вносили диатомовые (54–68%), зеленые водоросли (11–22%) и цианобактерии (12–17%). Наибольшее количество видов диатомовых и зеленых водорослей отмечалось с мая по август, цианобактерий – с сентября по октябрь.

Развивающиеся в теплый период зеленые (*Closteriopsis longissima*, *Cosmarium margaritifерum*, *Pediastrum duplex*, *Tetraedron caudatum*, *Tetradesmus obliquus*, *Selenastrum bibraianum*), диатомовые (*Asterionella formosa* var. *gracillima*, многие виды родов *Navicula*, *Symbella*, *Eunotia*, *Gomphonema*), все представители желто-зеленых и эвгленовых водорослей после октября не были отмечены.

В феврале, обеднение видового состава происходило во всех отделах, кроме криптофитовых. Эта группа водорослей была представлена максимальным числом видов в холодный период времени: с февраля по июнь.

Динамика численности и биомассы. В Вавайских озерах по данным за период с мая по ноябрь 2007 г. и в феврале 2008 г. среднемесячная численность изменялась от $1,9 \pm 0,3$ до $207,9 \pm 26,0$ млн кл./л, биомасса – от $212,6 \pm 104,2$ до $6004,7 \pm 1034,9$ мг/м³ (таблица 4.1.4). Среднегодовая численность фитопланктона составляла 52 ± 24 млн кл./л, среднегодовая биомасса – 1523 ± 658 мг/м³.

Таблица 4.1.4 – Структурные характеристики фитопланктона Вавайских озер в мае-ноябре 2007 г. и феврале 2008 г.

Месяц	t, °C	N, млн кл./л	B, мг/м ³	H _B	D _B	e
V	5,2	1,9±0,3	297,5±25,0	3,30±0,003	0,06±0,00	0,63±0,00
VI	16,6	24,1±4,7	796,5±115,6	3,45±0,004	0,05±0,00	0,73±0,00
VII	19,3	8,8±1,9	1402,3±648,1	3,22±0,003	0,08±0,00	0,63±0,00
VIII	20,7	23,6±3,9	1080,2±211,4	3,47±0,003	0,06±0,00	0,68±0,00
IX	14,3	207,9±26,0	6004,7±1034,9	3,46±0,004	0,06±0,00	0,69±0,00
X	7,9	70,1±7,4	1165,3±72,4	2,55±0,007	0,16±0,00	0,57±0,00
XI	3,9	50,6±17,2	1225,0±157,8	3,59±0,044	0,05±0,00	0,74±0,00
II	2,3	5,6±4,1	212,6±104,2	2,76±0,008	0,10±0,00	0,64±0,00

Примечание. t – среднемесячная температура воды, N – среднемесячная численность, B – среднемесячная биомасса, H_B – индекс Шеннона, рассчитанный по биомассе, D_B – индекс Симпсона, e – индекс Пиелу.

В сезонной динамике численности и биомассы выделено по два пика: в июне и сентябре (пики численности), в июле и сентябре (пики биомассы) (рисунок 4.1.7).

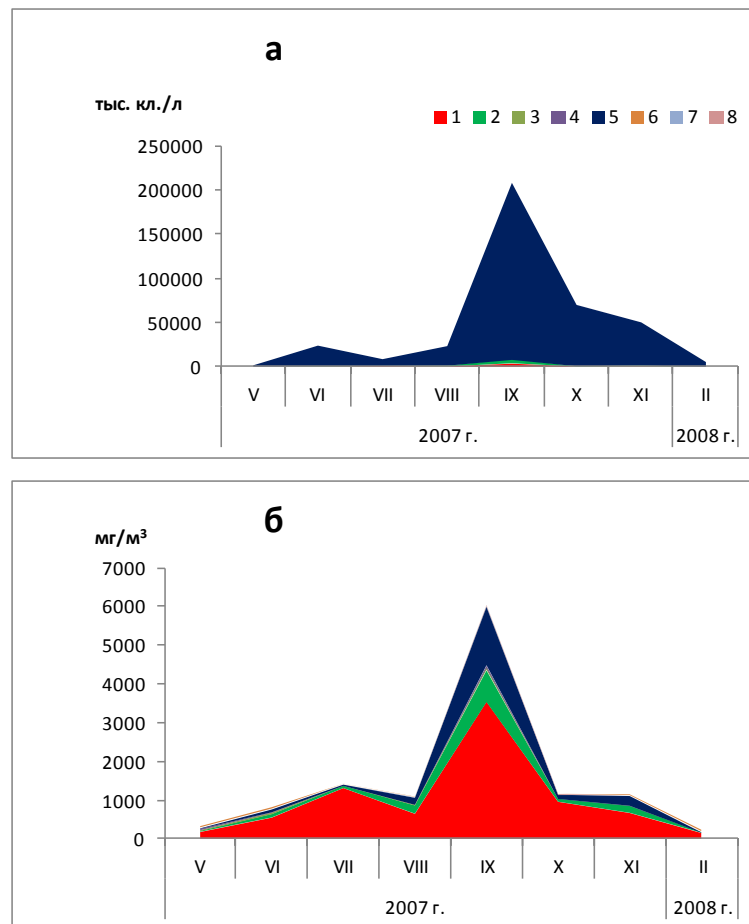


Рис. 4.1.7 – Динамика развития численности (а) и биомассы (б) фитопланктона Вавайских озер в мае-ноябре 2007 г. и феврале 2008 г.: 1 – диатомовые, 2 – зеленые, 3 – охрофитовые, 4 – криптофитовые, 5 – цианобактерии, 6 – динофитовые, 7 – эвгленовые, 8 – желто-зеленые.

В мае средняя численность фитопланктона была равна $1,9 \pm 0,3$ млн кл./л, биомасса – $297,5 \pm 25,0$ мг/м³. Ценозообразующими видами в это время являлись колониальные *Microcystis aeruginosa* (39% (N)), *M. pulvereae* f. *minor* (46–83% (N)), *A. holsatica* (28–42% (N)), *Aulacoseira granulata* (23–40% (B)), *A. ambigua* (24–33% (B)).

В июне интенсивное развитие мелкоклеточных цианобактерий *M. pulvereae* f. *minor* (21–73% (N)) и *A. holsatica* (21–36% (N)) при температуре воды $16,6$ °C обусловили резкий подъем – первый пик численности (рисунок 4.1.7). По сравнению с маем ее среднее значение возросло почти в 13 раз и составляло $24,1 \pm 4,7$ млн кл./л. Биомасса в это время тоже увеличилась (почти в 2,6 раза). Ее основу формировали диатомовые *Aulacoseira granulata* (28%), *Entomoneis ornata* (24%), *Nitzschia gracilis* (23–26%), охрофитовая *Dinobryon cylindricum* (38%) и цианобактерия *M. pulvereae* f. *minor* (23%).

В июле, при прогреве воды до $19,3$ °C, численность снизилась, составляя в среднем $8,8 \pm 2,0$ млн кл./л. В отношении биомассы, напротив, наблюдался существенный скачок (таблица 4.4). В это время возросла активность диатомей рода *Aulacoseira* (*A. granulata* (23–40%), *A. subarctica* (31%), *A. ambigua* (24–33%)).

В августе численность фитопланктона увеличилась, биомасса, напротив, немного снизилась. Состав доминирующих видов оставался прежним.

Сентябрь, несмотря на снижение температуры воды до $14,3$ °C, знаменовался формированием мощных пиков численности и биомассы, обусловленных бурным развитием цианобактерий родов *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Anathece*, а также диатомей родов *Aulacoseira*, *Asterionella*. Средняя численность в это время составляла $207,9 \pm 26,0$ млн кл./л, биомасса – $6004,7 \pm 1034,9$ мг/м³. В октябре количественные показатели снизились. В ноябре наблюдалось их незначительное увеличение. В феврале они были минимальными, составляя в среднем $5,6 \pm 4,1$ млн кл./л и $212,6 \pm 104,2$ мг/м³ (таблица 4.1.4). В осенний период состав доминирующих видов по численности формировали два вида: *M. pulvereae* f. *minor* (до 83% (N)) и *A. holsatica* (до 63% (N)). Зимой, в феврале, он был дополнен *Microcystis viridis* (24–43%), *Peridiniella catenata* (20–39%), *Teleaulax acuta* (21%). По биомассе в осенне-зимний период значимой была *A. granulata*. Наряду с ней в комплекс доминирующих видов по биомассе в октябре входила *Tabellaria flocculosa* (22–39%), в ноябре – *A. ambigua* (28–40%), *Aphanocapsa holsatica* (38%), *Cyclotella meneghiniana* (25%), *M. pulvereae* f. *minor* (55%), *Parvodinium umbonatum* (23%), в феврале – *A. ambigua* (27%), *Eunotia major* (23–27%), *Frustulia vulgaris* (20–21%), *P. catenata* (29–97%) (см. приложение 2).

Суммарную численность во все сезоны определяли цианобактерии ($r = 0,98$) и зеленые водоросли ($r=0,81$), биомассу – диатомовые ($r=0,98$), динофитовые ($r=-0,76$) и цианобактерии ($r=0,74$). Виды из отдела диатомовые преобладали во все периоды исследования. Кроме них в

теплый период года значимыми были охрофитовые, в холодное время – криптофитовые и динофитовые водоросли.

Среди цианобактерий круглогодично в озерах доминировали *Aphanocapsa holsatica* и *Microcystis pulverea* f. *minor*. Численность их в течение всего периода наблюдений варьировала в пределах 0,4–64 млн кл./л и 0,03–323 млн кл./л соответственно, с минимальными значениями в феврале, максимальными – в сентябре. Установлено, что некоторые виды рода *Microcystis* начинают развиваться при 0°C, а оптимальная температура составляет 17–26°C (Сиренко, 1969, Судьина и др., 1978). Исследования, проведенные в Вавайских озерах показали, что *M. pulverea* f. *minor* и *A. holsatica* вегетировали при широком диапазоне температур: от 0,1°C до 21,5°C, достигая максимума при 14°C. Несмотря на то, что ряд исследователей связывают возникновение «цветения» с повышением температуры воды (Козицкая, 1991; Nyenstrand et al., 1998), расчет коэффициентов корреляции не показал прямой зависимости численности этих микроводорослей от температуры ($r=0,4-0,6$). Слабая корреляция была между численностью и содержанием кислорода ($r=-0,4$). Несомненно, что жизненный цикл этих микроводорослей, как и других организмов, зависит от целого комплекса как физико-химических, так и биологических факторов. Для массового развития водорослей требуются стабильная вертикальная стратификация столба воды, высокий уровень надводной освещенности и температуры воды, повышенная биогенная нагрузка на водоем при соотношении азота к общему фосфору $TN:TP < 29$, интенсивное поступление органического вещества и микроэлементов, слабый пресс консументов первого порядка. Тем не менее, наличие одного из факторов в отдельности, или в сочетании с другим, не дает возможности точно предсказать возникновение или отсутствие «цветения» в том или ином конкретном водоеме (Кравчук, 2004).

К числу массовых видов, определяющих биомассу фитопланктона в течение продолжительного времени года в открытой пелагиали оз. Б. Вавайское относились характерные для хорошо прогреваемых эвтрофных водоемов (Reynolds et al., 2002) летние формы диатомовых водорослей *A. ambigua*, *A. granulata*, в сильно зарастающем макрофитами зал. Сапозок – обычный для мезотрофных вод *Dinobryon cylindricum*.

A. granulata преобладала в сообществе в мае, июне и октябре. Мнение всех исследователей единодушно сходится на том, что это теплолюбивый вид, массовая вегетация которого приходится на июнь, июль и август. Иногда развитие несколько задерживается и распространяется на начало осени, иногда же начинается несколько раньше – в конце мая (Скабичевский, 1960). В Вавайских озерах вегетация *A. granulata* начиналась в мае, когда несмотря на доминирующее положение, биомасса ее была низкой и не превышала 42,2 мг/м³. С прогревом температуры воды от 5 до 20°C биомасса *A. granulata* возрастала в геометрической прогрессии, достигая максимума в июле (на отдельных станциях до 0,4–1,2 г/м³). В августе

наблюдалось незначительное ее падение, а в сентябре – резкий подъем. При этом средняя биомасса *A. granulata* время составляла 540 мг/м³, максимальная – 2310 г/м³. Это был второй, более значимый, чем в июле, пик развития вышеуказанной водоросли. Далее интенсивность *A. granulata* вегетации постепенно утихала.

A. ambigua присутствовала в планктоне с мая по февраль. Этот вид является истиннопланктонным организмом, свойственным пресным водам (Скабичевский, 1961), вегетирует в условиях от мезотрофных до эвтрофных и в широком диапазоне температур (Трифенова, 1990). Предпочитает мелководные эвтрофные озера с постоянным перемешиванием (Трифенова, 1979). Вегетирует также в водоемах с крайними значениями условий обитания: в сильноэвтрофных водах (Hustedt, 1957, цит. по: Лихошвай, 2003) при температуре воды до 28°C, с высоким значением pH до 9,5 (Gasse, 1986, цит. по: Лихошвай, 2003). Динамика этой микроводоросли в Вавайских озерах описывалась трехвершинной кривой с максимумом развития в сентябре, когда ее биомасса достигла 7932 мг/м³. С понижением температуры воды биомасса *A. ambigua* постепенно снижалась.

Динамика индексов видового разнообразия, доминирования, выравненности. При анализе естественнонаучных данных широко используются различные индексы, среди которых популярен информационный индекс Шеннона (Shannon, Weaver, 1949), отражающий сложность структуры сообщества. В зависимости от количественной представленности видов данный индекс обычно варьируется в пределах от 1,5 до 3,5, очень редко превышая 4,5 (Песенко, 1982; Мэгарран, 1992; Барина и др., 2006). Чем больше индекс Шеннона, тем больше видовое разнообразие сообщества. Минимальные значения индекса отмечаются в периоды активной вегетации одного вида (Игошкина, 2014).

Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по биомассе, в течение всего периода наблюдений в Вавайских озерах был высоким и менялся незначительно, что связано с неоднородностью условий обитания. Продолжительное время его значения составляли 3,22–3,59. Некоторое снижение его наблюдалось в октябре (2,55) после сентябрьского максимума биомассы фитопланктона и в феврале (2,76) (рисунок 4.1.8), при этом индекс выравненности Пиелу был наименьшим и составлял 0,57 и 0,64. Анализ связи индекса видового разнообразия не выявил значимых корреляций с абиотическими параметрами среды (температуры, pH, растворенного кислорода), а также с количественными показателями фитопланктона (биомасса, среднеценотический объем клеток). При выявлении его зависимости от состава фитопланктона была прослежена достоверная положительная связь между разнообразием и относительной биомассой зеленых водорослей ($r=0,71$, $P<0,05$) и отрицательная ($r=-0,72$, $P<0,05$) – между разнообразием и относительной биомассой желто-зеленых водорослей. Индекс доминирования Симпсона во все периоды исследования был низким и большую часть времени составлял 0,05–

0,08. Выравненность и доминирование являются двумя противоположными понятиями, первый выражает степень «полидоминантности» сообществ, а второй – степень их «монодоминантности» (Корнева, 1999). Увеличение индекса Симпсона отмечалось в октябре (0,16) и феврале (0,10) (таблица 4.1.4).

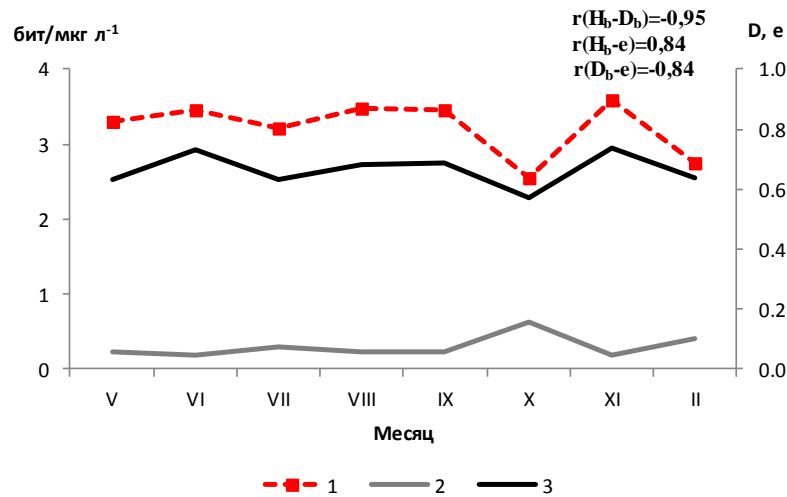
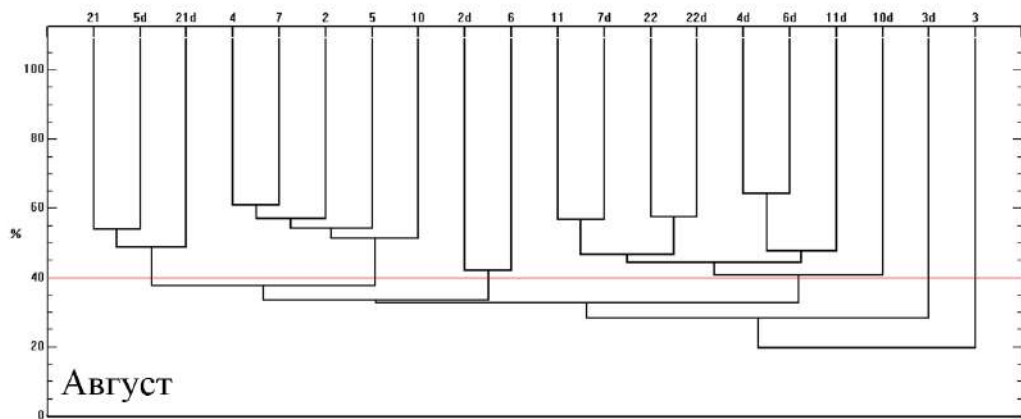
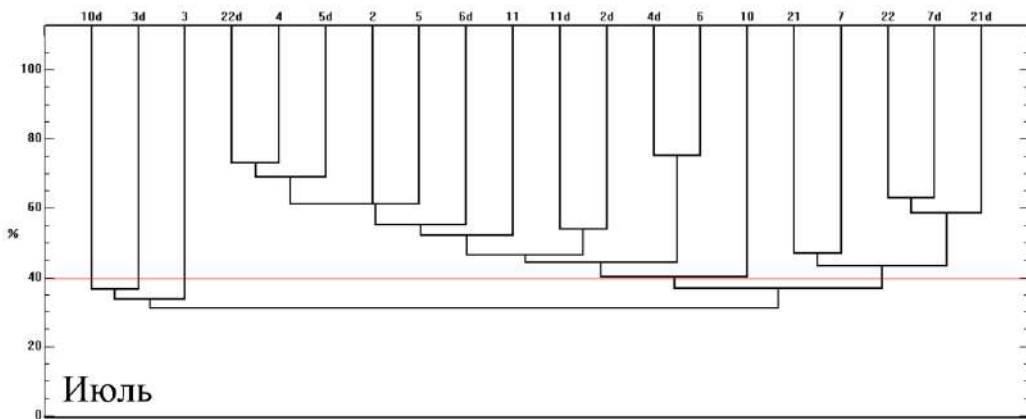
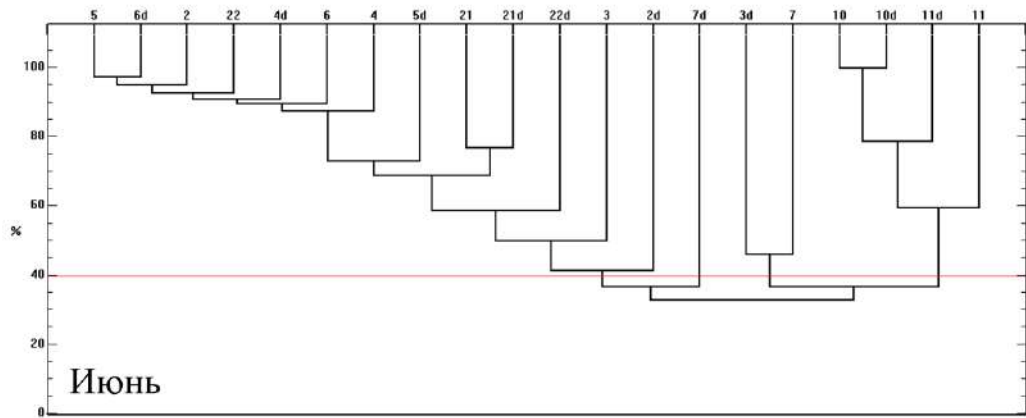
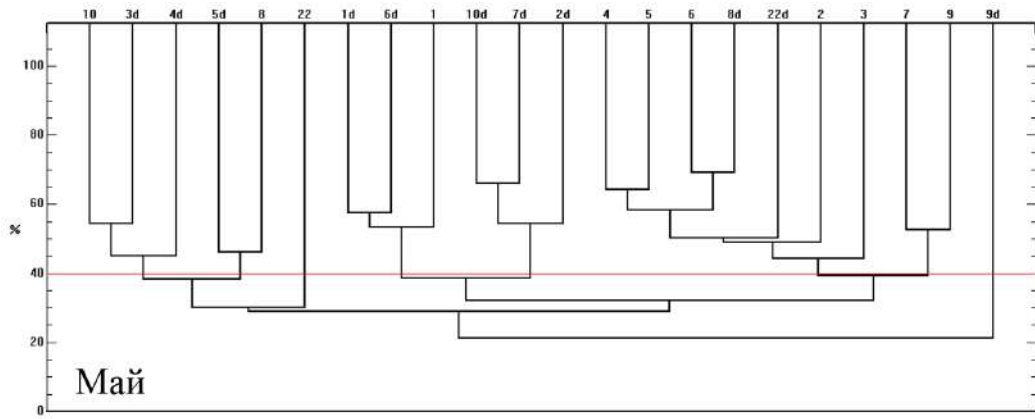


Рисунок 4.1.8 – Сезонная динамика индекса видового разнообразия Шеннона по биомассе (1), индекса доминирования Симпсона (2) и индекса выравненности Пиелу (3) в Вавайских озерах.

Сезонная смена фитопланктонных комплексов. С помощью дендрограмм сходства (рисунок 4.1.9) выделены основные сезонные комплексы фитопланктона. Их краткая характеристика приведена в таблице 1 приложения 3. Всего за весь период мониторинга выделен 21 фитопланктонный комплекс, различающийся не только сроками существования и температурной предпочтительностью, но и акваторией распространения.

Весной, сразу после схода льда в мае при средней температуре воды, равной 5,5°C, в поверхностном слое воды Вавайских озер развивается комплекс *Tabellaria flocculosa*. В придонных слоях его замещает *Aulacoseira ambigua*+*Peridiniella catenata*, исключая западную часть Вавайских озер в зоне влияния подкисленных вод, где встречается комплекс *Komma caudata*+*Aulacoseira granulata* (рисунок 4.1.10). Для комплексов весеннего периода характерно преобладание по биомассе диатомовых водорослей при кодоминировании динофитовых и криптофитовых водорослей. Только в комплексе *Komma caudata*+*Aulacoseira granulata* наблюдается близкое к летнему соотношение основных отделов, среди которых значимую роль играют и цианобактерии.



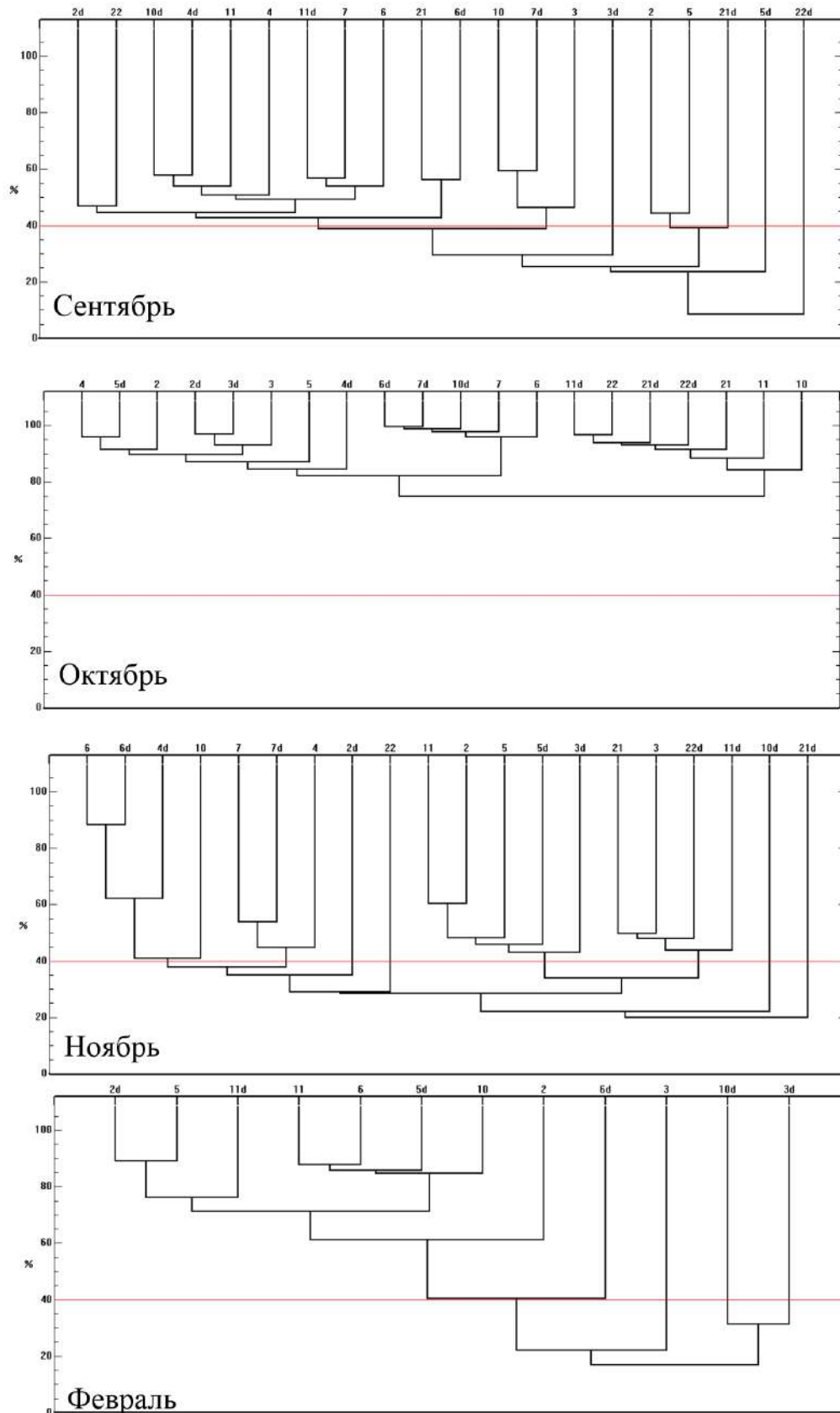


Рисунок 4.1.9 – Дендрограммы сходства фитопланктонных станций Вавайских озер в разные периоды съемок: по горизонтали – номера станций, по вертикали – индекс ценотического сходства.

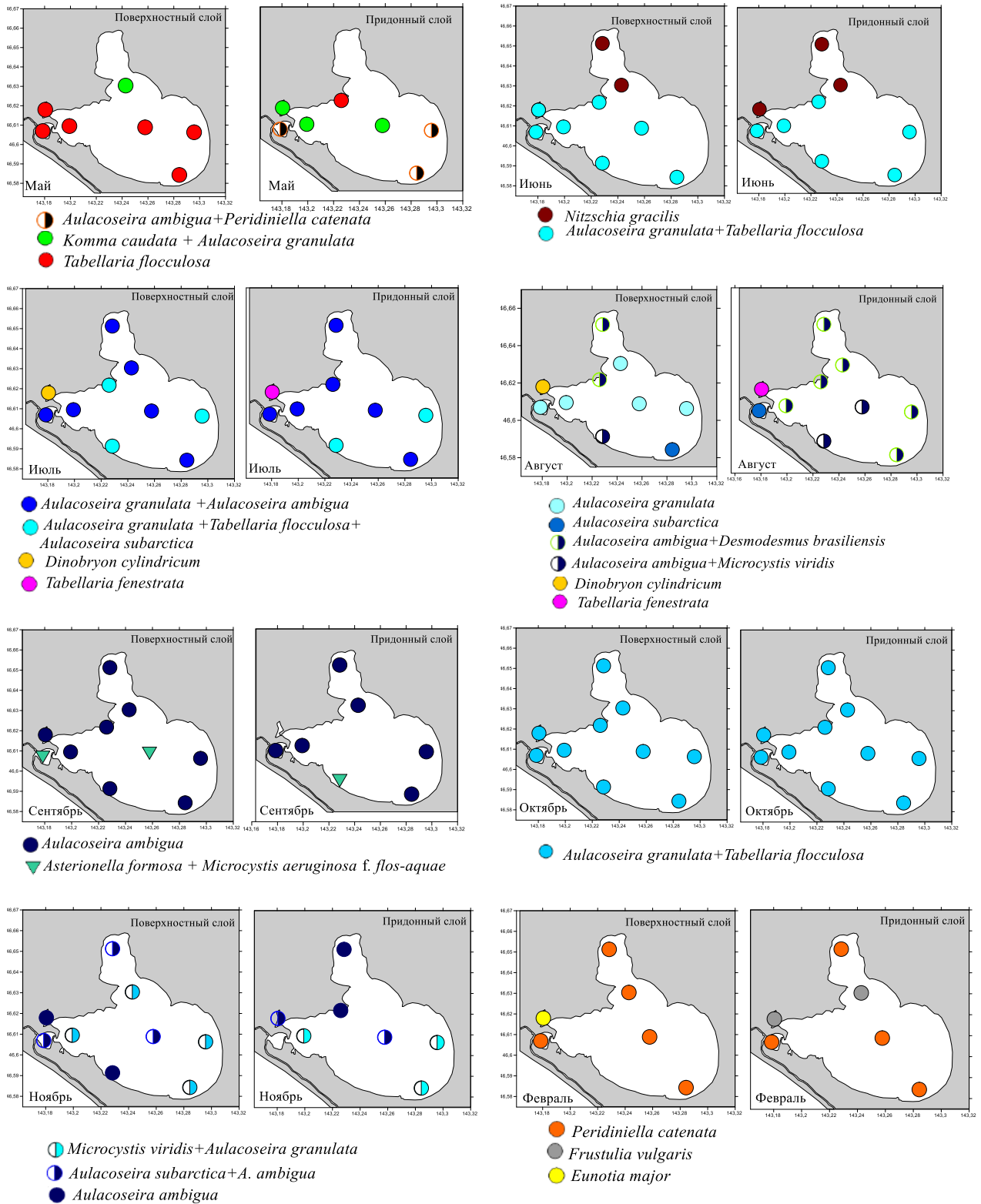


Рисунок 4.1.10 – Распределение комплексов фитопланктона на основе дендрограммы ценотического сходства в Вавайских озерах с мая 2007 г. по февраль 2008 г.

В июне с прогревом водной толщи более 16°C весенний комплекс *Tabellaria flocculosa* сменяется в один из основных летних комплексов *Aulacoseira granulata*+*Tabellaria flocculosa*, распространенный по всей пелагиали Вавайских озер (рисунок 4.1.10). Кодоминантом в

последнем в июне выступает диатомовая водоросль *Entomoneis ornata*. По распределению биомассы фитопланктона по отделам данный комплекс можно отнести к переходным между весенним и летним, так как кодоминантом диатомовых водорослей по биомассе выступали зеленые водоросли, но роль цианобактерий еще была незначительной. Только в заливе Северный, гидрологически несколько обособленном от остальной акватории оз. Б. Вавайское (см. главу 1), наблюдается собственный комплекс *Nitzschia gracilis*. Последний является специфическим и за весь период наблюдения отмечался лишь в июне. В нем сохранялась весенняя структура распределения биомассы по отделам с доминированием диатомовых.

При дальнейшем прогреве воды озер более 19°C (июль) в Вавайских озерах наблюдаются комплексы с доминированием диатомеи *A. granulata*: *Aulacoseira granulata*+*Tabellaria flocculosa*+*Aulacoseira subarctica* и *Aulacoseira granulata*+*Aulacoseira ambigua*. Первый комплекс аналогичен июньскому, но он встречается только на локальных участках в восточной и южной частях оз. Б. Вавайское (рисунок 4.1.10), где наблюдается выход холодных подкисленных вод (см. главу 1), второй – отмечается в центральной и западной акваториях Вавайских озер. По структуре распределения биомассы фитопланктонные комплексы в июле близки к таковым в июне: доминанта диатомовых водорослей при кодоминировании зеленых. В заливе Сапожок в зарослях макрофитов в поверхностном слое формируется комплекс *Dinobryon cylindricum*, в придонном – *Tabellaria fenestrata*.

В августе, с превышением средней температуры воды 20°C, устанавливается второй летний тип фитопланктонных комплексов. Значимый ранее комплекс *Aulacoseira granulata*+*Tabellaria flocculosa* трансформируется в типичный комплекс *Aulacoseira granulata*, который локализован узкой полосой с запада на восток от оз. М. Вавайское до восточного берега оз. Б. Вавайское, отделяя, таким образом, от основной акватории залив Северный. Еще в трех комплексах – *Aulacoseira ambigua*+*Desmodesmus brasiliensis*, *Microcystis viridis*+*Aulacoseira ambigua* и *Aulacoseira ambigua* – одним из доминирующих видов является диатомовая водоросль *A. ambigua*. Первый комплекс отмечался на прибрежных станциях оз. Б. Вавайское, второй – в центральной и южной частях озера. Третий приурочен к выходам холодных подкисленных вод в оз. М. Вавайское и юго-восточной части оз. Б. Вавайское. Во всех описанных комплексах наблюдается летний тип распределения общей биомассы фитопланктона по отделам: доминанта диатомовых водорослей и цианобактерий при кодоминировании зеленых.

В сентябре, несмотря на снижение средней температуры воды до 14,3°C, в пелагиали Вавайских озер наблюдаются комплексы летнего типа. Сформированные в августе комплексы с доминантой *A. ambigua*, трансформируются в единый комплекс *Aulacoseira ambigua*,

занимающий почти всю пелагиаль озер. Только у поверхности воды в центральных частях Вавайских озер отмечен комплекс *Asterionella formosa*+*Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae* с доминантой цианобактерии *Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae*. Сохраняется летний тип распределения общей биомассы: доминанта диатомовых водорослей и цианобактерий при кодоминировании зеленых.

Осенью в октябре при температуре воды, равной 7,1°C, наблюдается резкая смена комплексов фитопланктона. По всему озеру распространен единый комплекс первой летней формации *Aulacoseira granulata*+*Tabellaria flocculosa*.

С дальнейшим охлаждением водного слоя (в среднем до 3,8°C) в ноябре перед становлением ледового покрова по всей акватории озер отмечаются фитопланктонные комплексы с превалированием *Aulacoseira*. Комплексы *Aulacoseira ambigua* и *Aulacoseira subarctica*+*Aulacoseira ambigua* приурочены к кислым водам: юго-восточная часть плеса оз. Б. Вавайское, зал. Северный, включая его устье, зал. Лебединый. На большей части акватории наблюдается комплекс *Microcystis viridis*+*Aulacoseira granulata*. Парадоксально, но во всех этих комплексах отмечается второй летний тип распределения биомассы фитопланктона по отделам – с доминированием диатомовых водорослей и цианобактерий при кодоминировании зеленых.

В зимний период подо льдом (февраль, средняя по слою температура воды составляет 1,8°C) отмечается кардинальная смена комплексов. По всей акватории оз. Б. Вавайское и оз. М. Вавайское наблюдается единый фитопланктонный комплекс «*Peridiniella catenata*», исключая залив Сапожок, где обнаружены резко отличные альгоценозы: один – у поверхности воды «*Eunotia major*», второй – в придонном слое – «*Frustulia vulgaris*». Зимний тип комплексов отличается преобладанием по биомассе диатомовых либо динофитовых водорослей.

Проведенный анализ позволил выявить несколько закономерностей:

1. Распределение комплексов фитопланктона согласуется с разделением общей акватории на несколько гидрологически обособленных участков: оз. М. Вавайское, зал. Сапожок, зал. Северный и плес оз. Б. Вавайское.

2. По биомассе все комплексы делятся на несколько типов: зимне-весенний – с превалированием по биомассе диатомовых или динофитовых водорослей при кодоминировании криптофитовых; первый летний тип – с доминантой диатомовых при кодоминировании зеленых; второй летний тип – с преобладанием диатомовых водорослей и цианобактерий при кодоминировании зеленых.

3. По отношению к температуре воды все комплексы можно разделить на криофильные (индикатором выступает динофитовая водоросль *P. catenata*), холодноводные (диатомовая водоросль *T. flocculosa*), умеренно-холодноводные (*A. granulata*) и тепловодные

(индицируются по массовому развитию диатомеи *Aulacoseira ambigua* и цианобактерий родов *Aphanocapsa* и *Microcystis*).

4. По отношению к кислотности воды комплексы можно разделить на ацидофильные (отличаются массовым развитием диатомовых водорослей *Tabellaria fenestrata*, *Eunotia major*, *Frustulia vulgaris*, *Aulacoseira subarctica* и охрофитовых *Dinobryon cylindricum*), алкалифильные (*Aulacoseira granulata*, *A. ambigua*), индифферентные (*Nitzschia gracilis*) и смешанные.

5. Температура воды начала развития любого из выделенных комплексов была значительно выше, чем в конце его развития. Следовательно, наблюдается замедленный отклик на температурный фактор. Этим объясняется факт более позднего появления сообществ умеренно-холодноводного и холодноводного типов в осенний период.

4.2 Озеро Тунайча

Характеристика фитопланктона озера Тунайча в августе 2001 г.

В составе фитопланктона было обнаружено 163 вида и внутривидовых таксона, относящихся к семи отделам (Bacillariophyta (102), Miozoa (26), Charophyta (2), Chlorophyta (13), Cyanobacteria (8), Cryptophyta (6), Euglenozoa (4), Ochrophyta (2).

Наиболее распространенными по всей акватории озера были пресноводные и пресноводно-солонатоводные *Dolichospermum spiroides*, *Ankistrodesmus convolutus*, *Cryptomonas erosa*. Наряду с ними в районе Малой Тунайчи и протоки Красноармейская, в зоне смешения морских и пресных вод, часто встречались солонатоводно-морские *Chaetoceros subtilis* и *Diplopsalopsis orbicularis*, в опресненных прибрежных участках восточной части озера – пресноводный *Coelasmaerium kuetsingianum*.

В районе исследований численность по станциям варьировала в пределах 82,0 – 4161,4 тыс. кл./л, биомасса – 24,1–720,4 мг/м³. Основу численности повсеместно составляли цианобактерии, биомассы – различные группы фитопланктона. В глубоководной открытой пелагиали значимыми были цианобактерии и динофитовые водоросли, в мелководном районе Малой Тунайчи – цианобактерии и диатомовые, в литорали восточной зоны озера – харовые и диатомовые водоросли. Наибольшие значения численности, как и биомассы, наблюдались в районе Малой Тунайчи, что связано малыми глубинами, избытком биогенных элементов, поступающих со сточными водами крупных бассейновых водотоков (р. Подорожка и р. Комиссаровка) и населенных здесь пунктов. Кроме того, у поверхности воды в центральной зоне озера за счет ветрового нагона было сформировано пятно с повышенной плотностью клеток цианобактерий, а в восточной литорали в зарослях макрофитов, за счет развития крупноклеточных бентосных видов родов *Spirogyra*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Gomphonema*, *Rhoicosphenia*, *Stenophora* – с повышенной биомассой. С понижением горизонта количественные показатели в глубоководной зоне озера снижались, в районе Малой Тунайчи подобная тенденция не выявлена (рисунок 4.2.1; рисунок 4.2.2).

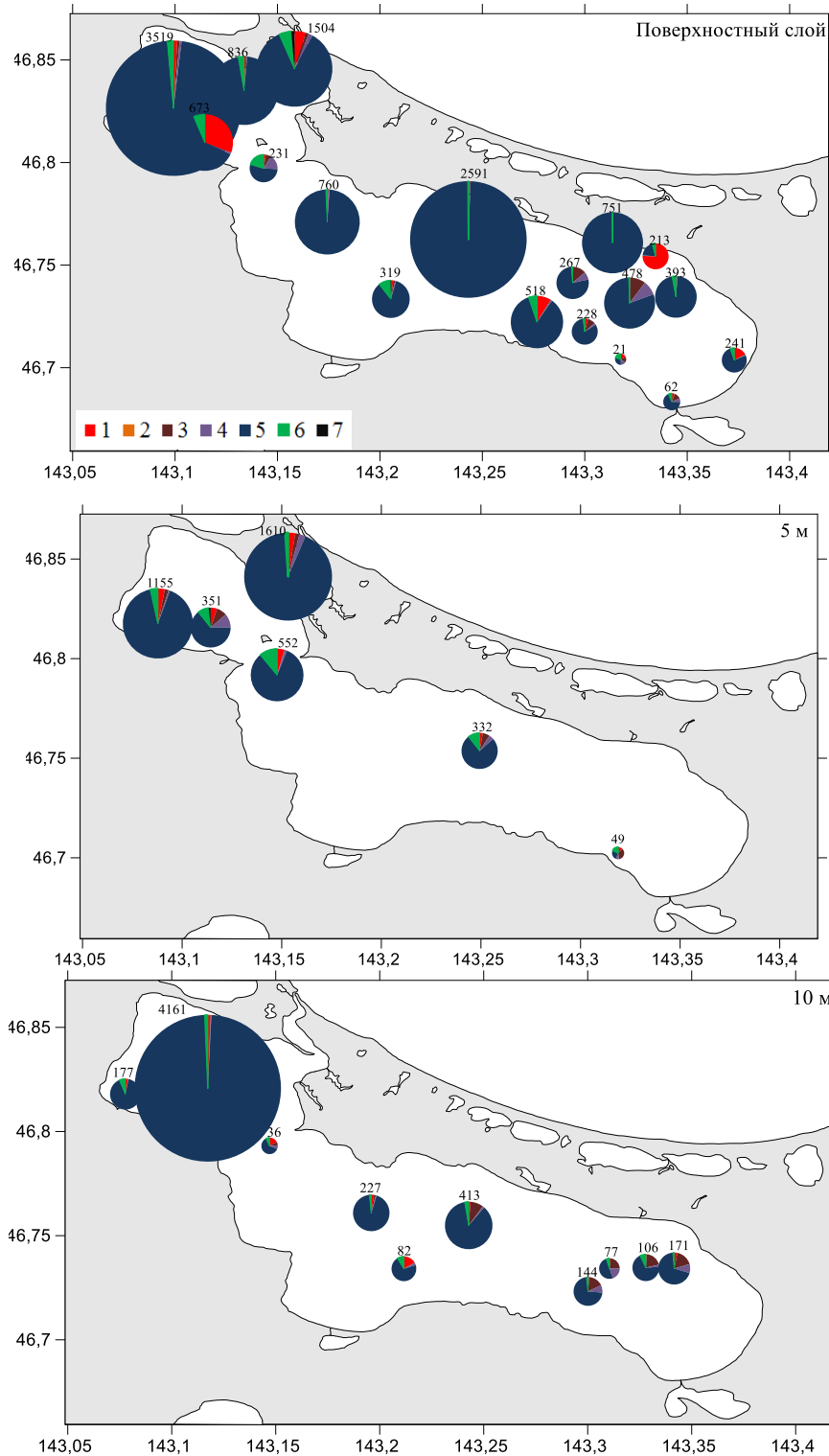


Рисунок 4.2.1 – Распределение численности (тыс. кл./л) и относительный вклад основных отделов в численность фитопланктона в оз. Тунайча в поверхностном слое воды, на горизонтах 5 и 10 м в августе 2001 г. Условные обозначения: 1 – диатомовые, 2 – охрофитовые, 3 – криптофитовые, 4 – динофитовые, 5 – цианобактерии, 6 – зеленые+харовые, 7 – эвгленовые. Цифры над диаграммами – суммарная численность фитопланктона на станции, тыс. кл./л.

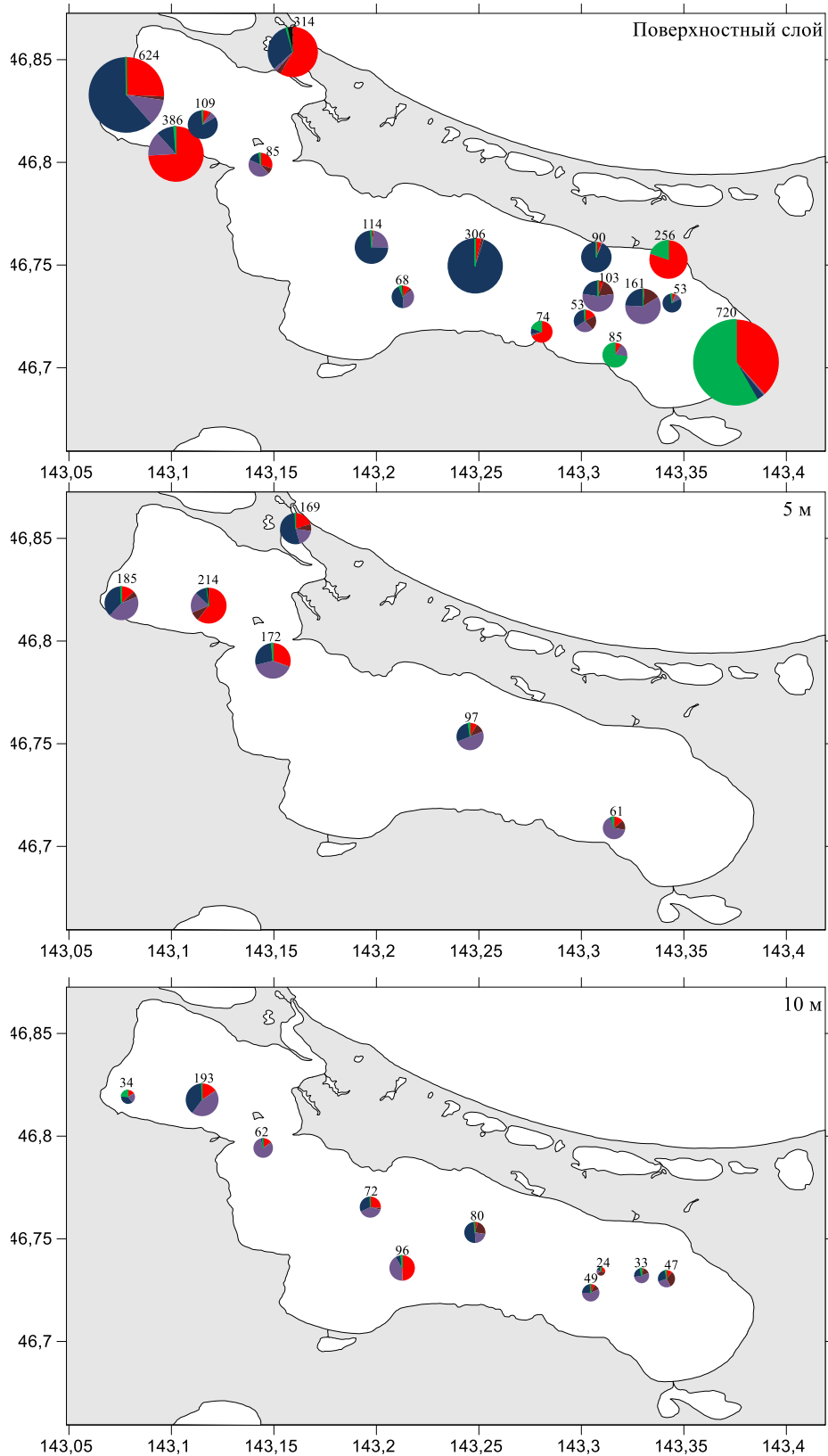


Рисунок 4.2.2 – Распределение биомассы ($\text{мг}/\text{м}^3$) и относительный вклад основных отделов в биомассу фитопланктона в оз. Тунайча в поверхностном слое воды, на горизонтах 5 и 10 м в августе 2001 г. Обозначения те же, что на рисунке. 4.2.1. Цифры над диаграммами – суммарная биомасса фитопланктона на станции, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Сезонная динамика фитопланктона озера Тунайча

Таксономический состав. В результате сезонных исследований, проведенных в оз. Тунайча в 2002–2003 гг., обнаружено 302 вида и внутривидовых таксонов микроводорослей и цианобактерий (200 видов – в 2002 г., 165 – в 2003 г.), относящихся к восьми отделам: Bacillariophyta, Miozoa, Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Ochrophyta, Euglenozoa, Cercozoa. Основную роль в формировании общего видового списка играли диатомовые (70% от общего числа видов). Доля остальных отделов распределялась следующим образом: динофитовые – 13%, зеленые – 8%, цианобактерии – 4%, криптофитовые – 2%, охрофитовые, эвгленовые и церкозои – по 1%.

В разные месяцы в 2002 г. доля диатомовых водорослей варьировала в пределах 55–79% от общего количества видов, в 2003 г. – 58–81%, динофитовых – 2–17% и 0–20%, зеленых – 6–10% и 6–13%, цианобактерий – 1–10% и 0–4%, криптофитовых – 3–7% и 1–8%, соответственно. Остальные отделы менее значимы в формировании видового состава.

Наибольшее количество видов диатомовых, динофитовых, зеленых и криптофитовых водорослей отмечалось в холодный безледный период (апрель–июнь, октябрь–ноябрь), цианобактерий – в теплое время года (июль–сентябрь). Интенсивное развитие последних приводило к снижению общего количества видов в фитопланктоне, которых в летнее время насчитывалось не более 52 (таблица 4.2.1).

Круглогодично в фитопланктоне озера встречались бентосные и планктонно-бентосные диатомеи *Gomphonella olivacea*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptocephala*, *N. viridula*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *C. scutellum*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Melosira varians*, динофлагелляты *Peridiniella catenata*, *Diplopsalopsis orbicularis*, *Gymnodinium albulum*, зеленые *Pterosperma cristatum*, *Monoraphidium convolutum*, криптофитовые *P. prolonga*, *Teleaulax acuta*. Многие из них обильно развивались в определенный сезон: *M. varians* – с апреля по июнь, *P. catenata* – с мая по июль, *D. orbicularis* – с июня по октябрь, *M. convolutum* – с апреля по июль, *P. prolonga* и *T. acuta* – с октября по июнь (см. приложение 2). Цианобактерии оз. Тунайча, ярким представителем которых является *Dolichospermum spiroides*, не всегда встречались круглогодично. Так, в 2003 г. их вегетация отмечалась лишь в безледный период, с апреля по октябрь. Тем не менее, каждый год наблюдается их обильное развитие в летний период (см. приложение 2).

Таблица 4.2.1 – Количество видов и внутривидовых таксонов фитопланктона в оз. Тунайча в разные месяцы в 2002–2003 гг.

Отдел	2002 г.								2003 г.						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	II	V	VI	VII	IX	X	XI
Bacillariophyta	16	60	62	63	28	37	33	50	23	67	44	36	26	35	68
Chlorophyta	3	5	5	5	3	4	4	4	5	6	6	4	5	3	10
Ochrophyta	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cryptophyta	2	2	2	4	2	3	3	3	3	1	2	2	2	2	3
Cyanobacteria	2	1	3	3	4	1	1	2	0	0	1	1	1	2	0
Miozoa	5	7	5	5	2	3	1	2	8	9	5	8	4	8	0
Euglenozoa	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cercozoa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Всего:	29	78	78	81	40	49	43	63	40	84	59	52	39	51	84

Динамика численности и биомассы по данным за 2002 г. С марта по октябрь 2002 г. среднемесячные значения численности изменялись от $15,4 \pm 3,6$ до $1298,7$ тыс. кл./л, биомассы – от $17,3 \pm 11,8$ до $288,4 \pm 172,1$ мг/м³ (таблица 4.2.2). Предельные величины этих показателей за весь период исследований составляли соответственно, $3,7$ – 6679 тыс. кл./л и $2,7$ – $1083,3$ мг/м³.

В сезонной динамике развития фитопланктона выделяется три подъема численности и три – биомассы (рисунок 4.2.1).

В 2002 г. весенние пики развития численности и биомассы, наблюдаемые в апреле при температуре воды $2,5$ – $4,7^\circ\text{C}$, сразу после таяния льда, были обусловлены вегетацией диатомовых, зеленых, криптофитовых и динофитовых водорослей. Кроме того, в планктоне было отмечено значительное количество цист охрофитовых водорослей, предположительно, рода *Mallomonas*, которые играли существенную роль в формировании количественных показателей фитопланктона (36 – 45% (N)), 38 – 47% (B)). Доминировали в это время *Monoraphidium convolutum* (22 – 88% (N)) и *Diatoma vulgare* (20 – 40% (B)). Численность фитопланктона на отдельных участках достигала 782 тыс. кл./л, составляя в среднем 455 ± 70 тыс. кл./л, биомасса – $377,8$ мг/м³ при среднем значении $207,2 \pm 31,9$ мг/м³.

Таблица 4.2.2 – Структурные характеристики фитопланктона оз. Тунайча в 2002–2003 гг.

Месяц	t, °C	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	H _B	D _B	e
2002 г.						
III	0,9	112,1±106,1	17,3±11,8	1,68±0,016	0,33±0,010	0,50±0,005
IV	4,1	455,3±70,2	207,2±31,9	1,04±0,005	0,62±0,008	0,24±0,001
V	10,8	285,0±52,3	139,2±32,0	2,43±0,007	0,15±0,001	0,56±0,002
VI	13,7	1298,7±1082,1	288,4±172,1	1,56±0,009	0,34±0,005	0,39±0,002
VII	15,6	200,7±108,3	193,0±128,6	2,24±0,012	0,18±0,003	0,59±0,003
VIII	16,9	354,9±82,3	82,6±23,9	1,32±0,011	0,37±0,005	0,34±0,003
IX	16,5	752,3±464,8	164,5±62,1	1,08±0,012	0,43±0,007	0,29±0,003
X	9,7	15,4±3,7	30,8±9,3	1,38±0,005	0,52±0,008	0,33±0,001
2003 г.						
II	0,7	6,9±2,8	10,5±6,1	1,27±0,010	0,47±0,011	0,34±0,003
V	6,5	499,2±100,1	724,8±84,1	1,13±0,005	0,53±0,006	0,25±0,001
VI	15,2	60,3±37,5	22,3±5,7	2,14±0,010	0,17±0,002	0,52±0,003
VII	16,2	514,9±299,5	119,9±43,1	1,34±0,011	0,34±0,005	0,34±0,003
IX	17,9	2961,9±895,3	650,7±123,6	0,98±0,014	0,42±0,008	0,27±0,004
X	12,3	13,8±2,7	140,1±38,9	0,63±0,005	0,74±0,014	0,16±0,001
XI	8,2	129,2±23,2	1651,2±241,5	0,11±0,000	0,97±0,011	0,02±0,009

Примечание. Обозначения те же, что в таблице 4.1.4

К концу мая в результате интенсивного прогрева воды (до 11–13°C), количество цист охрофитовых заметно сократилось, что привело к почти двукратному уменьшению количественных показателей (до 285,1±52,3 тыс. кл./л и 139,2±32,0 мг/м³, соответственно). В то же время список доминирующих видов дополнила *Peridiniella catenata*, доля которой в общей биомассе составляла 20–61%.

Летние пики численности и биомассы, наблюдаемые в конце июня при температуре воды 14–15°C, были связаны с массовым развитием цианобактерий. Количественные показатели были высокими, достигая в районе Малой Тунайчи 6,7 млн кл./л. и 1,0 г/м³, соответственно. Средняя численность фитопланктона в это время составляла 1298,7±1082,0 тыс. кл./л, биомасса – 288,4±172,1 мг/м³. В фитопланктоне доминировала *Dolichospermum spiroides*. Наряду с ней на некоторых участках группу доминантов по биомассе формировали *Chaetoceros subtilis* (28–68% (B)), *Coscinodiscopsis commutata* (31–92%) и *Diplopsalopsis orbicularis* (31–61%). Основные скопления *D. spiroides* были приурочены к мелководному району Малой Тунайчи, где из-за малых глубин и большего поступления пресных вод впадающих рек, происходил быстрее прогрев воды. На основной акватории озера распределение *D. spiroides* в связи с ветровым воздействием было неравномерно.

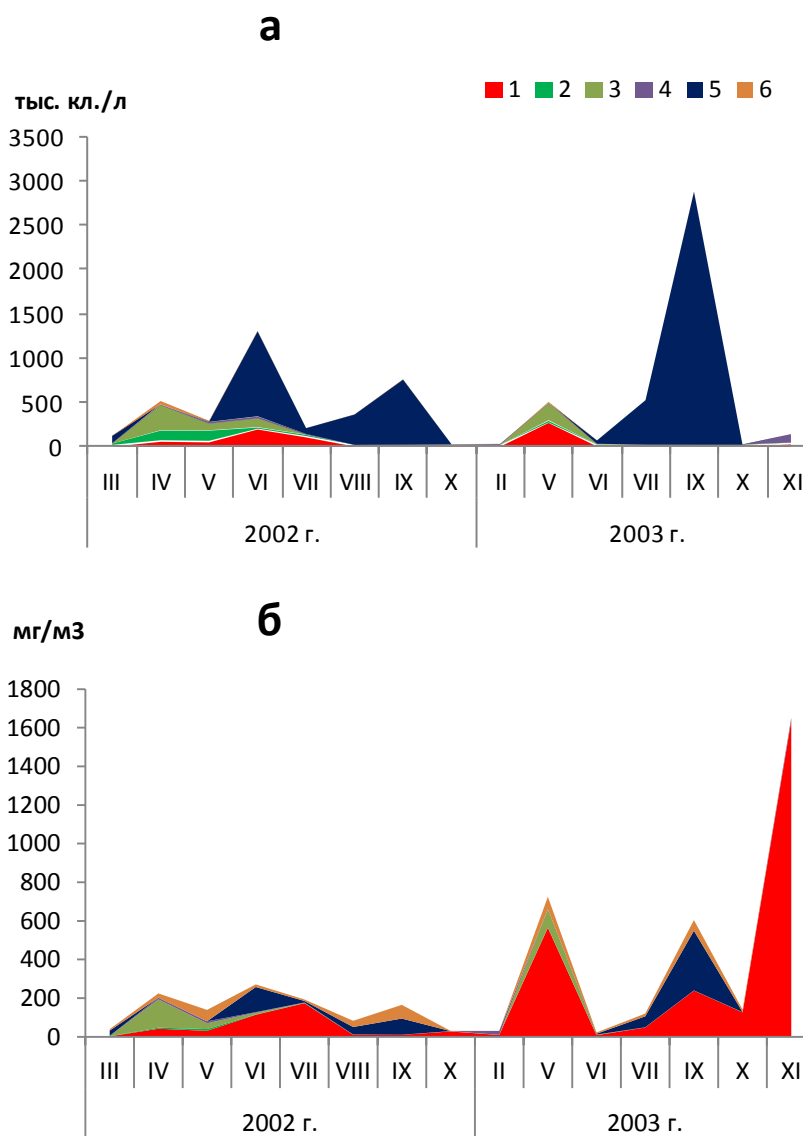


Рисунок 4.2.1 – Сезонная динамика численности (а) и биомассы (б) фитопланктона оз. Тунайча в 2002 г. и 2003 г.: 1 – диатомовые, 2 – зеленые, 3 – охрофитовые, 4 – криптофитовые, 5 – цианобактерии, 6 – динофитовые.

Вегетация цианобактерий в оз. Тунайча продолжалась до октября. В 2002 г. в середине сентября при температуре воды 16,5°C наблюдался еще один, меньший по величине, подъем их численности и биомассы. В октябре, при снижении температуры до 9–10°C произошло резкое снижение количественных показателей водорослей (таблица 4.2.2, рисунок 4.2.1). Из видового состава исчезли цианобактерии, при этом наиболее обильными были цисты охрофитовых (25–71% от общей численности) и крупноклеточная диатомея *S. commutata* (33–88% от общей биомассы).

Динамика индексов видового разнообразия, доминирования, выравненности по данным за 2002 г. Индекс видового разнообразия в разные месяцы в 2002 г. изменялся от $1,04 \pm 0,01$ до

2,43±0,01, доминирования – от 0,15±0,00 до 0,62±0,01, выравненности от 0,24±0,00 до 0,59±0,00. Снижение разнообразия наблюдалось во время подъемов биомассы, при этом статистический анализ показал отсутствие линейной связи между разнообразием и общей биомассой. Наибольшие значения индекса Шеннона при выравненности $e=0,56$ и минимальном доминировании отмечались в мае (таблица 4.2.2). При проведении статистического анализа не было выявлено тесных достоверных корреляционных связей между индексом Шеннона, абиотическими и биотическими факторами. Показатели разнообразия фитопланктона сильно коррелировали с выравненностью и доминированием (рисунок 4.2.2).

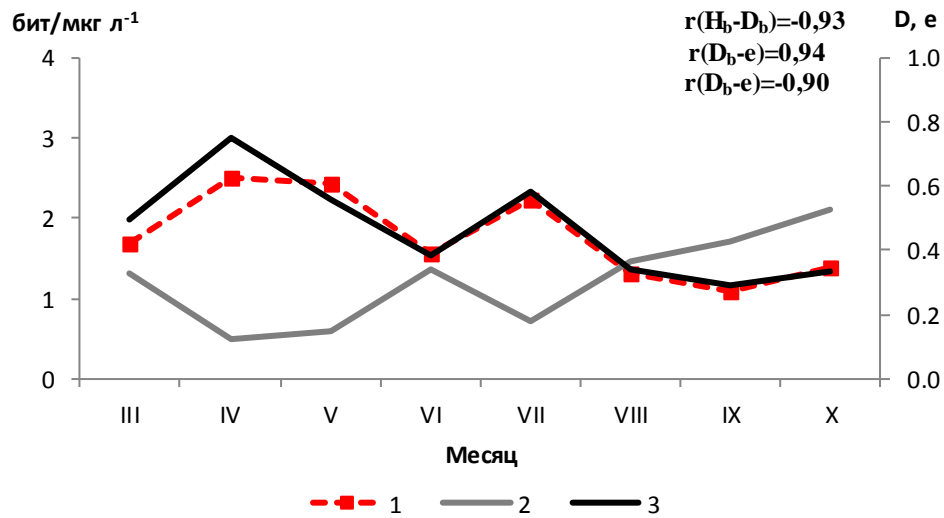


Рисунок 4.2.2 – Сезонная динамика индекса видового разнообразия Шеннона по биомассе (1), индекс доминирования Симпсона (2) и индекса выравненности Пиелу (3) оз. Тунайча в 2002 г.

Динамика численности и биомассы по данным за 2003 г. С февраля по ноябрь 2003 г. среднемесячная численность колебалась от 6,9±2,8 до 2961,9±895,3 тыс. кл./л, биомасса – от 10,5±6,1 до 1651,2±241,5 мг/м³. Предельные величины численности и биомассы составляли 0,5–45310,0 тыс. кл./л и 0,1–3702,8 мг/м³ соответственно.

Сезонная динамика фитопланктона в 2003 г. была несколько иной. Во-первых, пики численности и биомассы были сдвинуты на месяц; во-вторых, ход развития цианобактерий имел вид одновершинной кривой.

Количественные показатели в зимний период 2003 г. были низкими, как и в 2002 г. (таблица 4.2.2). В феврале подо льдом в небольшом количестве развивались *Monoraphidium convolutum*, *Plagioselmis prolunga*, *Pyramimonas semiglobosa*, *Pterosperma cristatum*, *C. commutata*. Последний вид часто доминировал по биомассе (74–97% (B)), остальные – по численности (20–64% (N)). Единично в подледный период встречались литоральные, широко

распространенные на дне и в обрастаниях пресных водоемов *Amphora ovalis*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Stenophora pulchella*, *Eunotia arcus*, *Gomphonella olivacea*, *Gomphonema parvulum*, *Asterionella formosa*, *Cocconeis pediculus*, *Diatoma vulgaris*.

С прогревом воды количественные показатели фитопланктона возрастали. В целом в 2003 г. наблюдалось три подъема численности и биомассы. Первый, весенний пик, наблюдаемый в мае, был сформирован развитием диатомовых и наличием большого количества цист охрофитовых. Средняя численность фитопланктона составляла $499,2 \pm 100,1$ тыс. кл./л, биомасса – $724,8 \pm 84,1$ мг/м³. Доминировали центрические диатомеи рода *Thalassiosira* (*Thalassiosira* cf. *hyalina*, *T. baltica*), доля которых в общей численности достигала 77%, биомассе – 97%.

Второй, летний пик 2003 г., отмеченный в конце августа – начале сентября, был вызван «цветением» цианобактерии *D. spiroides*. Средняя численность фитопланктона в этот период составляла $2961,9 \pm 895,3$ тыс. кл./л, биомасса – $650,7 \pm 123,6$ мг/м³.

В середине ноября был зарегистрирован слабый подъем численности и значительный – биомассы. Первый был обусловлен активизацией вегетации мелкоклеточных криптофитовых водорослей (до 95% от общей численности), второй – крупноклеточной диатомеи *S. commutata* (66–89% от общей биомассы).

Динамика индексов видового разнообразия, доминирования, выравненности по данным за 2003 г. Индекс Шеннона в разные месяцы в 2003 г. изменялся от $0,11 \pm 0,00$ до $2,14 \pm 0,01$, доминирования – от $0,17 \pm 0,00$ до $0,97 \pm 0,01$, выравненности от $0,02 \pm 0,01$ до $0,52 \pm 0,00$ (таблица 4.2.2). Максимальное ценотическое разнообразие при наибольшей выравненности было зарегистрировано в июне во время резкого снижения биомассы, минимальное – в ноябре при подъеме биомассы (рисунок 4.2.3). Была выявлена отрицательная корреляция между индексом Шеннона и биомассой фитопланктона ($r = -0,73$), однако связь была недостоверной. Достоверно индекс разнообразия зависел от долевого участия в общей биомассе зеленых ($r = 0,81$), динофитовых ($r = 0,80$) и диатомовых водорослей ($r = -0,77$).

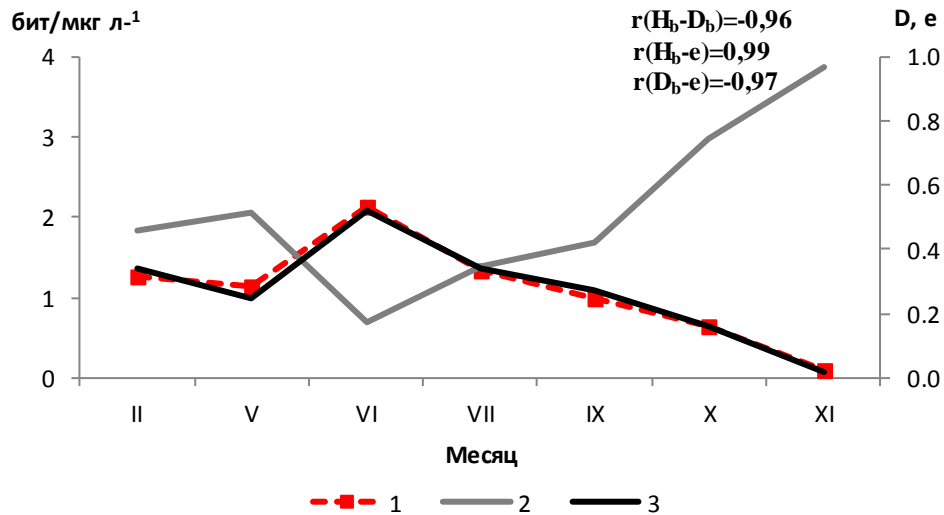


Рисунок 4.2.3 – Сезонная динамика индекса видового разнообразия Шеннона по биомассе (1), индекс доминирования Симпсона (2) и индекса выравненности Пиелу (3) оз. Тунайча в 2003 г.

Межгодовая динамика развития фитопланктона. Максимальные средневегетационные значения количественных показателей фитопланктона были зарегистрированы в 2003 г. (таблица 4.2.3).

Динамику численности фитопланктона в озере определяли цианобактерии ($r = 0,97$, $p < 0,05$), биомассы – диатомовые водоросли ($r = 0,97$, $p < 0,05$). Кроме того, отмечены значительные колебания численности зеленых водорослей.

Наибольшие значения численности и биомассы зеленых водорослей были зарегистрированы в 2002 г., особенно в весенний период. Так, в мае 2002 г. средняя численность этого отдела составляла $120,7 \pm 18,9$ тыс. кл/л, в 2003 г. она была в 7 раз ниже. Следует отметить, средняя дневная температура в поверхностном слое в конце мая 2002 г. составляла $13,3^\circ\text{C}$ весной 2003 г., конце мая 2003 г. – не поднималась выше 8°C (Мухаметова, 2005).

Таблица 4.2.3 – Средние количественные показатели для разных отделов фитопланктона оз. Тунайча в 2002–2003 гг.

Отделы	Численность, тыс. кл./л		Биомасса, мг/м ³	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Bacillariophyta	53,0±6,6	45,1±5,8	40,1±5,0	379,9±37,5
Miozoa	7,5±1,3	13,6±3,7	26,8±5,0	21,8±4,3
Chlorophyta	35,2±4,2	4,2±0,6	2,4±0,3	0,4±0,1
Cryptophyta	9,2±0,4	17,5±2,4	3,3±0,1	5,2±0,5
Cyanobacteria	268,3±34,6	486,2±65,4	25,9±4,9	52,9±7,6
Ochrophyta	61,2±8,8	31,4±5,2	23,7±4,7	14,3±3,3
Euglenozoa	0,01±0,01	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
Cercozoa	0,01±0,00	0,1±0,00	0,02±0,00	0,2±0,0
Всего	434,0±41,1	598,0±67,2	143,2±14,0	474,2±42,8

Особенностью фитопланктона в летний период в озере является обильная вегетация цианобактерии *D. spiroides*. В 2002 г. ее развитие описывалось двухвершинной кривой, в 2003 г. – одновершинной. В 2003 г. средняя температура воды была на 2–3°C выше, чем в 2002 г. (Мухаметова, 2005), соответственно численность *D. spiroides* на отдельных участках водоема достигала 45 млн кл./л (Мотылькова, Коновалова, 2012). Известно, что для массового развития цианобактерий требуются комплекс как физико-химических, так и биологических факторов (Гусева, 1965; Кравчук, 2004). Активность вегетации цианобактерий в оз. Тунайча отмечалась при устойчивой летней температурной стратификации, высокой температуре воды – 15–18°C, низком соотношении концентраций азота и фосфора – N:P=5:1, величине pH, варьирующей от 7,6 до 7,8. Учитывая стабильность гидрологических условий в озере в 2002–2003 гг. (прозрачность, соленость, температурная стратификация) за исключением усиленного прогрева воды в 2003 г., мы полагаем, что одним из существенных факторов, влияющим на межгодовую динамику развития цианобактерий в озере, несмотря на отсутствие достоверной корреляции ($r = 0,61$, $p > 0,05$), является температура.

Высокая средневегетационная биомасса в 2003 г. была обусловлена резким подъемом биомассы диатомовых водорослей в осенний период, прежде всего *S. commutata*, биомасса которого на разных участках оз. Тунайча в ноябре 2003 г. варьировала в пределах 135,5–3702,9 мг/м³, составляя в среднем 1587,0±168,7 мг/м³. Этот широкораспространенный вид (Sar et al., 2008) вид вегетирует в озере круглогодично, его встречаемость и численность возрастают от весны к осени, что объясняется оптимальным сочетанием абиотических (температура воды 8,2°C, соленость 2,6‰, pH 7,7) и биотических факторов (отсутствие цианобактерий)

(Мотылькова, Коновалова, 2012). Возрастание его количественных показателей в летний и осенний периоды отмечено для южных морей России (Диатомовые водоросли, 1974), а также прибрежных вод Аргентины (Sar et al., 2008).

Сезонная смена фитопланктонных комплексов. С помощью дендрограмм ценотического сходства (рисунок 4.2.4) выделены основные сезонные комплексы фитопланктона оз. Тунайча (рисунок 4.2.5). Краткая их характеристика приведена в таблице 2 приложения 3. Всего за период с апреля по октябрь 2002 г. и с февраля по октябрь 2003 г. выделено 23 планктонных комплекса (12 – в 2002 г., 11 – в 2003 г.), которые различались, в основном, сроками существования.

В апреле при температуре воды 2,5–4,7°C в озере наблюдался основной комплекс с превалярованием цист охрофитовой *Mallomonas* sp. (70% (N), 81% (B)). В роли ее кодоминанта выступала зеленая *Ankistrodesmus convolutus* (21%). Состав комплекса был представлен 70 видами с суммарной численностью 494,9 тыс. кл./л, биомассой – 222,8 мг/м³. В районе острова Птичий (на границе Малой Тунайчи и Большой Тунайчи) он был заменен небольшим (19 видов) комплексом с высоким коэффициентом обилия *Melosira varians* и *Ankistrodesmus convolutus*.

Вышеперечисленные *Mallomonas* sp., *Melosira varians* и *Ankistrodesmus convolutus* являлись доминантами с апреля по июнь. Цисты *Mallomonas* sp. были обильны в планктоне в весеннее время в холодные годы. В сухой и теплый май 2002 г. их количество не превышало 18 тыс. кл./л, в прохладный пасмурный май 2003 г. – достигало 492 тыс. кл./л. В первом случае в основном альгоценозе пелагиали они входили в состав характерных I порядка, во втором – доминирующих видов.

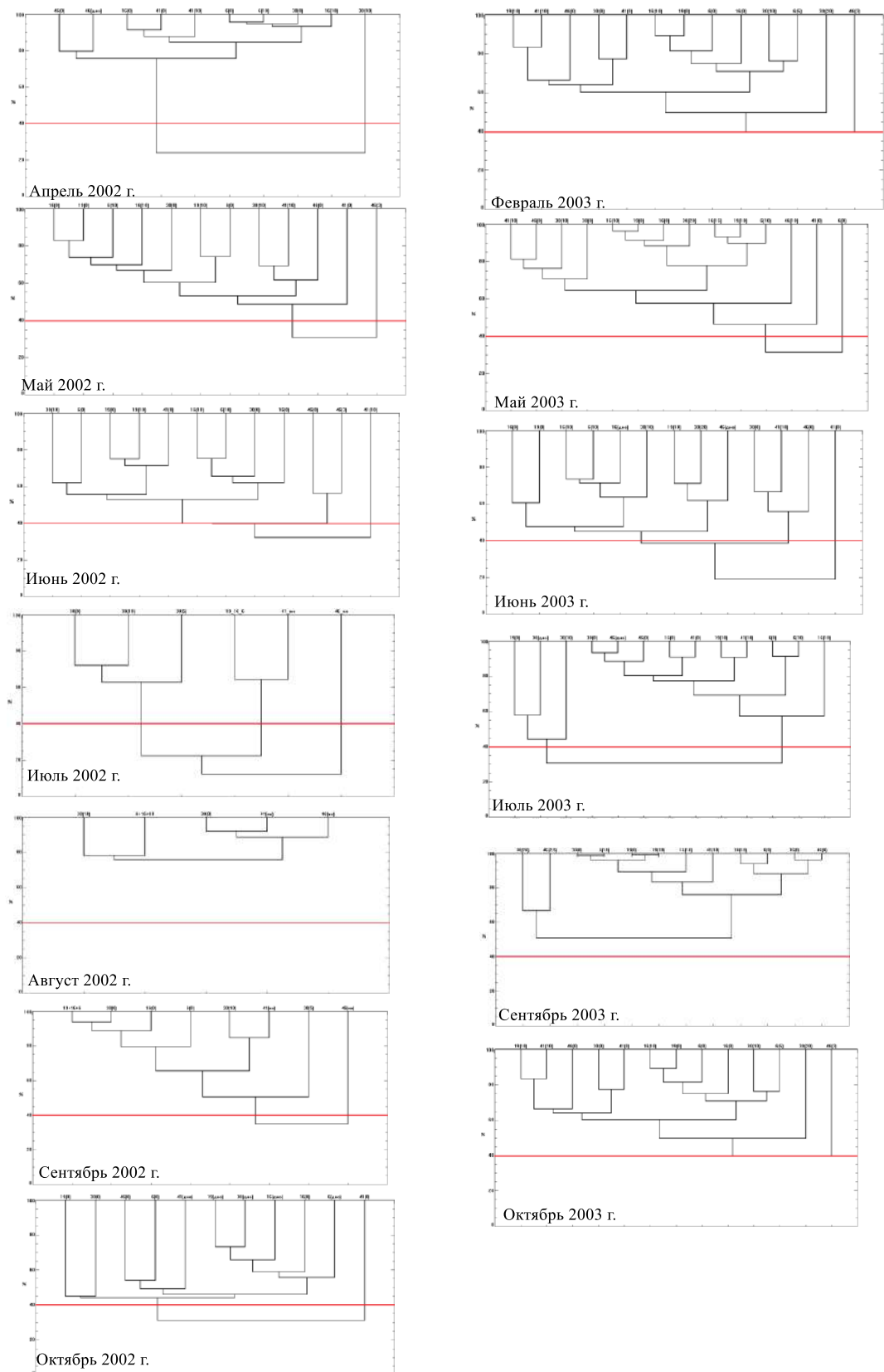
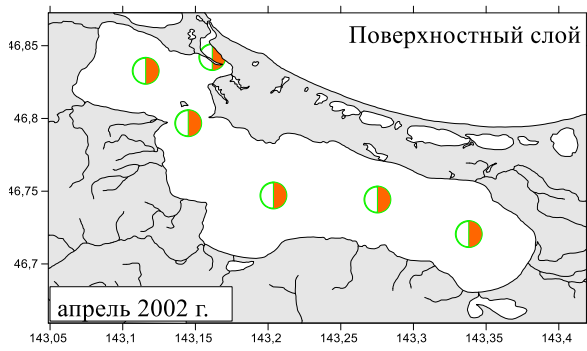


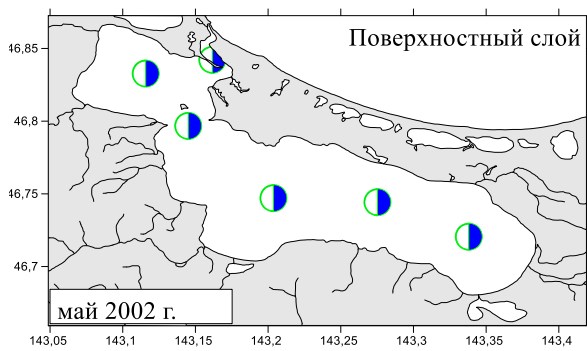
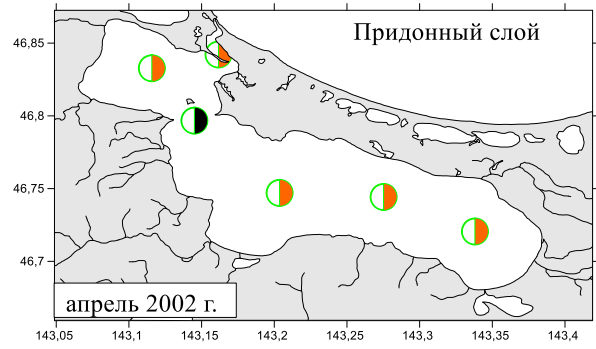
Рисунок 4.2.4 – Дендрограммы сходства фитопланктонных станций оз. Тунайча в разные периоды съемок: по горизонтали – номера станций, по вертикали – индекс ценотического сходства.

С июня в пелагиали озера появлялась цианобактерия *Dolichospermum spiroides*. В начале своего появления, в зависимости от скорости прогрева верхнего однородного слоя воды, она участвовала в формировании локальных комплексов, либо с весенними видами образовывала комплекс, занимающий всю акваторию. Так, в 2002 г. при постепенном весенне-летнем прогреве верхнего слоя, когда температура воды составляла 12,6–12,8°C, данная цианобактерия совместно с цистами *Mallomonas* sp., диатомовой *Melosira varians* и зеленой *Pyramimonas* sp. образовывала комплекс по всей акватории с численностью 105 тыс. кл./л и биомассой 30 мг/м³. В его состав входил 81 вид из отделов Bacillariophyta, Ochrophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Miozoa, Cryptophyta. При этом по численности значимыми были зеленые (34%) и цианобактерии (28%), по биомассе – диатомовые (57%). Доминировали *Mallomonas* sp. (16% (N), 12% (B)), *D. spiroides* (28% (N), 11% (B)), *Pyramimonas* sp. (17% (N)), *M. varians* (19% (B)). В 2003 г. в период быстрого прогрева, при температуре воды 13–14°C, со значительным участием *D. spiroides* было сформировано два небольших комплекса в районе Малой Тунайчи. Первый – *Dolichospermum spiroides* – отличался наибольшей численностью (508 тыс. кл./л) и биомассой (77 мг/м³). Его слагали 25 видов, среди которых по количеству видовых таксонов преобладали диатомовые водоросли (18 видов). Доминировала цианобактерия *D. spiroides* (95% (N), 70% (B)). Второй комплекс, расположенный в районе протоки и у острова Птичий, включал 36 видов – представителей диатомовых, динофитовых, охрофитовых, криптофитовых, зеленых водорослей и цианобактерий. Численность микроводорослей в нем составляла 178 тыс. кл./л, биомасса – 38,5 мг/м³. Лидировала *D. spiroides* (92% (N), 42% (B)) с кодоминантом по биомассе динофитовой *D. orbicularis* (32%).

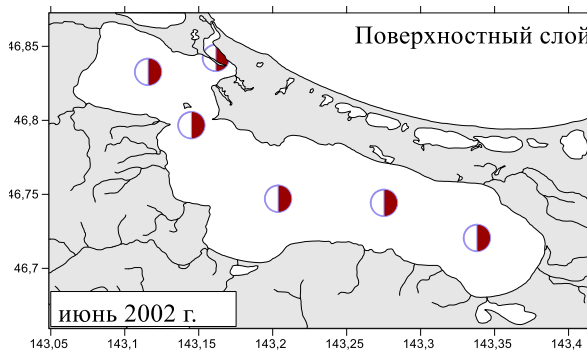
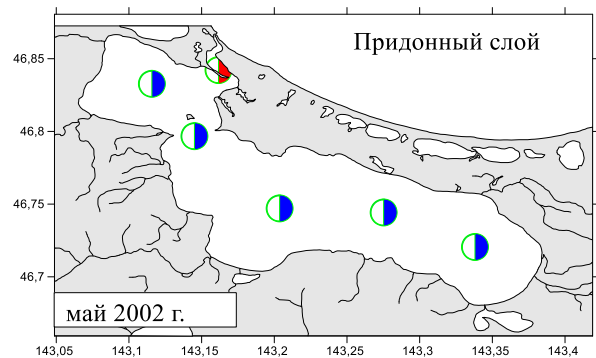
2002 г.



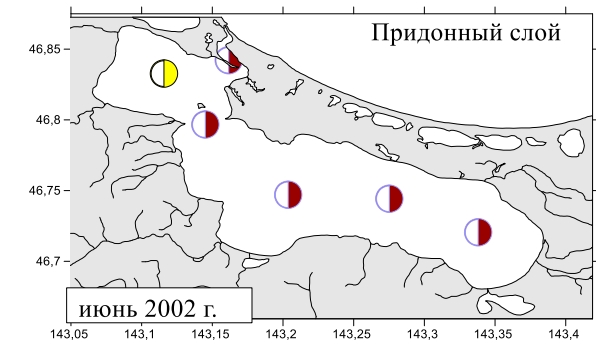
- Mallomonas sp. (cyst)+Ankistrodesmus convolutus*
- Melosira varians+Ankistrodesmus convolutus*

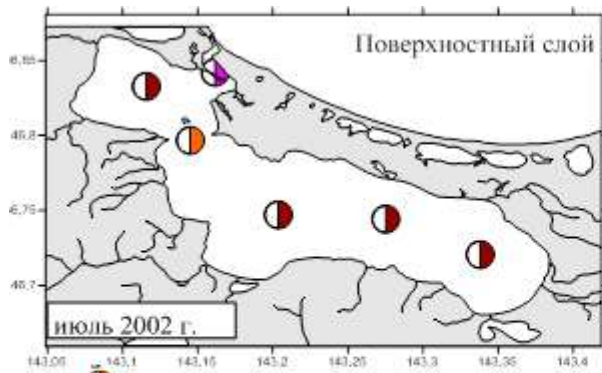





- Peridiniella catenata+Diatoma vulgare+Ankistrodesmus convolutus*
- Melosira varians+Diatoma vulgare+Ankistrodesmus convolutus*

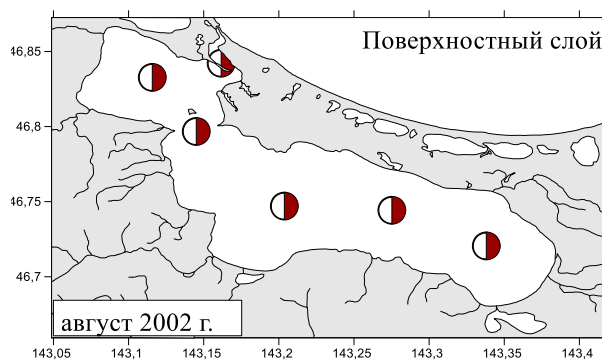
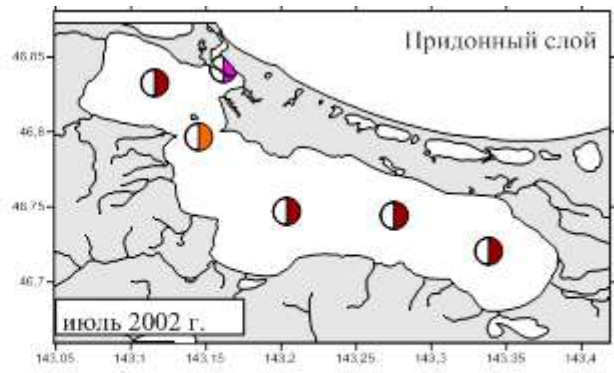



- Melosira varians+Mallomonas sp. (cyst)+Dolichospermum spiroides+Pyramimonas sp.*
- Melosira varians+Chaetoceros subtilis+Ankistrodesmus convolutus+Pyramimonas sp.*

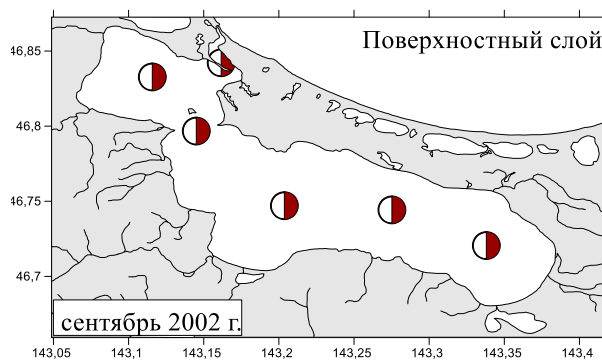
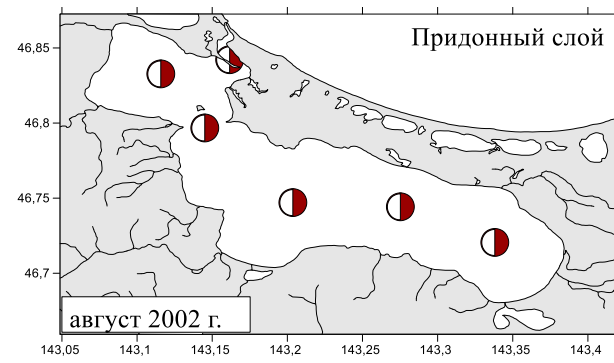






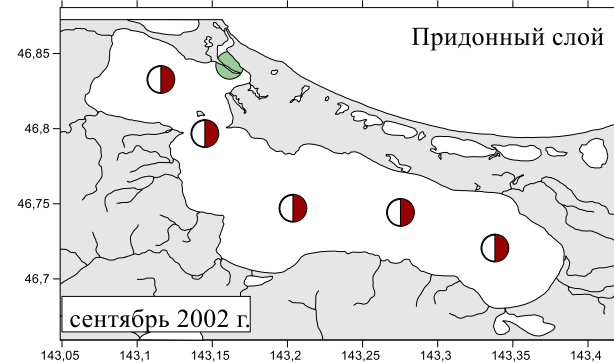
-  *Chaetoceros subtilis* + *Cryptomonas* sp.
-  *Dolichospermum spiroides* + *Diplopsalopsis orbicularis*
-  *Melosira varians* + *Bacillaria paradoxa*

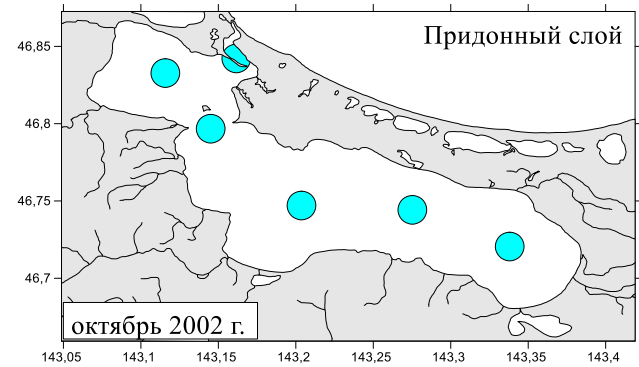
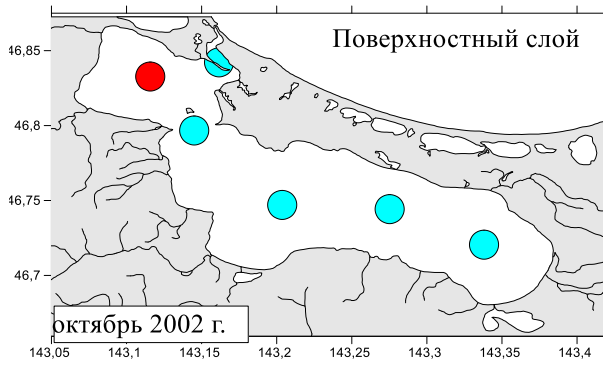


-  *Dolichospermum spiroides* + *Diplopsalopsis orbicularis*



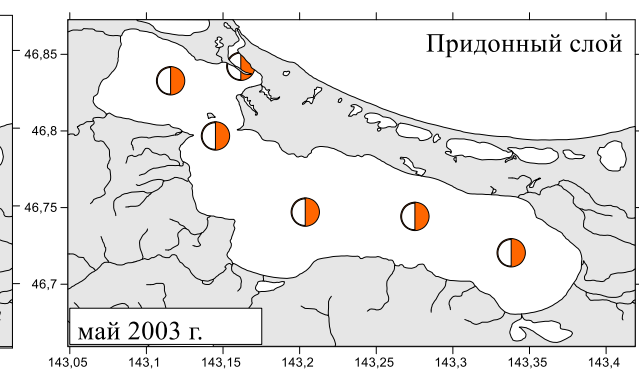
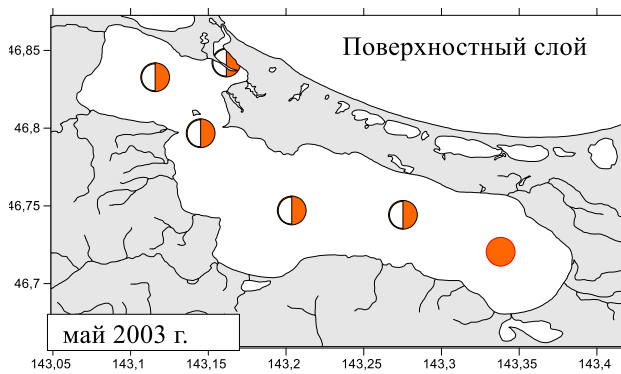
-  *Dolichospermum spiroides* + *Diplopsalopsis orbicularis*
-  *Dolichospermum spiroides* + *Coscinodiscopsis commutata*



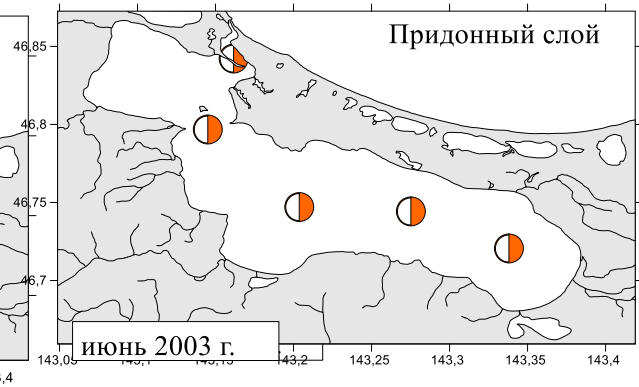
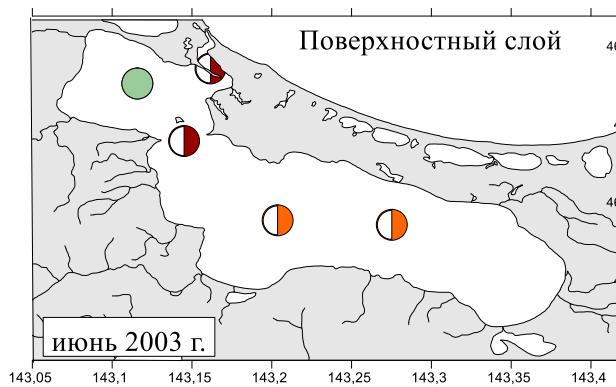


- *Cocconeis placentula*+*Rhoicosphaenia curvata*+*Mallomonas sp. (cyst)*
- *Mallomonas sp. (cyst)*+*Coscinodiscopsis commutata*

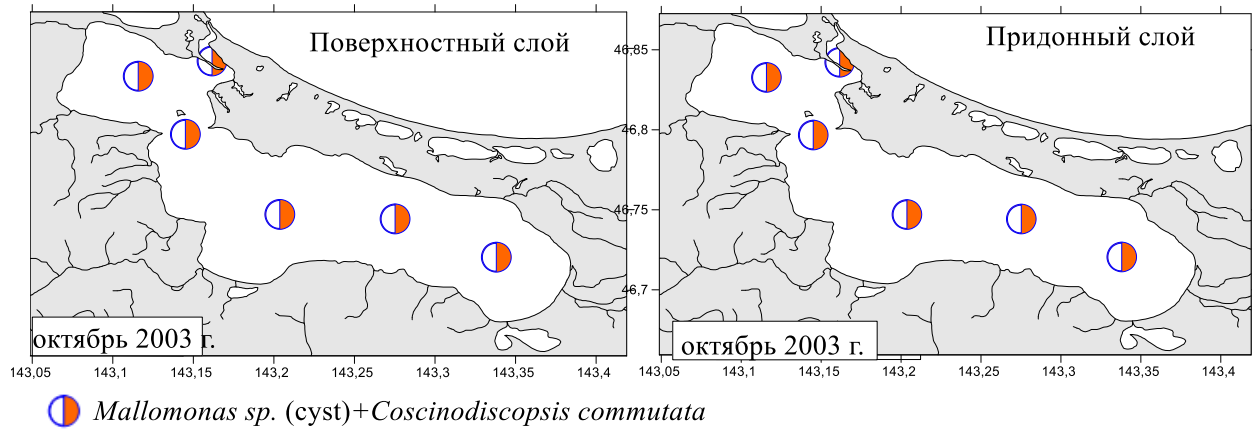
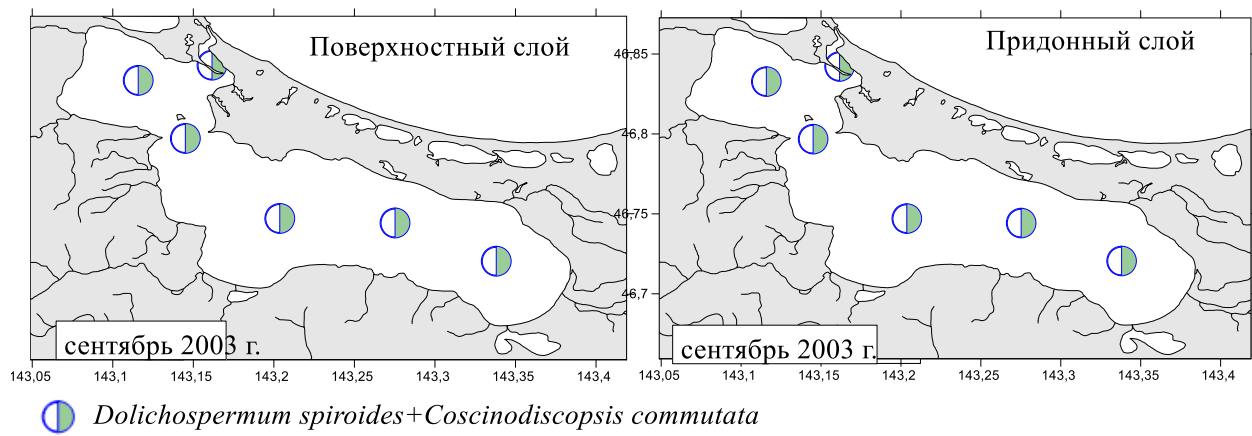
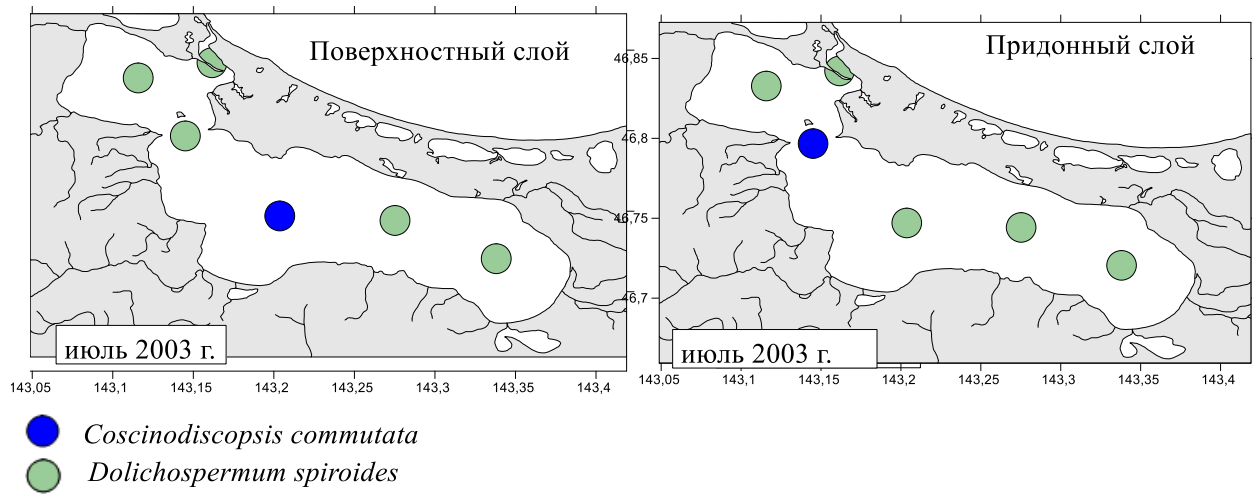
2003 г.



- *Thalassiosira baltica*+*Thalassiosira hyalina*+*Mallomonas sp. (cyst)*
- *Mallomonas sp. (cyst)*+*Fragilaria crotonensis*



- *Thalassiosira baltica*+*Melosira varians*+*Mallomonas sp. (cyst)*
- *Dolichospermum spiroides*+*Diplopsalopsis orbicularis*
- *Dolichospermum spiroides*



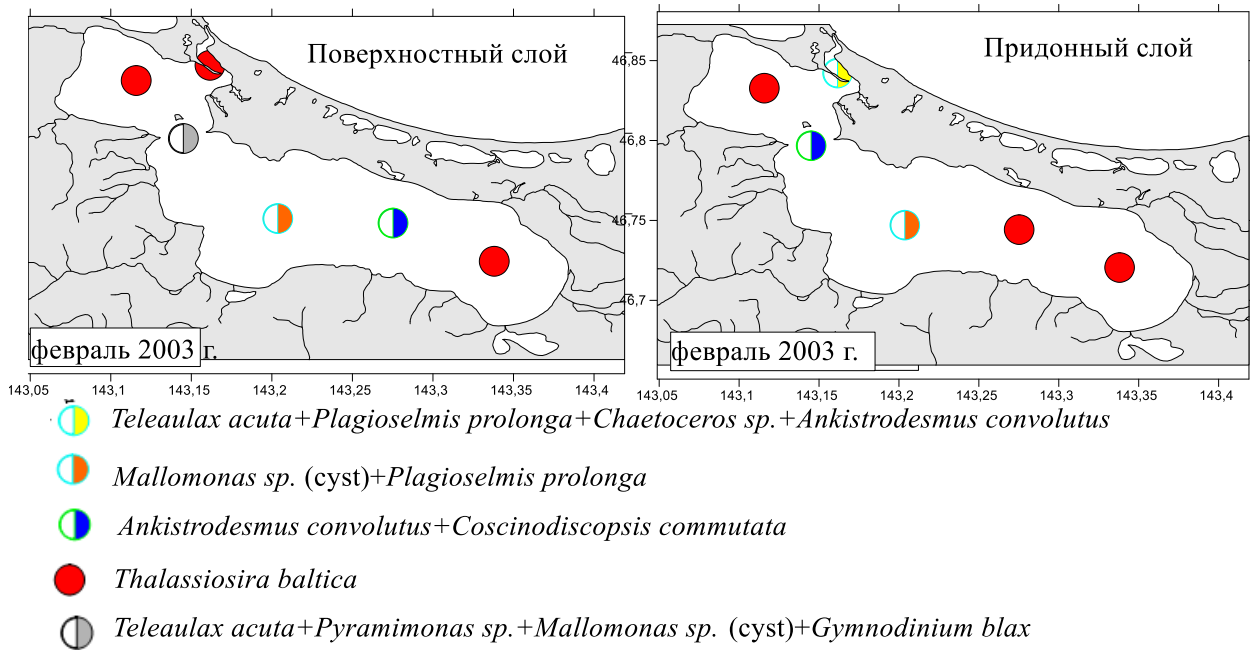


Рис 4.2.5 – Распределение фитопланктонных комплексов на основе дендрограммы центотического сходства в оз. Тунайча с апреля по октябрь 2002 г. и с февраля по октябрь 2003 г.

С июля по сентябрь после исчезновения из планктона цист *Mallomonas sp.* на всей акватории озера, исключая иногда район пр. Красноармейская, формировался комплекс с превалярованием *D. spiroides*, наряду с которым в 2002 г. в роли доминанта выступала динофитовая *Diplopsalopsis orbicularis*, в более теплый 2003 г. – диатомея *Coscinodiscopsis commutata*. При этом показатели развития в этот период были высоки. Так суммарная численность и суммарная биомасса в сентябре 2002 г. в комплексе *Dolichospermum spiroides*+*Diplopsalopsis orbicularis* составляли 1016,7 тыс. кл./л и 209,5 мг/м³, в 2003 г. в комплексе *Dolichospermum spiroides*+*Coscinodiscopsis commutata* – 2873,5 тыс. кл./л и 616,1 мг/м³.

Прекращение вегетации *D. spiroides* в октябре при температуре ниже 12,9°C приводило к образованию нового осеннего комплекса, где в роли доминантов выступали *C. commutata* и цисты *Mallomonas sp.* Данный комплекс характеризовался невысокими количественными показателями. Так в 2002 г. численность и биомасса составляли 16,5 тыс. кл./л и 33,6 мг/м³, в 2003 г. – 14,0 тыс. кл./л и 128,2 мг/м³.

В зимний период в озере наблюдалось несколько комплексов. В феврале 2003 г. их количество составляло пять. В районе Малой Тунайчи и восточной части Большой Тунайчи как в поверхностном слое, так и на горизонте 10 м был сформирован комплекс «*Thalassiosira baltica*» с численностью 4,8 тыс. кл./л, биомассой – 3,3 мг/м³. Центральную часть основного плеса занимали три небольших комплекса: *Teleaulax acuta*+*Pyramimonas sp.*+*Mallomonas sp. (cyst)*+*Gymnodinium blax*, *Mallomonas sp. (cyst)*+*Plagioselmis prolonga* и *Ankistrodesmus*

convolutus+*Coscinodiscopsis commutata*. Среди них наибольшей численностью (18 тыс. кл./л) обладал комплекс *Mallomonas* sp. (cyst)+*Plagioselmis prolonga*, наибольшей биомассой (8 мг/м³) – *Ankistrodesmus convolutus*+*Coscinodiscopsis commutata*. В протоке в придонном слое был зарегистрирован комплекс *Teleaulax acuta*+*Plagioselmis prolonga*+*Chaetoceros* sp.+*Ankistrodesmus convolutus*, отличающийся от остальных низкими количественными показателями (0,6 тыс. кл./л и 0,1 мг/м³).

Из вышеизложенного следует, что в безледный период в озере ежемесячно формируется не более двух (реже – трех) комплексов: один, занимающий практически всю акваторию озера, второй, локализованный в районе Малой Тунайчи. С апреля по июнь ядро комплексов пелагиали формируют *Melosira varians* и *Ankistrodesmus convolutus* и цисты *Mallomonas* sp., с июля по сентябрь – *Dolichospermum spiroides*, *Diplopsalopsis orbicularis*, *Coscinodiscopsis commutata*, в октябре – *C. commutata* и цисты *Mallomonas* sp. В зимний период количество комплексов возрастает. И главными их компонентами становятся центрические диатомовые родов *Thalassiosira*, *Coscinodiscopsis*, криптофитовые – *Teleaulax*, *Plagioselmis*, зеленые – *Ankistrodesmus*, *Pyramimonas* и цисты охрофитовых.

4.3 Лагунное озеро Изменчивое

Исследования фитопланктона в лагунном озере Изменчивое были проведены в 2004, 2005 и 2007 гг. В 2004 г. была организована фитопланктонная съемка на акватории всего озера, в 2005 г. – сезонная съемка, состоявшая из серии ежемесячных съемок. В 2006 г. протока озера была заблокирована песчанными наносами. В течение года водообмен с морем отсутствовал. В июне 2007 г. повторно была проведена фитопланктонная съемка по схеме, идентичной 2004 г. с целью выявления изменений в структуре фитопланктона, вызванных сменой гидрологического режима озера.

Характеристика фитопланктона оз. Изменчивое в июне 2004 г. (при нормальном функционировании протоки)

В период водообмена озера с прилегающей акваторией моря, в июне 2004 г. состав фитопланктона характеризовался многообразием видов (119 видов из девяти отделов). Bacillariophyta были представлены 42 видами, Miozoa – 61, Chlorophyta – 6, Cryptophyta – 3, Euglenozoa – 2, Ochrophyta – 2, Cyanobacteria – 1, Charophyta – 1, Cercozoa – 1. Наибольшее количество видов отмечено для родов *Protoperidinium* (12 видов), *Gymnodinium* (10), *Navicula* (5), *Gyrosigma* (4), *Nitzschia* (4).

Близкая к морскому типу соленость воды (около 29‰) определяла высокое количество морских видов в лагуне (56% от общего количества видов). Совокупная доля солоноватоводных видов и видов смешанных групп (пресноводно-солоноватоводных, пресноводно-солоноватоводно-морских, солоноватоводно-морских) была низкой и составляла 28%. На долю пресноводных приходилось 16%.

Численность июньского фитопланктона в 2004 г. по станциям варьировала в пределах 4,5– 55,5 тыс. кл./л, биомасса – 31,2–280,0 мг/м³. Фитопланктон за счет кругового течения концентрировался в кутовых частях лагуны. Наибольшей численностью микроводорослей характеризовались поверхностные воды юго-восточной части озера, биомассой – придонные юго-западной.

На разных участках озера доминировали различные группы. На большей части акватории, гидрологический режим которой определялся фазами приливно-отливного цикла, высокий вклад в создании численности вносили солоноватоводно-морской криптофитовый *P. prolonga* и морские динофитовые *Dinophysis norvegica*, *Katodinium glaucum*, *Protoperidinium brevipes*. В прибрежных поверхностных лагунных водах юго-западной части водоема доминировали пресноводные цианобактерии *Merismopedia tenuissima*. На участках с относительно постоянным гидрологическим режимом, наименее подверженных влиянию

морских вод, доминировали цианобактерии *Anabaena sp.* (юго-восточная часть лагуны) и бентические диатомовые родов *Ulnaria*, *Odontella*, *Pinnularia*, *Fragillaria* (северо-западная зона) (рисунок 4.3.1).

На основе дендрограммы сходства фитопланктонных станций в оз. Изменчивое в июне 2004 г. было выделено два обособленных сообщества в поверхностном слое (рис. 4.3.1) и два сообщества в придонном (рис. 4.3.2).

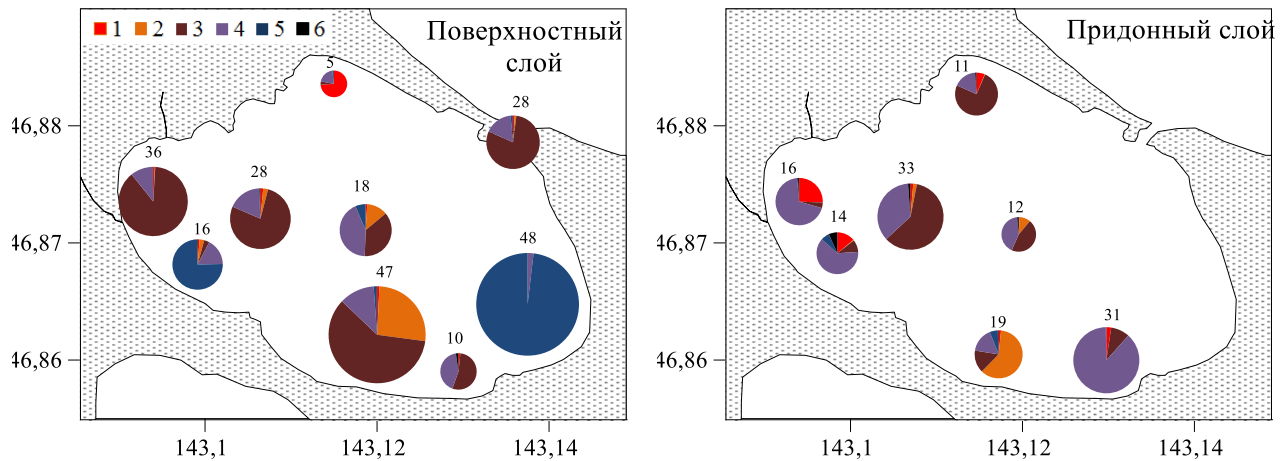


Рисунок 4.3.1 – Распределение численности (тыс. кл./л) и относительный вклад основных отделов в численность фитопланктона оз. Изменчивое в поверхностном и придонном слоях воды в июне 2004 г. Условные обозначения: 1 – диатомовые, 2 – охрофитовые, 3 – криптофитовые, 4 – динофитовые, 5 – цианобактерии, 6 – прочие. Цифры над диаграммами – общая суммарная численность фитопланктона на станции, тыс. кл./л.

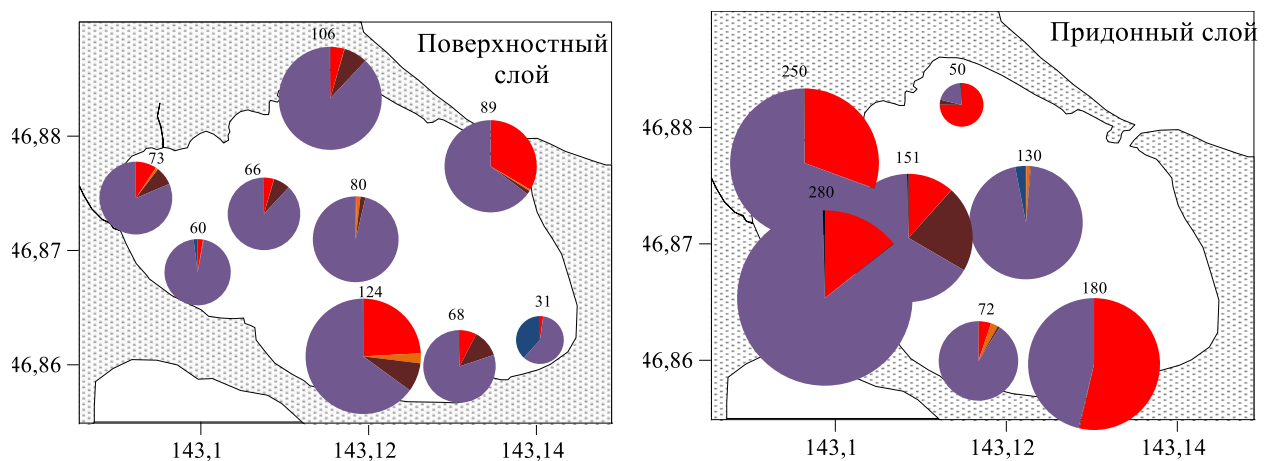


Рисунок 4.3.2 – Распределение биомассы (мг/м^3) и относительный вклад основных отделов в биомассу фитопланктона оз. Изменчивое в поверхностном и придонном слоях воды в июне 2004 г. Обозначения как на рис. 4.3.1. Цифры над диаграммами – общая суммарная биомасса фитопланктона на станции, мг/м^3 .

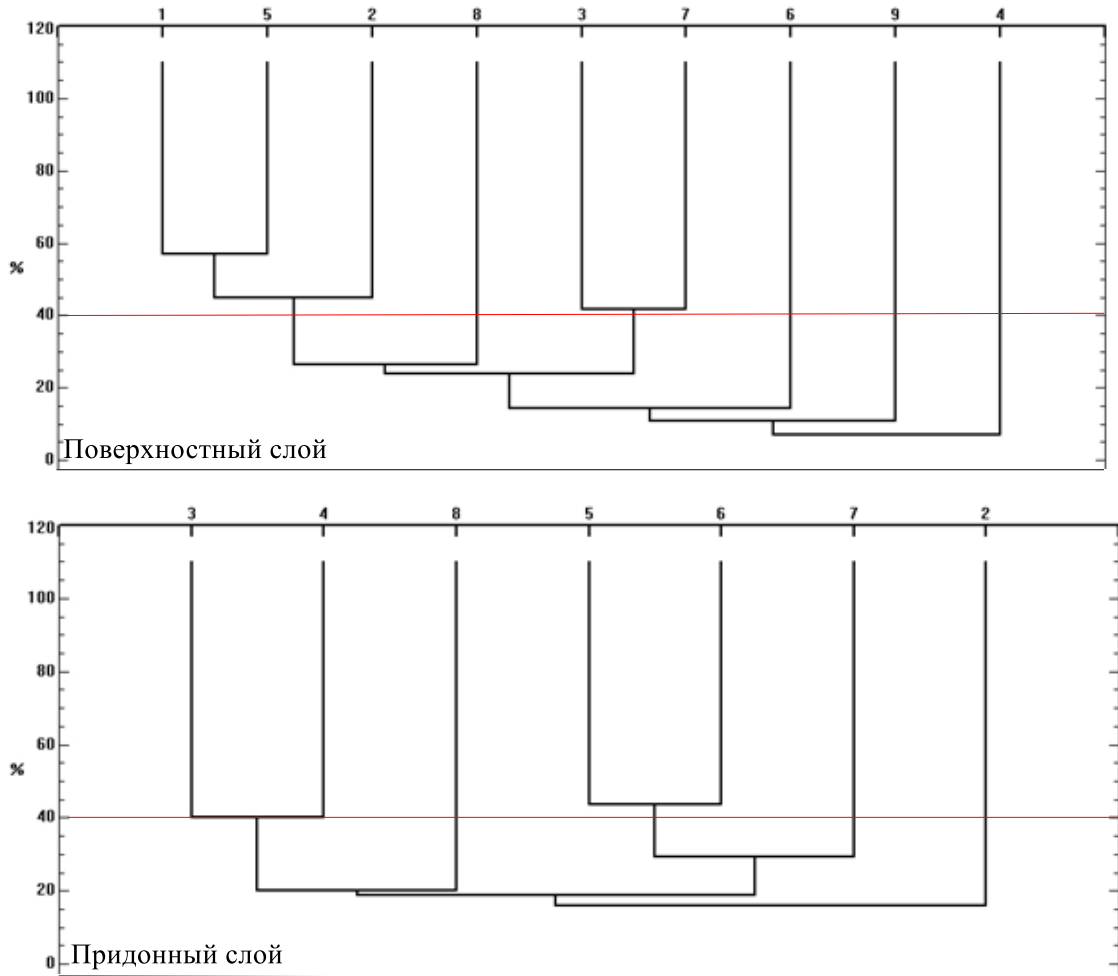


Рисунок 4.3.2 – Дендрограмма сходства фитопланктонных станций в поверхностном и придонном слоях оз. Изменчивое в июне 2004 г.

На высоком уровне сходства (40%) в поверхностном слое был выделен фитопланктонный комплекс *Lingulodinium polyedra*+*Archaeoperidinium minutum*, распространенный от протоки и далее, направляясь к центру лагуны, оттуда доходя до юго-западной части водоема (рисунок 4.3.3). Он был представлен 57 видами микроводорослей из шести отделов. Наибольшим разнообразием видов обладали динофитовые (70% от общего количества видов; 40 видов). Этот же отдел, наряду с криптофитовыми, доминировал по численности. Средняя численность микроводорослей в комплексе составляла 27,7 тыс. кл/л; средняя биомасса – 78,2 мг/м³ (таблица 4.3.1). В нем доминировали морские динофитовые *L. polyedra* и *A. minutum*. Самыми распространенными видами были *A. minutum*, *Protoperidinium brevipes*, *Gyrodinium spirale*, *Alexandrium tamarense*, *Dinophysis norvegica*, *Plagioselmis* sp.

Таблица 4.3.1 – Представленность отделов фитопланктонного комплекса *Lingulodinium polyedra*+*Archaeoperidinium minutum* в поверхностном слое оз. Изменчивое в июне 2004 г.

Отдел	Количество видов	N, тыс. кл./л	N, %	B, мг/м ³	B, %
Динофитовые	40	5,496	20	62,1	79
Цианобактерии	3	0,749	3	0,5	1
Криптофитовые	1	20,438	74	2,9	4
Охрофитовые	2	0,681	2	0,4	0
Зеленые	2	0,049	0	0,01	0
Диатомовые	9	0,243	1	12,3	16
Всего:	57	27,657	100	78,2	100

Второй комплекс поверхностного слоя *Alexandrium tamarense*+*Diplopsalis lenticula*+*Pleurosigma angulatum* занимал юго-западную часть лагуны (рисунок 4.3.3.). Его формировали 48 видов из семи отделов. Наибольшим разнообразием обладали динофитовые (62% от общего количества видов; 30 видов). По численности значимыми были криптофитовые (66% (N)), по биомассе – динофитовые водоросли (62% (B)). Доминирующих видов не было выделено. К характерным видам первого порядка относились *A. tamarense*, *Diplopsalis lenticula*, *Pleurosigma angulatum*. Средняя численность микроводорослей составляла 37,2 тыс. кл./л; биомасса – 87,4 мг/м³ (таблица 4.3.2).

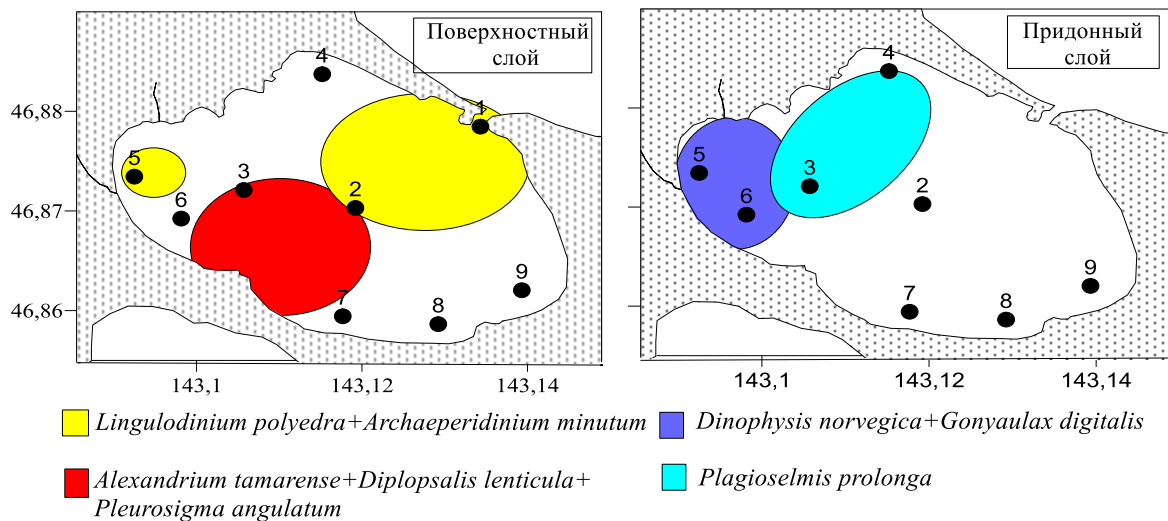


Рисунок 4.3.3 – Фитопланктонные комплексы оз. Изменчивое в июне 2004 г.

Таблица 4.3.2 – Представленность отделов фитопланктонного комплекса *Alexandrium tamarense*+*Diplopsalis lenticula*+*Pleurosigma angulatum* в поверхностном слое оз. Изменчивое в июне 2004 г.

Отдел	Количество видов	N, тыс. кл./л	N, %	B, мг/м ³	B, %
Эвгленовые	1	0,1	0	0,1	0
Динофитовые	30	5,2	14	61,6	70
Цианобактерии	1	0,3	1	0,1	0
Криптофитовые	4	24,7	66	7,5	9
Охрофитовые	2	6,6	18	1,8	2
Зеленые	1	0,1	0	0,01	0
Диатомовые	9	0,4	1	16,4	19
Всего	48	37,2	100	87,4	100

В придонном слое было выделено два комплекса: *Plagioselmis prolonga* и *Dinophysis norvegica*+*Gonyaulax digitalis*. Первый занимал северную часть водоема (рисунок 4.3.3), его формировали 46 видов из шести отделов. Разнообразием видов отличались динофитовые водоросли (61% от общего количества видов; 28 видов). Основной вклад в создание численности вносили криптофитовые (64% (N)) и динофитовые (31%), биомассы – динофитовые (55% (B)). Среди видов доминировал *P. prolonga*. Среди характерных видов наибольшее значение имели *D. norvegica*, *Gyrosigma acuminatum*, *D. lenticula*. Средняя численность микроводорослей составляла 22 тыс. кл./л; биомасса – 103 мг/м³ (таблица 4.3.3).

Таблица 4.3.3 – Представленность отделов фитопланктонного комплекса *Plagioselmis prolonga* в придонном слое оз. Изменчивое в июне 2004 г.

Отдел	Количество видов	N, тыс. кл./л	N, %	B, мг/м ³	B, %
Эвгленовые	3	0,2	1	0,3	0
Динофитовые	28	6,9	31	57,1	55
Криптофитовые	2	14,0	64	18,0	17
Охрофитовые	1	0,3	1	0,04	0
Зеленые	2	0,1	0	0,2	0
Диатомовые	10	0,6	3	27,8	27
Всего	46	22,0	100	103,4	100

На южных станциях *P. prolonga* отмечен комплекс *Dinophysis norvegica*+*Gonyaulax digitalis*. В его состав входило 60 видов микроводорослей из семи отделов. По количеству видов преобладали динофитовые (50% от общего количества видов) и диатомовые (28%). Эти же отделы играли ведущую роль в формировании численности и биомассы. Доминировали *D. norvegica* и *G. digitalis*. Среди характерных видов наибольшее значение имели *Protoperdinium crassipes*, *Gyrodinium spirale*, *Gyrosigma acuminatum*. Средняя численность составляла 14,9 тыс. кл./л; биомасса – 266,1 мг/м³ (таблица 4.3.4).

Таблица 4.3.4 – Представленность отделов фитопланктонного комплекса *Dinophysis norvegica*+*Gonyaulax digitalis* в придонном слое оз. Изменчивое в июне 2004 г.

Отдел	Количество видов	N, тыс. кл./л	N, %	B, мг/м ³	B, %
Эвгленовые	1	0,1	1	0,3	0
Динофитовые	30	9,9	66	204,3	77
Цианобактерии	2	0,5	4	0,1	0
Криптофитовые	3	1,0	6	0,4	0
Охрофитовые	1	0,1	0	0,1	0
Зеленые	4	0,5	3	0,2	0
Диатомовые	19	3,0	20	60,7	23
Всего	60	14,9	100	266,1	100

Сезонная динамика фитопланктона оз. Изменчивое

Таксономический состав. В результате ежемесячных исследований, проведенных в 2005 г. в составе фитопланктона озера Изменчивое было обнаружено 266 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к восьми отделам: Bacillariophyta, Miozoa, Chlorophyta, Euglenozoa, Cryptophyta, Cyanobacteria, Ochrophyta, Charophyta (см. приложение 1). В формировании видового состава наибольшую долю составляли диатомовые (60%) и динофитовые водоросли (33%). Среди диатомовых высоким разнообразием видов характеризовались роды *Navicula* – 15 видов, *Pleurosigma* – 8, *Nitzschia* – 7, среди динофитовых – *Protoperdinium* – 16 и *Gymnodinium* – 10.

Экологическая принадлежность таксонов к местообитанию представлена следующим образом: планктонные виды составляли 51% от общего количества видов, бентосные – 35%, планктонно-бентосные – 13%.

По фитогеографической характеристике преобладали космополиты (54%). На долю бореальных приходилось 16%, арктическо-бореальных – 11%, остальных восьми элементов (бореально-арктических, тропическо-бореальных, тропическо-бореально-арктических, аркто-бореально-тропических, бореально-тропических, аркто-бореально-антарктических, аркто-альпийских и северо-альпийских) – 0,5–6%.

Из-за крайней незначительности речного стока в бассейн озера первостепенное влияние на формирование структуры фитопланктона в нем оказывают поступающие через протоку воды Охотского моря. Поэтому здесь преобладали морские виды (51% от общего числа видов). Доля пресноводных составляла 17%, солоноватоводных – 3%, видов смешанных групп (пресноводно-солоноватоводных, и солоноватоводно-морских, пресноводно-солоноватоводно-морских) – 28%. Подобное соотношение экологических групп по отношению к солености наблюдалось и в июне 2004 г. во время интенсивного водообмена с морем через протоку. Обнаруженные пресноводные и пресноводно-солоноватоводные виды, зачастую в массовом количестве развивающиеся в реках и озерах о. Сахалин (Мотылькова, Коновалова, 2003, 2008; Коновалова,

Мотылькова, 2008), в оз. Изменчивое играли весомую роль лишь при формировании качественного состава. Показатели их количественного развития, в отличие от представителей планктонной флоры, характерной для шельфовых вод восточного Сахалина (Коновалова и др., 1989; Motylkova et al., 2003), были низкими.

В сезонной динамике видового состава во все периоды исследований весомый вклад в формирование видового состава вносили диатомовые (34–94% от общего количества видов) и динофитовые (26–50%) водоросли. Однако доля последних в зимний и ранневесенний периоды была низка и соотношение по количеству видов диатомовые–динофитовые играло в пользу первых. Доля остальных отделов не превышала 7% (таблица 4.3.5).

Круглогодично, с разной степенью интенсивности вегетации в отдельные периоды, в пелагиали были обнаружены *Thalassionema nitzschioides*, *Plagioselmis prolunga*, *Odontella aurita*, *Pterosperma cristatum*, *Cocconeis scutellum*, *Nitzschia sigma*. В разные месяцы вышеуказанные микроводоросли, кроме *N. sigma*, участвовали в формировании комплекса доминирующих видов. Например, в январе по численности доминировали мелкоклеточные *P. prolunga* и *P. cristatum*, по биомассе – *T. nitzschioides* и *C. scutellum* (см. приложение 2). Последние четыре вида являются постоянными составляющими прибрежных комплексов фитопланктона дальневосточных морей России (Коновалова и др., 1989; Konovalova, Motylkova, 2003; Motylkova et al., 2003). Это является подтверждением, что водообмен с морем является основным параметром среды, влияющим на структуру фитопланктона в озере.

Таблица 4.3.5 Количество видов и внутривидовых таксонов фитопланктона в оз. Изменчивое в разные месяцы в 2005–2006 гг.

Отдел	2005 г.									2006 г.
	I	III	IV	V	VII	VIII	IX	X	XI	I
Bacillariophyta	45	16	30	28	33	37	54	35	21	44
Chlorophyta	1	0	2	6	4	2	5	3	2	3
Charophyta	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ochrophyta	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
Cryptophyta	2	1	2	3	2	3	2	2	2	2
Cyanobacteria	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0
Miozoa	3	0	2	41	19	41	31	32	20	18
Euglenozoa	1	0	0	0	0	1	3	1	1	1
Всего:	52	17	36	82	59	86	95	74	47	68

Динамика численности и биомассы. Диапазон варьирования количественных показателей в годовой динамике фитопланктона с января 2005 г. по январь 2006 г. составил несколько порядков: среднемесячная численность изменялась от $1,0 \pm 0,5$ тыс. кл./л до $84,3 \pm 27,4$

тыс.кл./л, среднемесячная биомасса – от $19,0 \pm 15,6$ мг/м³ до $878,6 \pm 255,3$ мг/м³. Среднегодовая численность фитопланктона была равна $32,6 \pm 11,2$ тыс. кл./л, среднегодовая биомасса – $172,1 \pm 81,5$ мг/м³ (таблица 4.3.6).

Таблица 4.3.6 – Структурные характеристики фитопланктона оз. Изменчивое в январе-ноябре 2005 г. и в январе 2006 г.

Месяц	t, °C	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	H _B	D _B	e
I	-1,7	4,2±1,8	162,6±82,1	1,73±0,010	0,32±0,005	0,43±0,003
III	-1,1	1,0±0,5	19,0±15,6	1,93±0,030	0,19±0,007	0,68±0,011
IV	-0,2	74,5±64,8	103,3±78,3	0,86±0,008	0,67±0,018	0,24±0,002
V	8,2	4,4±0,7	23,9±3,4	2,89±0,007	0,10±0,001	0,66±0,002
VII	16,3	1,9±0,3	38,4±7,8	1,48±0,008	0,45±0,008	0,37±0,002
VIII	21	84,3±27,4	170,1±37,5	2,81±0,305	0,11±0,012	0,63±0,069
IX	16,8	28,2±4,5	218,9±37,9	2,24±0,005	0,27±0,002	0,50±0,001
X	12,1	41,5±7,7	56,2±9,9	2,76±0,007	0,13±0,001	0,64±0,002
XI	2,7	5,6±2,0	49,1±19,7	1,28±0,009	0,49±0,009	0,33±0,002
I	-1,6	80,8±23,8	878,6±255,3	0,50±0,002	0,83±0,012	0,12±0,001

Примечание. Обозначения те же, что в таблице 4.1.4

В сезонной динамике фитопланктона было выделено четыре пика численности (весенний, летний, осенний, зимний), три – биомассы (весенний, осенний, зимний) (рисунок 4.3.4).

В январе 2005 г., при температуре воды от -1,9 до -0,6°C развитие фитопланктона было слабым. Численность его была очень низкой и не превышала 13 тыс. кл./л, составляя в среднем $4,2 \pm 1,8$ тыс. кл./л, биомасса – $586,1$ мг/м³, при среднем значении $162,6 \pm 82,0$ мг/м³. Структурообразующими элементами фитопланктонного сообщества в это время являлись, преимущественно, микроводоросли отдела диатомовых при доминировании *Asterionella formosa* var. *gracillima* (30% (N)), *C. scutellum* (20% (N)), *Dactyliosolen fragilissimus* (32% (N), 31% (B)), *Iconella tenera* (45% (N), 36% (B)), *Navicula gelida* var. *subimpressa* (58–72% (N), 28–75% (B)); *N. simplex* (24% (N)), *N. transitans* f. *delicatula* (29% (N)), *N. distans* (37% (B)), *Odontella aurita* (24% (N)), *Thalassionema nitzschioides* (24% (N)), *Pterosperma cristatum* (21% (N)), *Plagioselmis prolunga* (30% (N)), *Protoperidinium brevipes* (21% (B)).

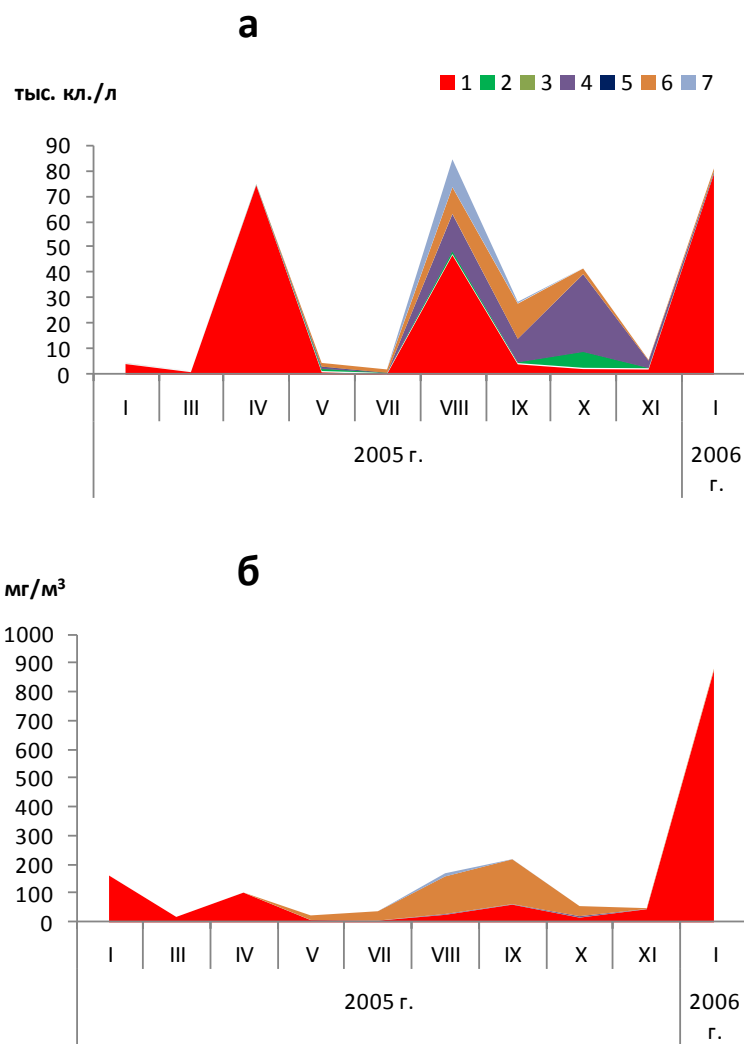


Рисунок 4.3.4 – Сезонная динамика средней численности (а) и средней биомассы (б) фитопланктона оз. Изменчивое в январе-ноябре 2005 г. и в январе 2006 г.: 1 – диатомовые, 2 – зеленые, 3 – охрофитовые, 4 – криптофитовые, 5 – цианобактерии, 6 – динофитовые, 7 – эвгленовые.

Слабое развитие фитопланктона отмечалось и в марте при температуре воды -1.1°C (таблица 4.3.6). Комплекс доминирующих видов формировался диатомовыми водорослями: *Pinnularia quadratarea* var. *constricta* (24–50% (N), 50–60% (B)), *Cyclotella meneghiniana* (25% (N), 31–40% (B)), *Craticula halophila* (30–31% (N)), *Th. nitzschioides* (25–32% (N)).

В апреле с таянием льда при температуре воды $-0,5-0^{\circ}\text{C}$ наблюдалось обильное развитие *Nitzschia frigida* (43–67 (N), 42–47% (B)), которое привело к формированию весеннего пика численности (рисунок 4.3.4). Основное скопление фитопланктона было приурочено к северной части исследуемого водоема, где численность достигала 333,1 тыс. кл./л, биомасса – 413,4 мг/м³. В среднем количественные показатели в этом месяце составляли $74,5 \pm 64,8$ тыс. кл./л и $103,3 \pm 78,3$ мг/м³ (таблица 4.3.6).

В конце мая–начале июня при повышении температуры воды до 7,6–8,3°C наблюдалась деградация весеннего комплекса диатомей. Исчезли холодолюбивый вид *N. frigida*, морские *N. grevillei* и *T. punctigera*. В сравнении с апрельскими данными, значения численности снизились в это время почти в 18 раз, значения биомассы – в пять (таблица 4.3.6, рисунок 4.3.4). В планктоне появились типично летние виды родов *Rhizosolenia*, *Desmodesmus*, *Guinardia*, *Cerataulina*, возросла встречаемость зеленых микроводорослей, расширился список динофитовых (от двух видов в апреле до 41 в мае), которые играли основную роль в формировании количественных показателей (рисунок 4.3.4).

В июле при прогреве озерных вод до 15–17°C значения количественных показателей оставались примерно на таком же низком уровне, как и в мае (таблица 4.3.6). Основную роль в фитопланктоне, по-прежнему, играли динофлагелляты, составлявшие 55–81% от общей численности и 61–97% от общей биомассы (рисунок 4.3.4). Наряду с ними обильно вегетировали зеленые, охрофитовые, диатомовые микроводоросли и цианобактерии. Среди видов доминировали *Trigonium arcticum* (20% (B)), *Gonyaulax spinifera* (20–36% (N), 26–44% (B)). Последний доминировал повсеместно.

В августе – самом теплом периоде года, при максимальном прогреве воды (таблица 4.3.6), повысилась активность диатомовых и криптофитовых микроводорослей (рисунок 4.3.4). В это время наблюдалось трехкратное увеличение численности по сравнению с июлем (таблица 4.3.6), что привело к образованию летнего пика численности (рисунок 4.3.4). Структуру позднелетнего фитопланктона формировали динофитовые, эвгленовые, криптофитовые и диатомовые микроводоросли. Последние, при доминировании *Skeletonema costatum* (81–92% (N), 20–23% (B)), значимы были в поверхностном слое в районе протоки и в придонном слое в центральной зоне озера. Поскольку *S. costatum* на остальной акватории озера не встречался, можно предположить, что в озеро он попал во время прилива, перемещаясь течением в центр. Остальные вышеотмеченные отделы (динофитовые, эвгленовые и криптофитовые) преобладали в литоральной зоне озера. Наибольшей частотой доминирования здесь являлись криптомонада *Plagioselmis prolunga* (21–50% (N)), эвгленовая *Eutreptia lanowii* (34–63% (N), 36% (B)), динофитовая *Protoperidinium pellucidum* (20–34% (B)).

В сентябре, с понижением температуры до 15–17°C воды, за счет убыли из сообщества *S. costatum*, наблюдалось заметное снижение численности, которая составляла в среднем, 34,9 тыс. кл./л. Биомасса же, напротив, за счет развития крупноклеточной динофитовой *Ceratium fusus* (до 65% (B)) увеличилась и составила в среднем 218,9 мг/м³ (рисунок 4.3.4). Доминировали в осеннем фитопланктоне динофитовые (15–78% от общей численности) и криптофитовые водоросли (18–67%) (рисунок 4.3.4).

С похолоданием (до 1,8–3,2°C) в ноябре происходило уменьшение количественных показателей, которые в среднем не превышали 6 тыс. кл./л и 49 мг/м³. Заметно снижена была численность криптофитовых водорослей, однако вклад в формирование этого показателя был по-прежнему высок – до 83%. В то же время вновь возростала роль диатомовых, доля которых в протоке достигала до 98% (рисунок 4.3.4). Доминировали в ноябре на всех станциях *P. prolunga* (28–86% (N)) и диатомея *T. nordenskiöldii* (24–57% (N), 50–87% (B)).

В январе 2006 г., наблюдался резкий скачок количественных показателей. Средняя численность микроводорослей составляла 80,8 тыс. кл./л, биомасса – 878,6 мг/м³. Именно в этот сезон была отмечена максимальная биомасса (2,0 г/м³ в литоральной зоне северной части водоема) за весь период наблюдений, связанная с массовым развитием *Th. nordenskiöldii* (34–97% (N), 76–99% (B)). Главной причиной резких различий количественных показателей фитопланктона зимой в 2005 г. и в 2006 г. было отсутствие водообмена с морем. Зимой 2006 г. или в ноябре-декабре 2005 г. протока замыкалась (Горбунов и др., 2010). Ввиду отсутствия показателей по гидрологии, мы проанализировали данные спутниковой системы «TeraScan» (СахНИРО). Учитывая, что *Thalassiosira nordenskiöldii* концентрировалась, преимущественно, на станциях, находящихся вблизи протоки и северной части озера, принимаем данные «TeraScan» по температуре и процентному соотношению от устоявшегося льда в сопредельных водах оз. Изменчивое. Данные по озеру спутниковой системой зафиксировать не удалось, потому что оно и в январе 2005 г., и в январе 2006 г. было покрыто льдом и снегом. Установлено, что в водах морского побережья оз. Изменчивое средняя температура поверхностного слоя воды в период взятия проб фитопланктона с 18 января по 25 января 2005 г. составляла -1°C, с 5 января по 12 января 2006 г. – 0,4°C. Известно, что температура не является фактором, лимитирующим развитие фитопланктона. Так, исследования, проведенные в бухтах зал. Петра Великого показали, что массовое развитие этой микроводоросли отмечено при отрицательной температуре воды (от -1,7 до -1,8°C) (Коновалова, 1984; Коновалова, 1988; Морозова, Орлова, 2005 и др.). По мнению М. М. Гайл, проводившей исследования у берегов Южного Сахалина, предельные температуры для этого вида составляют 1–3 °C (Гайл, 1963). На станциях у восточной окраины Пильтунского полигона (северо-восточный шельф Сахалина) *Thalassiosira nordenskiöldii* оставалась доминирующим видом и при температуре 8–9°C. Эксперимент, проведенный Ю.И. Сорокиным, не подтвердил предполагаемую психрофильность данного вида диатомей. Интенсивность фотосинтеза в пробах воды из пятна цветения, в которых доминировала *T. nordenskiöldii* не подавлялась даже при температуре воды 14°C (Сорокин, 1997). Как развитие, так и депрессии диатомовых зависят не столько от абсолютных значений температуры, как от действия течений, их взаимораспределения, изменяющих внешние условия обитания диатомей, а также от наличия питательных солей. К

сожалению, данными о составе биогенов в оз. Изменчивое мы не располагаем. Опираясь на данные по процентному соотношению от устоявшегося льда, которое с 18 января по 25 января 2005 г. составляло 80–85, с 5 января по 12 января 2006 г. – 50–60, можно утверждать, что поток проникающей в воду солнечной радиации был выше в 2006 г., чем в 2005 г., что также является одной из возможных причин массового развития *T. nordenskiöldii*.

Статистический анализ парных корреляций показал тесную достоверную положительную связь между общей биомассой фитопланктона и биомассой диатомовых водорослей ($r=0,97$), общей численностью и численностью диатомовых водорослей ($r=0,89$).

Динамика индексов видового разнообразия, доминирования, выравненности. Наибольшей степенью сложности и увеличением значений индекса видового разнообразия до 2,76–2,89 бит/экз. фитопланктон отличался в мае, августе и октябре. Снижение видового разнообразия наблюдалось во время пиков биомассы – в апреле, сентябре и январе 2006 г. (рисунок 4.3.5), однако корреляционный анализ не выявил тесной достоверной связи между этими параметрами ($r=-0,53$). Положительная связь наблюдалась между разнообразием и биомассой зеленых ($r=0,65$). Индексы Шеннона и Пиелу, рассчитанные по биомассе, синхронно следовали друг за другом. Динамика индекса Симпсона являлась зеркальным отображением таковой индекса Шеннона (рисунок 4.3.5).

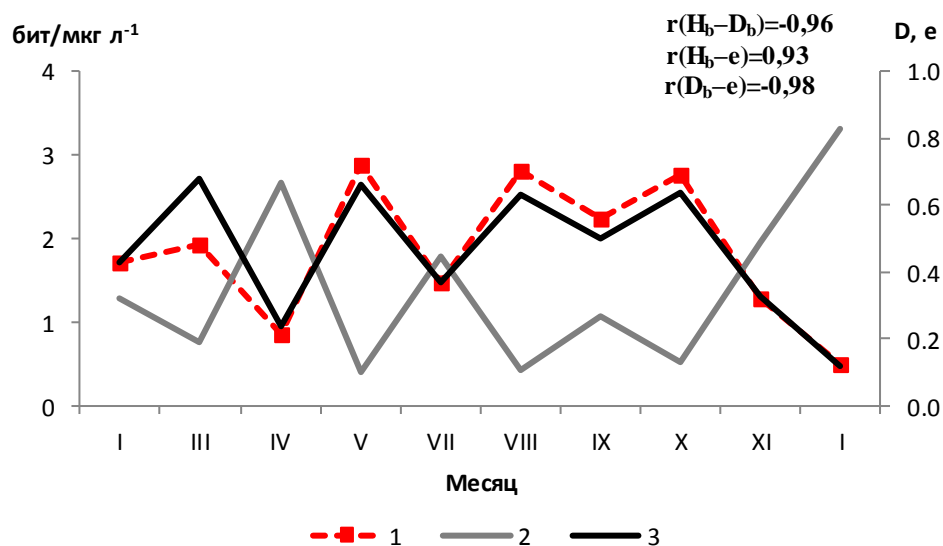


Рисунок 4.3.5 – Сезонная динамика индекса видового разнообразия Шеннона по биомассе (1), индекс доминирования Симпсона (2) и индекса выравненности Пиелу (3) оз. Изменчивое в январе-ноябре 2005 г. и в январе 2006 г.

Сезонная динамика фитопланктонных комплексов. С помощью дендрограмм сходства (рисунок 4.3.6) за весь период мониторинга выделено 24 основных планктонных комплекса оз. Изменчивое, различающихся сроками существования и локализацией (рисунок 4.3.7). Краткая их характеристика приведена в таблице 3 приложения 3.

Январь 2005 г. характеризовался разнообразием комплексов, в которых преобладали бентосные и планктонно-бентосные виды. Исключением являлся комплекс поверхностного слоя воды юго-восточной части водоема, где по численности доминировала *Dactyliosolen fragilissimus* (32%), по биомассе – группа планктонных морских видов (*D. fragilissimus*, *Protoperidinium brevipes*, *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis*, *Navicula transitans* var. *asymmetrica*). Все альгоценозы были небольшими и занимали локальные участки. По количественным показателям значимыми среди них являлись комплексы придонного слоя, основу в которых составляла центрическая крупноклеточная диатомовая *Actinocyclus octonarius*. Численность в них превышала 5 тыс. кл./л, биомасса – 308 мг/м³, в то время как в поверхностном слое данные показатели были ниже 1,2 тыс. кл./л и 3,6 мг/м³ соответственно.

В марте, при температуре воды от -0,6 до -1,0 °С, в поверхностном слое на всей акватории был сформирован комплекс, где в роли доминанта выступал бентосный морской, обильно развивающийся во льду и подледной воде российских арктических морей (Житина, Ильяш, 2010) вид *Pinnularia quadratarea* var. *constricta*. В апреле комплекс *Pinnularia quadratarea* var. *constricta* сменялся в *Nitzschia frigida*+*Cyclotella meneghiniana* и занимал лишь восточную половину лагуны, включая район протоки, где начиналось таяние льда. В то время как подо льдом в мелководной в западной зоне локализовался комплекс *Craticula halophila*, в юго-западной – *Thalassiosira nordenskiöldii*+*Melosira nummuloides*.

В мае, с повышением температуры воды до 7,6–8,4°С развивались комплексы с преобладанием морских *Rhizosolenia setigera*, *Gyrodinium spirale*. Кодоминантами в них в районе протоки были *Pyramimonas* sp. (30% (N), *Odontella aurita* (19% (B)), в кутовых зонах придонного слоя – *Plagioselmis prolunga* (30% (N), на остальной акватории – *Protoperidinium pallidum* (28% (B)).

В июле при температуре воды 15–17°С во всей толще воды по всей лагуны формировался единый летний фитопланктонный комплекс *Gonyaulax spinifera*, в августе, в самом теплом периоде года при температуре воды 20°С, он сменялся в комплекс с преобладанием *Protoperidinium pellucidum*. Кодоминантами последнего в зависимости от влияния морских вод были *Skeletonema costatum* (район протоки и центральная зона лагуны), *Eutreptia lanowii* (кутовые зоны восточной и юго-западной частей). В обширной отмели с болотистыми берегами северо-западной части акватории формировался обособленный

альгоценоз, где численно преобладали *E. lanowii* (21%), *Plagioselmis prolonga* (39%), по биомассе доминировал *Gonyaulax verior* (41% (B)).

В сентябре и октябре практически на всей акватории наблюдался комплекс *Ceratium fusus*+*Plagioselmis prolonga*. Исключение составляла мелководная северо-западная зона лагуны с локальным комплексом, значимой в котором была диатомея *Pleurosigma praelongum* (37% (B)).

В ноябре, при снижении температуры воды в лагуне до 1,8–3,2°C наблюдались комплексы с доминированием диатомеи *Thalassiosira nordenskioldii*: *Thalassiosira nordenskioldii*+*Plagioselmis prolonga* и *Th. nordenskioldii*+*Thalassionema nitzschioides*. В придонном слое центральной зоны лагуны, где наблюдался минимум солености (30,5‰), минимум температуры (1,8°C), формировался комплекс с преобладанием *Plagioselmis prolonga* (86% (N)) и *Coscinodiscus centralis* (99% (B)).

В январе на всей акваторию, за исключением центральной придонной зоны, отмечался комплекс *Thalassiosira nordenskioldii*. Известно, что эта арктобореальная центрическая диатомея является основой пелагических альгоценозов некоторых областей Арктического и Бореального бассейнов в зимнее и весеннее время (Макаревич и др., 2017; Шунтов, 2001). Нарастание биомассы данного вида совпадает с ледоставом (Вышкварцев, Коновалова, 1979), что подтверждается и нашими исследованиями. Так, если в ноябре эта водоросль в оз. Изменчивое формировала структуру фитопланктона с биомассой не более 51 мг/м³, то в январе этот показатель достигал 974 мг/м³.

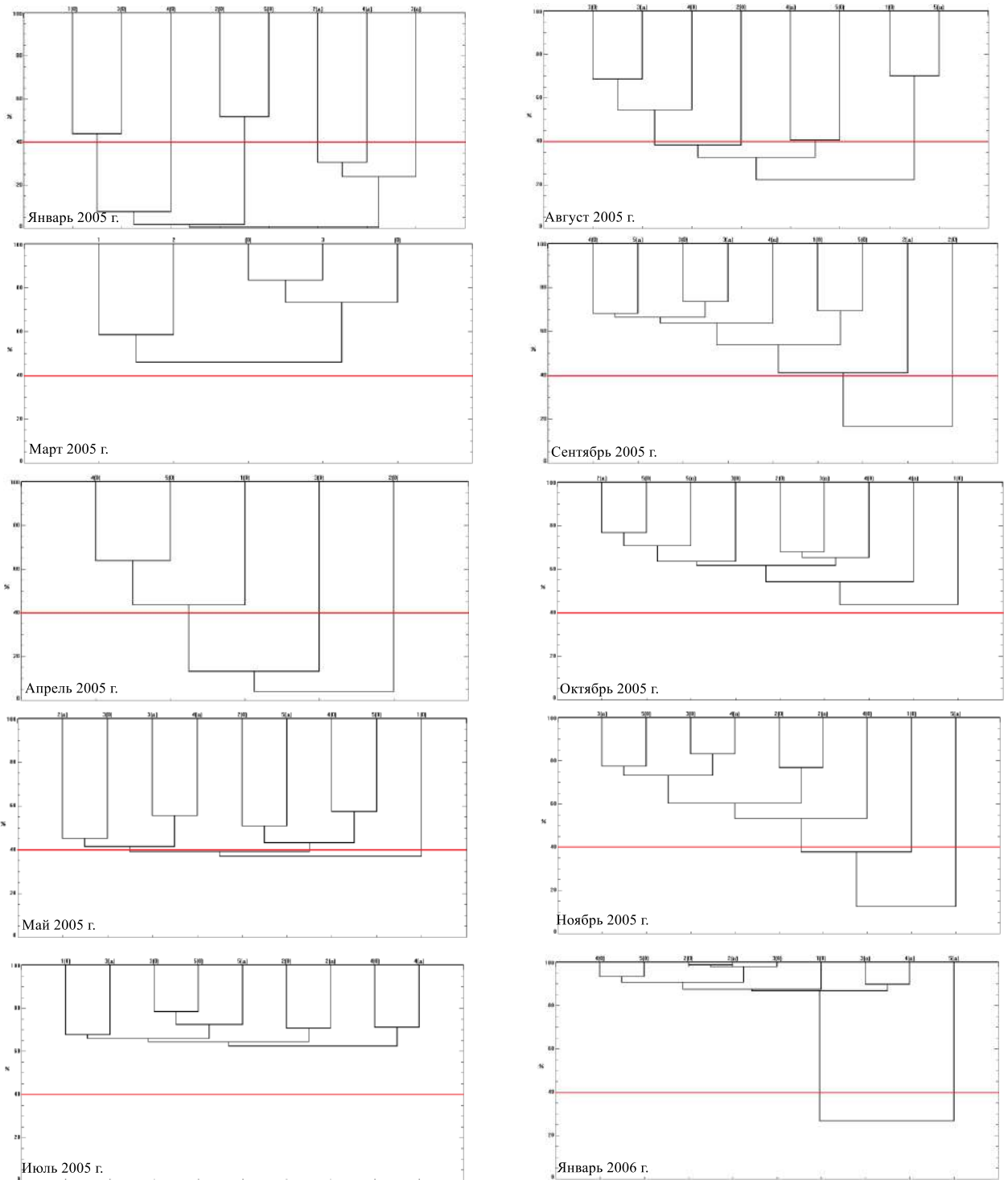


Рисунок 4.3.6 – Дендрограммы сходства фитопланктонных станций оз. Изменчивое в разные периоды съемок: по горизонтали – номера станций, по вертикали – индекс ценотического сходства.

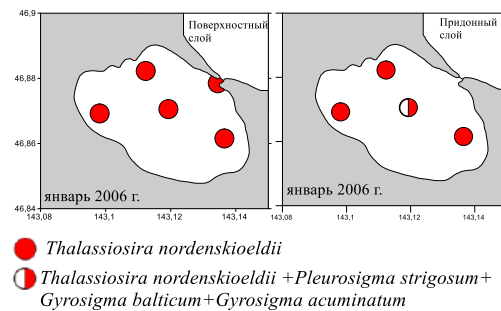
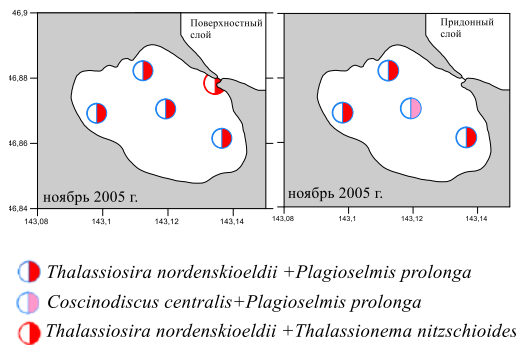
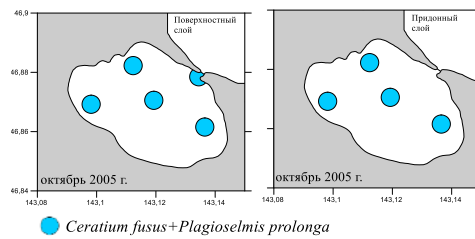
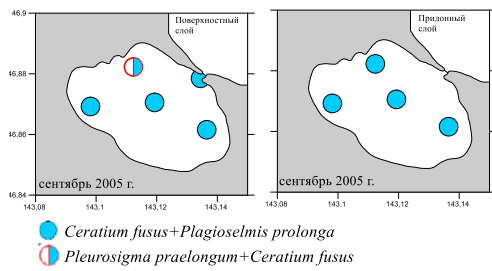
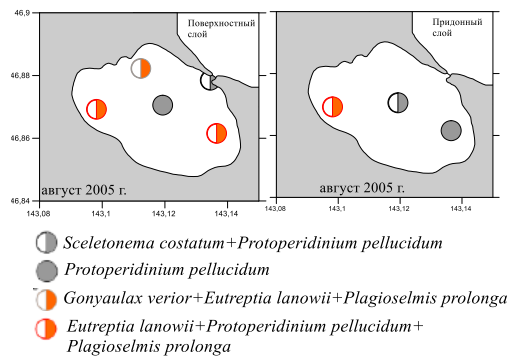
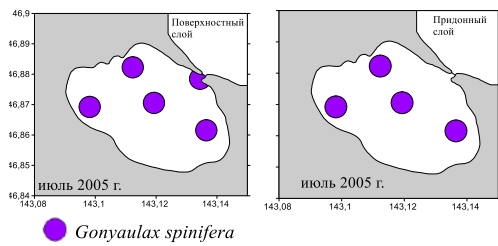
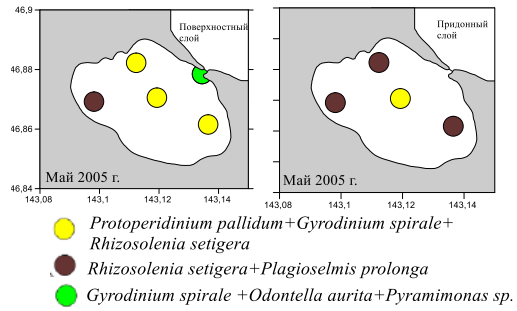
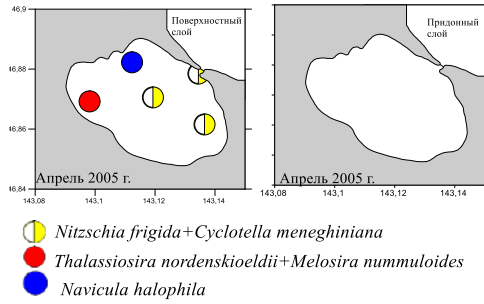
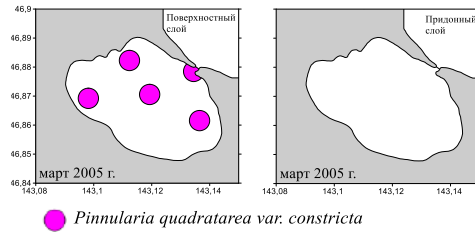
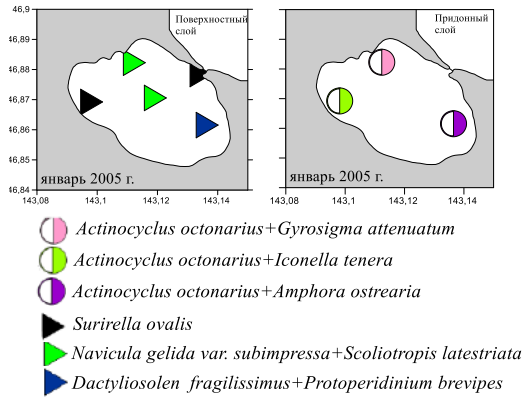


Рисунок 4.3.7 – Распределение сообществ фитопланктона на основе дендрограммы ценотического сходства в лагунном озере Изменчивое с января 2005 г. по январь 2006 г.

Из вышеизложенного следует, что

1. По локализации в данном водоеме формируется четыре типа планктонных комплекса: комплекс пелагиали, района протоки, северо-западной отмели с болотистыми берегами, микрофитобентоса центральной глубоководной зоны.
2. Перестройка фитопланктонных комплексов в разные периоды подчиняется общим закономерностям смены основных гидрологических сезонов. Руководящими видами зимних комплексов являются *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Pinnularia quadratarea* var. *constricta* и *Nitzschia frigida*, весенних – морские планктонные *Rhizosolenia setigera*, *Gyrodinium spirale*, летних – *Gonyaulax spinifera*, *Protoperidinium pellucidum*, *Skeletonema costatum*, *Eutreptia lanowii*, осенних – *Ceratium fusus*, *Plagioselmis prolunga*.
3. Основу планктонных комплексов в безледный период составляют планктонные виды, в подледный – бентосные, планктонно-бентосные, реже, планктонные.
4. Разнообразие комплексов увеличивается во время таяния льда, активного ветро-волнового перемешивания.

Характеристика фитопланктона оз. Изменчивое в июне 2007г. (во время прекращения водообмена с морем через протоку).

Фитопланктон в июне 2007 г. был представлен 96 видами из шести отделов: диатомовые – 70, динофитовые – 12, зеленые – 6, криптофитовые – 5, эвгленовые – 2, охрофитовые – 1. Наибольшим количеством видов отличались роды *Navicula* (11 видов), *Nitzschia* (8), *Chaetoceros* (5), *Achnanthes* (4), *Gyrosigma* (4), *Amphidinium* (5). Повсеместно в озере были отмечены *P. prolunga*, *T. acuta*, *Rhodomonas salina*, *Cocconeis scutellum*. В видовом составе фитопланктона преобладали виды смешанных групп (пресноводно-солонатоводные, солонатоводные, солонатоводно-морские, пресноводно-солонатоводно-морские) – 45%. Почти в равной степени находились морские и пресноводные виды (28% и 27%).

Численность июньского фитопланктона в 2007 г. варьировалась в пределах: 38,1–2287,0 тыс. кл./л, биомасса – 8,7–526,1 мг/м³. Скопление фитопланктона, основу которого составляли криптофитовые водоросли *Rhodomonas* sp., *Plagioselmis prolunga* и зеленые *Tetraselmis* sp., наблюдалось в западной части лагуны. Численность фитопланктона на большей части акватории превышала 346 тыс. кл./л, достигая в юго-западной прибрежной зоне у поверхности воды 2174 мг/м³, в придонном слое – 2286 тыс. кл./л. В кутовых западной и восточной частях лагуны микроводоросли преобладали у поверхности воды, в центральной и южной – в придонном слое (рисунок 4.3.8). Неравномерное распределение, учитывая отсутствие вертикальной стратификации и выравнивание гидрологических параметров от поверхности до

дна, по всей видимости, связано с ветровым перемешиванием. Распределение биомассы было аналогично таковому численности. Исключение составляла юго-восточная зона, где в придонном слое за счет бентосных диатомовых *Gyrosigma attenuatum*, *Gyrosigma balticum*, *Scolliotropis latestriata* биомасса отличалась максимальными значениями (526,1 мг/м³) (рисунок 4.3.9).

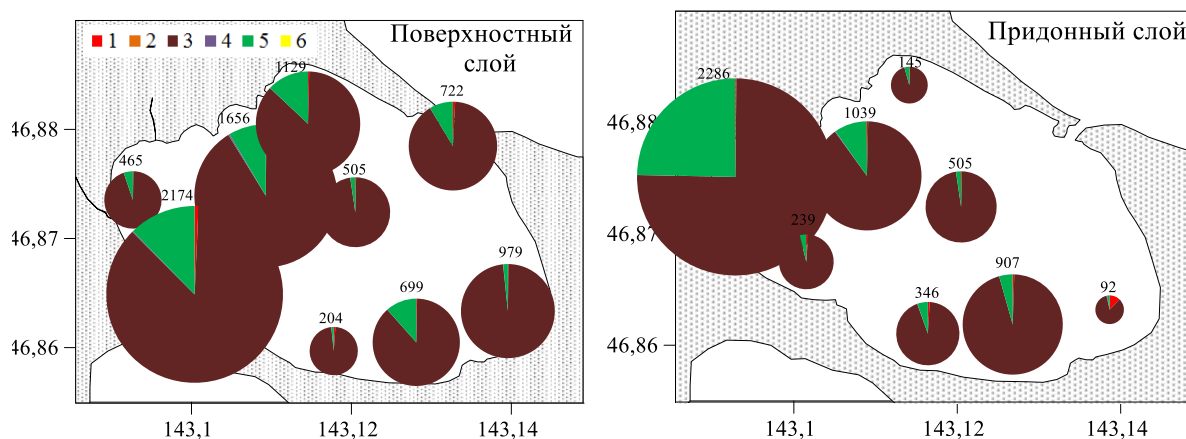


Рисунок 4.3.8 – Распределение численности (тыс. кл./л) и относительный вклад основных отделов в численность фитопланктона оз. Изменчивое в поверхностном и придонном слоях воды в июне 2007 г. Условные обозначения: 1 – диатомовые, 2 – охрофитовые, 3 – криптофитовые, 4 – динофитовые, 5 – зеленые, 6 – эвгленовые. Цифры над диаграммами – общая суммарная численность фитопланктона на станции, тыс. кл./л.

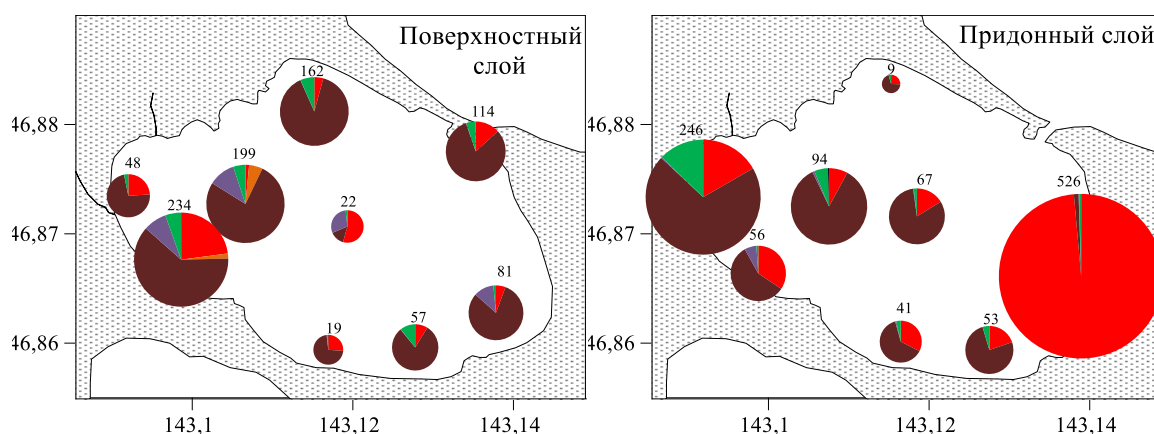


Рисунок 4.3.9 – Распределение биомассы (мг/м³) и относительный вклад отделов в биомассу фитопланктона оз. Изменчивое в поверхностном и придонном слоях воды в июне 2007 г. Обозначения как на рис. 4.3.8. Цифры над диаграммами – общая суммарная биомасса фитопланктона на станции, мг/м³.

С применением индекса ценотического сходства и других показателей на основе дендрограммы сходства в июне 2007 г. был выделен единый планктонный комплекс поверхностного слоя – *Teleaulax acuta*+*Plagioselmis prolonga*+*Rhodomonas* sp. и единый – придонного – *Teleaulax acuta*+*P. prolonga*+*Gyrosigma balticum* (рисунок 4.3.10).

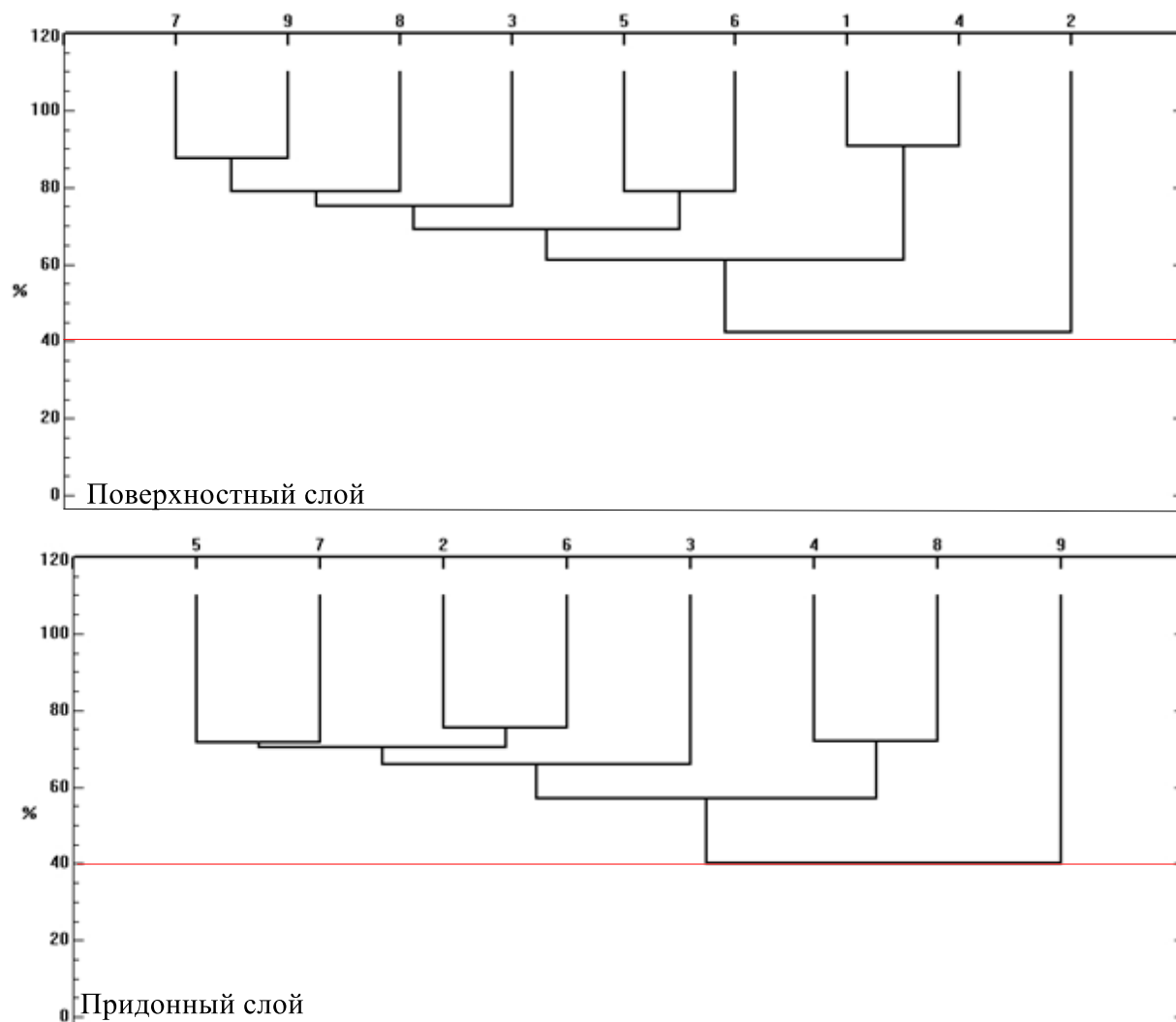


Рисунок 4.3.10 – Дендрограмма сходства фитопланктонных станций в поверхностном и придонном слоях оз. Изменчивое в июне 2007 г.

Фитопланктонный комплекс поверхностного слоя был представлен 75 видами, среди которых преобладали диатомовые (69% от общего количества видов). Основной вклад в численность и биомассу вносили криптофитовые водоросли (87–98% (N)), 61–89% (B)). Исключением являлась центральная часть озера, где по биомассе доминировали динофитовые (30%) и диатомовые водоросли (54%). Последние вносили существенный вклад в формирование биомассы (23–26%) и в юго-западной части лагуны. Средняя численность микроводорослей данного комплекса составляла 896 тыс.кл./л; средняя биомасса – 104 мг/м³

(таблица 4.3.7). С высокой частотой встречаемости в комплексе доминировали *Teleaulax acuta*, *Plagioselmis prolunga*, *Rhodomonas* sp., в совокупности составлявшие 70% от общей биомассы. Среди характерных видов наибольшее значение имели *Pyramimonas semiglobosa*, *Diplopsalopsis orbicularis*, *Plagioselmis prolunga*.

Таблица 4.3.7 – Представленность отделов фитопланктонного комплекса поверхностного слоя *Teleaulax acuta*+*Plagioselmis prolunga*+*Rhodomonas* sp. оз. Изменчивое в июне 2007 г.

Отдел	Количество видов	N, тыс. кл./л	N, %	B, мг/м ³	B, %
Euglenozoa	2	0	0,0	0,01	0,0
Miozoa	10	1	0,1	6,4	6,1
Cryptophyta	5	809	90,9	77,5	74,6
Ochromyza	1	0	0,0	1,7	1,6
Chlorophyta	5	75	8,5	5,4	5,2
Bacillariophyta	52	4	0,4	12,9	12,4
Всего	75	896	100	103,9	100

Менее разнообразно в видовом отношении (65 видов) был представлен планктонный комплекс в придонном слое. Как и в поверхностном слое, богатством видов в нем отличались диатомовые водоросли (75% от общего количества видов). По численности и биомассе доминировали криптофитовые (75–97% (N)), 58–84% (B)). Наряду с ними в юго-западной части по численности значимыми были зеленые (25% (N)), в кутовых зонах северной, южной и восточной частях озера по биомассе – диатомовые (20–98% (B)) (рисунок 4.3.8). Средняя численность микроводорослей данного комплекса была ниже таковой комплекса поверхностного слоя, средняя биомасса, напротив, – выше (таблица 4.3.8). В комплексе доминировали *T. acuta*, *P. prolunga* и *G. balticum*, составлявшие вместе 59% от общей биомассы. На каждой станции, как и в поверхностном слое, встречались *T. acuta*, *P. prolunga*, *Rhodomonas* sp. и *Cocconeis scutellum*. Среди характерных видов наибольшее значение имели *Gyrosigma attenuatum*, *Rhodomonas* sp., *C. scutellum*, *Actinocyclus octonarius*, *Tetraselmsis* sp.

Таблица 4.3.8 – Представленность отделов фитопланктонного комплекса придонного слоя *Teleaulax acuta*+*Plagioselmis prolunga*+*Gyrosigma balticum* оз. Изменчивое в июне 2007 г.

Отдел	Количество видов	N, тыс. кл./л	N, %	B, мг/м ³	B, %
Euglenozoa	1	0,1	0,1	0,1	0,0
Miozoa	7	1	0,1	1	0,6
Cryptophyta	5	596	86	52	38,1
Chlorophyta	5	94	13,2	5	4,1
Bacillariophyta	47	4	0,6	78	57,1
Всего	65	695	100	136	100

4.4 Лагунное озеро Птичьё

Водоем имеет ряд гидрологических особенностей, влияющих на формирование биологических сообществ в озере. Одной из причин этих особенностей является «непостоянная» временная связь с морем, которая зависит от существования узкой протоки. Во время наших исследований свободное проникновение вод Охотского моря через протоку наблюдалось в мае во время весеннего половодья и при искусственном прокапывании протоки в августе и сентябре.

Флора микроводорослей. С мая по ноябрь 2012 г. и в феврале 2013 г. всего в озере было обнаружено 206 видов и внутривидовых таксона из восьми отделов. Из них наибольшим числом видов были представлены отделы Bacillariophyta – 107 и Miozoa – 79, наименьшим Ochrophyta – 5, Chlorophyta – 9, Cryptophyta – 3, Cyanobacteria – 1, Euglenozoa – 1, Cercozoa – 1. Среди диатомовых водорослей две трети приходилось на долю литоральных и бентосных видов (72% от общего числа видов диатомей). Наиболее богаты видами были роды *Protoperidinium* (16 видов), *Navicula* (16), *Gymnodinium* (11) и *Nitzschia* (10). Более половины видового списка (62%) формировали морские и солоноватоводно-морские виды, проникающие в озеро через протоку с водами Охотского моря. Доля пресноводных видов составляла 21%, пресноводно-солоноватоводных – 10%, солоноватоводных – 7%. Во все периоды исследований в озере присутствовали виды, характерные для морского побережья – *Thalassionema nitzschioides*, *P. prolonga*, *Gymnodinium galeatum*, *Heterocapsa rotundata*.

Число видов и внутривидовых таксонов в разные месяцы изменялось в пределах 22–84 с максимальным значением в августе и сентябре, минимальным – в феврале (таблица 4.4.1).

Таблица 4.4.1 – Количество видов и внутривидовых таксонов фитопланктона в оз. Птичьё в разные месяцы в 2012–2013 гг.

Отдел	2012 г.							2013 г.
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	II
Bacillariophyta	41	30	43	52	39	15	28	8
Chlorophyta	0	2	1	2	2	3	1	0
Ochrophyta	0	2	3	0	1	2	0	0
Cercozoa	0	0	1	1	0	1	1	0
Cryptophyta	2	1	2	2	1	2	2	3
Cyanobacteria	0	0	0	1	0	0	0	0
Miozoa	15	40	29	25	40	53	40	11
Euglenozoa	1	1	1	1	1	1	1	0
Всего:	59	76	80	84	84	77	73	22

Динамика численности и биомассы. В оз. Птичь по данным за период исследования с мая по ноябрь 2012 г. и в феврале 2013 г. среднемесячная численность изменялась от $0,2 \pm 0,1$ до $318,4 \pm 106,8$ тыс. кл./л, среднемесячная биомасса – от $0,7 \pm 0,3$ до $2983,1 \pm 2602,4$ мг/м³ (таблица 4.4.2). Предельные величины этих показателей за весь период исследований составляли соответственно, 0,04–1590,5 тыс. кл./л и 0,1–37609,8 мг/м³. Среднегодовая численность фитопланктона равна 97,4 тыс. кл./л, биомасса – 880,4 мг/м³.

Таблица 4.4.2 – Структурные характеристики фитопланктона оз. Птичь в мае-ноябре 2012 г. и в феврале 2013 г.

Месяц	t, °C	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	H _B	D _B	e
V	2,5	180,2±30,2	2983,2±2602,3	0,55±0,005	0,76±0,012	0,13±0,002
VI	12,5	6,1±1,3	36,9±15,3	2,43±0,007	0,18±0,002	0,56±0,002
VII	17,4	97,6±58,8	2451,7±1541,8	1,31±0,006	0,43±0,002	0,29±0,001
VIII	19,8	88,5±16,3	316,4±207,7	1,91±0,006	0,34±0,004	0,43±0,001
IX	17,0	30,9±11,1	565,5±238,9	0,48±0,002	0,85±0,010	0,11±0,000
X	10,0	61,7±14,1	502,9±119,9	0,94±0,004	0,65±0,008	0,22±0,001
XI	4,0	318,4±106,8	185,6±71,6	1,35±0,007	0,37±0,004	0,32±0,002
II	-0,1	0,2±0,1	0,7±0,3	1,52±0,023	0,32±0,011	0,49±0,007

Примечание. Обозначения те же, что в таблице 4.1.4.

В сезонной динамике фитопланктона было выделено по три пика численности и биомассы (рисунок 4.4.1). Следует отметить, что в данном мелководном водоеме фитопланктон в большой степени представлен типично бентосными таксонами, выносимыми активным перемешиванием во время штормов из бентических биотопов, которые определяют его количественные показатели.

В весенний период отмечалась активная вегетация диатомовых водорослей. Их развитие определяло первый подъем биомассы, как и численности (рисунок 4.4.1). Средняя биомасса в этот период составляла $2983,2 \pm 2602,3$ мг/м³. Максимальные ее значения ($37,8$ г/м³), при массовом развитии крупноклеточной бентосной *Gyrosigma balticum* (см. приложение 2), были зарегистрированы в придонном слое в северо-западном заливе. В этот период, когда протока была максимально открыта, а проникновение морских микроводорослей более интенсивным, в роли основных структурообразующих видов выступали морские диатомеи *Thalassiosira nordenskioldii* (39–72% (B)), *Thalassiosira* sp. (31–92%), *Fragilariopsis oceanica* (23% (B)) (см. приложение 2).

Далее, в июне, несмотря на повышение температуры воды, наблюдалось заметное снижение количественных показателей фитопланктона: численность на станциях не превышала

17 тыс. кл./л, составляя в среднем 6 ± 1 тыс. кл./л, биомасса — 266 мг/м^3 при среднем значении $40 \pm 15 \text{ мг/м}^3$.

В июле на фоне увеличения численности (таблица 4.4.2) отмечался второй пик развития биомассы (рисунок 4.4.1), среднее значение которой составляло $2452 \pm 1542 \text{ мг/м}^3$. Количественно фитопланктон при интенсивном развитии бентосных диатомей *Pleurosigma elongatum* (29% (N), 62–82% (B)) и *Gyrosigma balticum* (20–99% (B)) преобладал в придонном слое в зал. Западный и в заливе Северо-Западный. Наряду с другими микроводорослями (*Caloneis westii*, *Craticula halophila*, *Dinophysis norvegica*, *Gonyaulax diegensis*, *G. digitalis*, *G. spinifera*, *Noctiluca scintillans* бентосные диатомеи выступали в роли доминирующих видов и у поверхности воды, что связано со штормовыми явлениями, наблюдавшимися в это время.

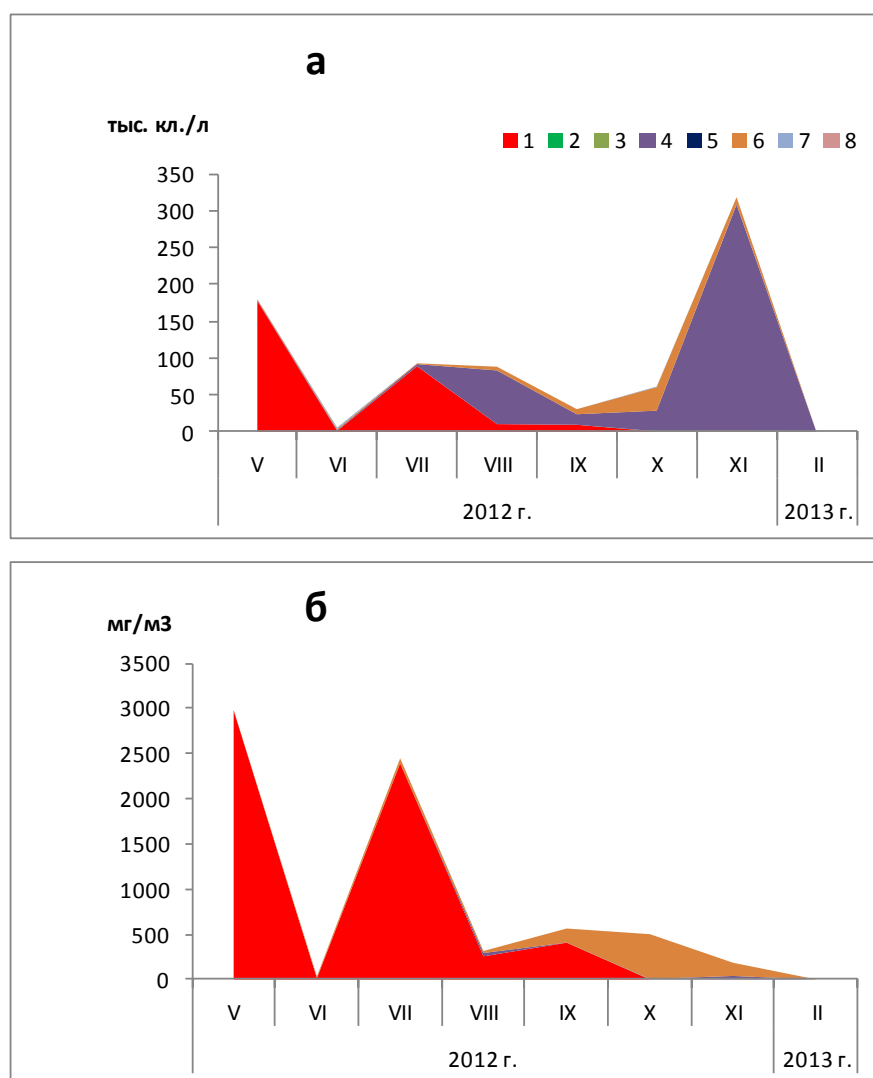


Рисунок 4.4.1 – Сезонная динамика средней численности (а) и средней биомассы (б) фитопланктона оз. Птичь в мае-ноябре 2012 г. и в феврале 2013 г.: 1 – диатомовые, 2 – зеленые, 3 – охрофитовые, 4 – криптофитовые, 5 – цианобактерии, 6 – динофитовые, 7 – эвгленовые, 8 – церкозои.

В августе наблюдалось незначительное снижение средней численности и заметное уменьшение средней биомассы (почти в 8 раз) (таблица 4.4.2). Активно в этот период развивались криптофитовые *Teleaulax acuta* (32–99% (N)) и *P. prolunga* (21–29% (N)). По биомассе в придонном слое, по-прежнему, значимыми оставались *G. balticum* (84% (B)). У поверхности воды, благодаря активному водообмену с морем, по биомассе доминировали морские *Gyrodinium spirale* (25% (B)), *Gyrosigma distortum* (22%), *Akashiwo sanguinea* (26–40%), *Tripus fusus* (25%) (см. приложение 2).

В сентябре, вновь за счет интенсивного развития в придонных слоях *P. elongatum* (22–87% (N)) 27–98% (B)) и *G. balticum* (38% (N)), 43–97% (B)) наблюдался незначительный подъем биомассы фитопланктона (рисунок 4.4.1). В западном и южном заливах озера значения биомассы достигали 3,2–4,6 мг/м³. Средняя численность в это время составляла 30,9±11,1 тыс. кл./л, средняя биомасса – 565,5±238,9 мг/м³. Среди отделов преобладали криптофитовые, динофитовые и диатомовые водоросли (рисунок 4.4.1). Состав доминирующих видов, как по численности, так и по биомассе, оставался практически неизменным (см. приложение 2). Но доленое участие отдельных видов (*T. fusus* (20–71 (N)), 26–97% (B)), *P. prolunga* (82–97% (N)), 49–83% (B)) значительно возросло.

В октябре развитие фитопланктона было умеренным: средняя численность составляла 61,7±14,1 тыс. кл./л, средняя биомасса держалась на уровне 500±119 мг/м³. Среди отделов доминировали динофитовые (по численности и биомассе) и криптофитовые (по численности). Основными ценозообразующими элементами были *P. prolunga* (24–78% (N)), 20% (B)) и *T. fusus* (27–91% (N)), 20–94% (B)).

В ноябре после ливневных дождей был зарегистрирован годовой максимум численности фитопланктона — 1590,1 тыс. кл./л. Ее среднее значение составляло 318,4±106,8 тыс. кл./л. Скопление фитопланктона наблюдалось у поверхности воды с наибольшей концентрацией в зал. Южном и прилегающих к протоке водах озера. В это время активизировались криптофитовые водоросли. Их численность достигала 97% от общей среднемесячной. Несмотря на это, биомасса фитопланктона шла на убыль за счет уменьшения количества крупноклеточных бентосных видов диатомей. Комплекс доминирующих видов, как по численности, так и по биомассе, формировали *P. prolunga* (24–99% (N)), 22–98% (B)), *T. fusus* (22–82% (N), 27–91% (B)), *Dinophysis acuminata* (21–85% (N), 27–75% (B)), *Heterocapsa rotundata* (49% (N), 63% (B)) (см. приложение 2).

В феврале развитие фитопланктона было слабым (таблица 4.4.2). Численность микроводорослей в озере не превышала 0,7 тыс. кл./л, биомасса – 6 мг/м³.

Динамика индексов видового разнообразия, доминирования, выравненности. Значения индекса Шеннона, рассчитанного по биомассе, в течение периода исследований изменялись от

0,48±0,00 до 2,43±0,01; индекса Пиелу – от 0,11±0,00 до 0,56±0,00; индекса – от 0,18±0,00 до 0,85±0,01 бит/экз. Максимальные значения индекса Шеннона и индекса Пиелу были отмечены в июне (таблица 4.4.2), когда биомасса микроводорослей была заметно снижена после весеннего пика (рисунок 4.4.1). Именно в этот период фитопланктонное сообщество было наиболее разнообразным и обладало максимальной степенью сложности. Минимальное значение индекса Симпсона в это время (0,18±0,00) свидетельствует, что в сообществе не было выявлено выраженного доминирующего вида, что еще раз указывает на сложность и разнообразие фитоценоза в июне. Противоположная ситуация наблюдалась во время весеннего (в мае) и осеннего (в сентябре) пиков биомассы (рисунок 4.4.1). Показатели индексов Шеннона и Пиелу были самыми низкими за весь период исследования, а индекса Симпсона — высокими (таблица 4.4.2). Эти данные указывают, что в мае и сентябре сообщество было невыровненным, значения биомассы различных видов отличались кардинально, при этом явно выделялись доминирующие виды.

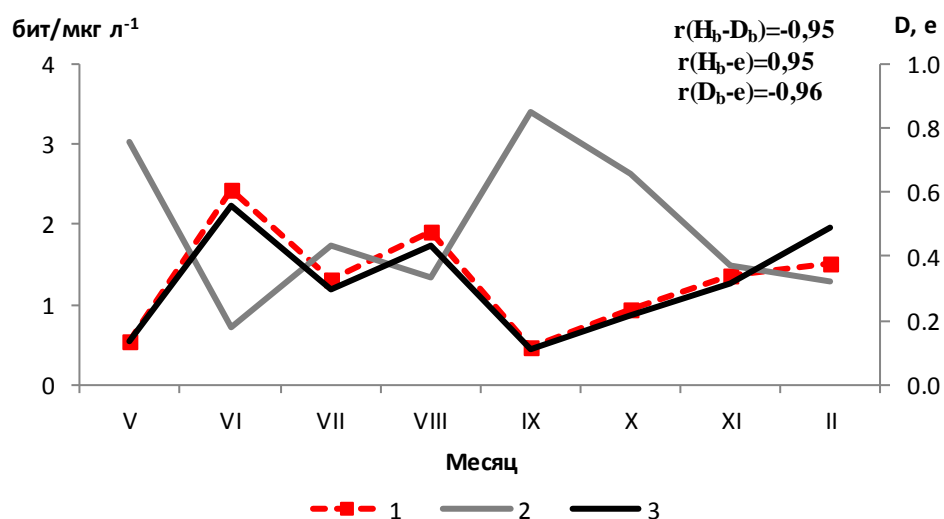


Рисунок 4.4.2 – Сезонная динамика индекса видового разнообразия Шеннона по биомассе (1), индекс доминирования Симпсона (2) и индекса выравненности Пиелу (3) оз. Птичье в мае-ноябре 2012 г. и в феврале 2013 г.

Сезонная смена фитопланктонных комплексов. Краткая характеристика фитопланктонных комплексов, выделенных на основе дендрограммы сходства (рисунок 4.4.3) приведена в таблице 4 приложения 3. Всего было выделено 34 планктонных комплекса (рисунок 4.4.4).

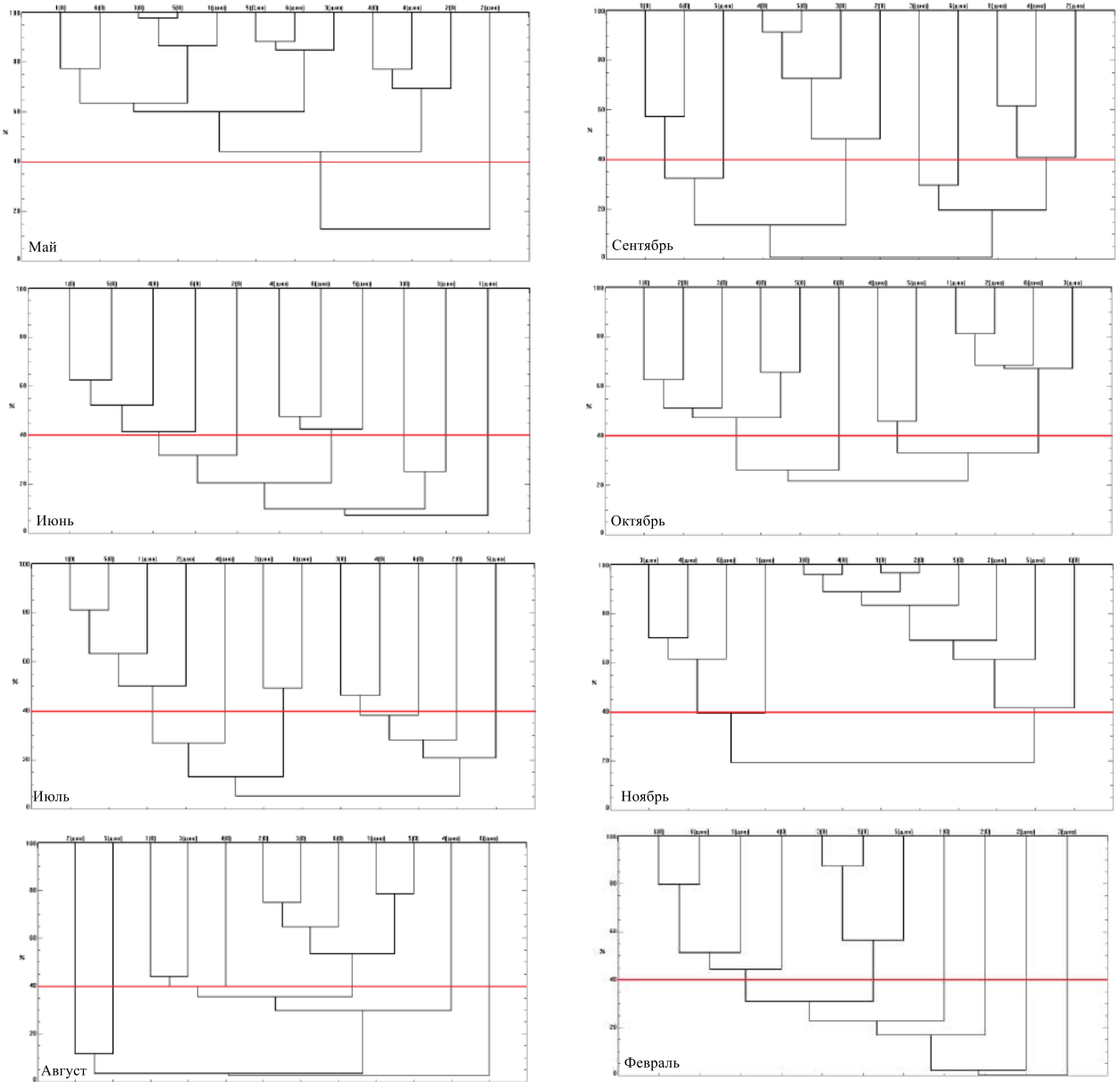


Рисунок 4.4.3 – Дендрограммы сходства фитопланктонных станций оз. Птичье в разные периоды съемок: по горизонтали – номера станций, по вертикали – индекс ценотического сходства.

В мае в период максимального стока пресных вод и свободного проникновения морских вод через протоку практически на всей акватории озера был сформирован единый комплекс *Thalassiosira sp.*+*Fragilariopsis oceanica*. Он охватывал как поверхностный, так и придонный

слои, существовал при широком диапазоне солености (1,5–29,7 ‰) и узком – температуры (2,2–3,4°C). Различия поверхностных и придонных температур на станциях не превышали 0,5–0,6°C. У поверхности воды средняя температура в озере составила 2,9°C, в придонном слое – 2,4°C. Комплекс формировали 44 видовых таксона из отделов Bacillariophyta, Miozoa, Euglenozoa, Cryptophyta. Значимыми были диатомовые водоросли (80% от общего количества видов, 99% (N)), 99% (B)). Доминировали *Thalassiosira* sp. и *Fragilariopsis oceanica*. Численность фитопланктонного комплекса составляла 207 тыс. кл./л, биомасса – 435 мг/м³.

Второй комплекс *Gyrosigma balticum*+*Thalassiosira nordenskiöldii*, представленный 14 видами из отделов Bacillariophyta, Miozoa, Euglenozoa локализовался в придонном слое мелководного, с илистыми грунтами, северо-западного залива. По количеству видов, численности и биомассе преобладали диатомовые водоросли (86%, 99,9%, 99,9% соответственно). Численность микроводорослей составляла 259 тыс. кл./л, биомасса, за счет развития *Gyrosigma balticum*, была высокой – 57,7 г/м³.

Летом в озере наблюдается устойчивая двуслойная стратификация с теплым поверхностным и холодным нижним слоями. Периоды функционирования протоки в это время кратковременны и связаны с ее искусственным вскрытием. В такие периоды сток вод из озера выражен мощнее, чем заток морских вод. При закрытой протоке (июнь, июль), толщина поверхностного распресненного слоя достигает пяти метров. При этом температура воды в верхнем слое составляет 12°C в июне, 18°C в июле, у дна она сохраняется порядка 3,5°C в июне, 4,5°C – в июле. Кластерный анализ показал, что в поверхностном слое в это время увеличивается разнообразие планктонных альгоценозов. При открытой протоке (в августе и сентябре) в летний гидрологический сезон, напротив, наблюдается его уменьшение.

В июне было выделено шесть комплексов (рисунок 4.4.3). В поверхностном распресненном, прогретом до 11,5–14°C слое отмечалось три комплекса. Среди них наиболее представительным в видовом отношении (22 вида) и занимающим наибольшую часть акватории был комплекс *Euglena* sp. Значительный вклад в формирование численности вносили криптофитовые (53%) и эвгленовые водоросли (26%), биомассы – динофитовые (45%) и эвгленовые (41%). Доминировала *Euglena* sp. (25% (N), 41% (B)). Количественные показатели были невысокими: численность равна 4,1 тыс. кл./л, биомасса – 3,7 мг/м³. Остальные два комплекса занимали локальные участки: *Protoperdinium pellucidum*+*Odontella aurita* – глубоководную часть лагуны, *Gonyaulax polygramma*+*Plagioselmis prolunga* – мелководный северо-западной залив. Количественные показатели их были низкими: количество видов составляло 9 видов, численность – 2 тыс. кл./л, биомасса – 4 мг/м³.

Количество планктонных комплексов в придонном холодном слое воды с соленостью 20–30‰ было таким же, как и в поверхностном, однако структура их различалась. Комплекс

Euglena sp.+*Noctiluca scintillans*, представленный 30 видами с численностью 17 тыс. кл./л и биомассой 92 мг/м³, располагался по периметру основного плеса. Значимы в нем были динофитовые (27% (N), 65% (B)) и эвгленовые водоросли (53% (N), 15% (B)). Среди видов по численности доминировала *Euglena* sp. (53%), по биомассе – *Noctiluca scintillans* (52%).

Комплекс *Gyrosigma balticum*+*Gyrosigma distortum*, отличающийся от остальных июньских комплексов наибольшей биомассой (266 мг/м³) формировался в придонном слое глубоководной центральной зоны озера, комплекс *Protoperidinium oblongum*+*Protoperidinium conicum* с низкими количественными показателями – в западном заливе на глубине 4 м при температуре воды 12°C и солености 20‰.

В июле было выделено семь комплексов (четыре – в поверхностном слое, три – в придонном). Наибольшими показателями развития отличались комплексы *Gyrosigma balticum*, *Pleurosigma elongatum* и *Stauroneis phoenicenteron*+*Gyrosigma balticum*+*Gyrosigma distortum*.

Комплекс бентосной диатомеи *Gyrosigma balticum* охватывал участки с повышенной температурой воды (18°C) и пониженной соленостью (19‰): северо-западный и западный заливы, а также восточную часть центрального плеса озера, занимая при этом не только придонный, но и поверхностный слой воды, что обусловлено штормовыми явлениями в это время. В его формировании принимало участие 32 вида из отделов Bacillariophyta, Cryptophyta, Miozoa, Ochrophyta, Euglenozoa с суммарной численностью 114 тыс. кл./л и биомассой – 8169 мг/м³. Доминировала диатомея *G. balticum* (94%).

Комплекс *Pleurosigma elongatum* был зарегистрирован в придонном слое холодной воды центральной зоны озера, где температура в среднем составляла 4,9°C, соленость – 29,6‰. Он отличался повышенными количественными показателями (611 тыс. кл./л и 7027 мг/м³) при доминировании *Pleurosigma elongatum* (44% (N), 84% (B)).

Комплекс *Stauroneis phoenicenteron*+*Gyrosigma balticum*+*Gyrosigma distortum*, сложенный, в основном, бентосными формами микроводорослей родов *Navicula*, *Pleurosigma*, *Stauroneis*, *Gyrosigma*, *Cocconeis*, *Encyonema*, отмечался в придонном холодном слое южного залива на глубине 8 м. Численность его составляла 302 тыс. кл./л, биомасса – 3480 мг/м³.

В августе при открытой протоке, когда высота верхнего распресненного теплого слоя за счет притока морских вод и уменьшения речного стока в летнюю межень снижалась с 5 м до 1 м, на большей части акватории у поверхности воды, затрагивая придонный слой мелководного западного залива, формировался комплекс *Teleaulax acuta*. В его состав входил 31 вид криптофитовых, динофитовых, диатомовых, эвгленовых, зеленых водорослей и цианобактерий. Значимыми были морские криптофитовые (95% (N), 60% (B)) и динофитовые водоросли (38% (B)). Доминировала криптомонада *Teleaulax acuta* (83% (N), 55% (B)). К характерным I порядка относились морские планктонные динофлагелляты *Protoperidinium pellucidum*, *P. steinii* и

солонатоводно-морская криптомонада *Plagioselmis prolonga*. Численность фитопланктона составляла 127 тыс. кл./л, биомасса – 100 мг/м³.

У поверхности воды в западном и южном заливах, а также придонном слое центральной глубоководной части озера он сменялся комплексом *Teleaulax acuta*+*Heterocapsa rotundatum*. Его количественные характеристики незначительно отличались от вышеописанного комплекса (см. приложение 3, таблица 4). Доминировали *T. acuta* (41% (N), 22% (B)) и *Heterocapsa rotundatum* (32% (N), 19% (B)). К характерным I порядка относились морские планктонные динофлагелляты *Akashiwo sanguinea*, *Ceratium fusus*, *C. longipes*, *Protoperidinium pellucidum*, *Gyrodinium spirale*, *Gonyaulax verior* и криптофитовая *Plagioselmis prolonga*.

Придонный холодный слой с соленостью 32–34‰ отличался разнообразием комплексов, занимающих определенные биотопы. Так в мелководном северо-западном заливе в зарослях макрофитов на глубине 2 м доминировали *G. balticum*, *Amphora ocellata*, в западном заливе на глубине 5 м – морские и солонатоводно-морские планктонные *T. acuta*, *P. prolonga*, *Protoperidinium pellucidum*, *P. steinii*, несколько глубже, на входе в западный залив, в холодных водах при температуре 8,4°C и солености 34,3‰ – *Pleurosigma formosum*, в глубоководной центральной части озера – *T. acuta* и *H. rotundatum*, в южном заливе – *Pleurosigma elongatum* и *T. acuta*, в восточной части озера, близ протоки – *Gyrosigma distortum* и *Odontella aurita*.

В сентябре при открытой протоке, аналогично августу, у поверхности воды было сформировано два комплекса, в придонном слое – четыре. В поверхностном слое оба комплекса были сформированы морскими и солонатоводно-морскими планктонными водорослями с небольшим долевым участием пресноводных бентосных форм в западном заливе, попавшим сюда со стоком р. Черная. Первый обширный комплекс при доминировании *P. prolonga* (99% (N), 67% (B)) наблюдался практически по всей акватории озера. В его состав входило восемь видов из отделов диатомовых, динофитовых и криптофитовых. Суммарная численность их была равна 73 тыс. кл./л, биомасса – 14 мг/м³. Вторым отмечался в западном заливе. Доминировали в нем по численности *Plagioselmis prolonga* (44%), *Ceratium fusus* (42%), по биомассе – *C. fusus* (63%), *Ceratium longipes* (30%). Численность комплекса была невысокой и составляла 4 тыс. кл./л, биомасса – 47 мг/м³.

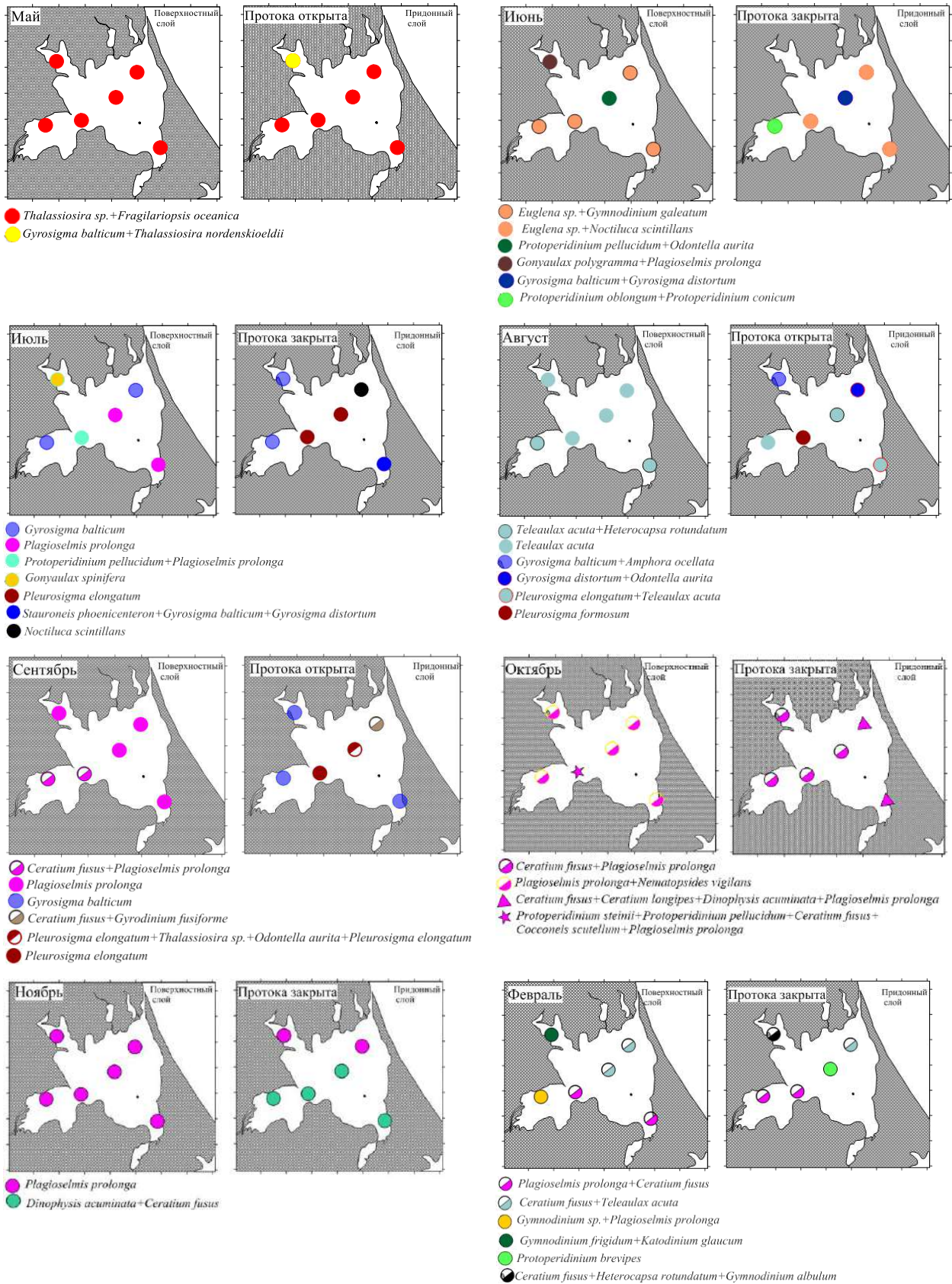


Рисунок 4.4.4 – Распределение фитопланктонных комплексов на основе дендрограммы ценотического сходства в лагунном оз. Птичье с мая по ноябрь 2012 г. и в феврале 2013 г.

Комплексы придонного слоя отличались от таковых поверхностного превалированием в северо-западном заливе *G. balticum*, западном и южном заливах – *Pleurosigma elongatum*. В центральном плесе развивались виды смешанных экологических групп (солонатоводно-морские планктонно-бентосные *Odontella aurita* и бентосные *P. elongatum*), ближе к протоке – морские планктонные *Ceratium fusus*, *Gyrodinium fusiforme*. Наибольшую часть акватории занимал комплекс *Gyrosigma balticum*, характеризующийся высокой биомассой 19056 мг/м³. Биомасса остальных придонных комплексов не превышала 200,3 мг/м³.

Осенью наблюдается переходная ситуация – заглубление теплого поверхностного слоя и формирование поверхностного охлажденного слоя. Но в связи с устойчивой плотностной стратификацией конвективного перемешивания первоначально не происходит. Образуется трехслойная структура с двумя термоклинами, разделяющими верхний метровый слой с температурой 10,5-11,0°C, промежуточный трехметровый слой с температурой 12–14°C и придонный холодный слой с температурой порядка 8°C.

В октябре, при закрытой протоке, в условиях значительного стока речных холодных вод и отсутствия водообмена с морем, в поверхностном слое было сформировано два комплекса. Первый *Plagioselmis prolonga*+*Nematopsides vigilans* был зарегистрирован в значительной части акватории. В его состав входило 34 вида из отделов Miozoa, Euglenozoa, Cryptophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta. Основными структурообразующими компонентами являлись солонатоводно-морские (26% от общего количества видов, 77% (N), 36% (B)) и морские виды (50%, 20%, 61%, соответственно). Доля остальных групп в формировании количественных показателей была невысокой: пресноводные – 12%, 2%, 1%, пресноводно-солонатоводные – 6%, 1%, 1%, солонатоводные – 6%, 0%, 1% соответственно. Доминировали *Plagioselmis prolonga* (70% (N), 14% (B)), *Nematopsides vigilans* (22% (B)), *Euglena* sp. (18% (B)). Численность составляла 65 тыс. кл./л, биомасса – 41 мг/м³. Второй комплекс с численностью 3 тыс. кл./л и биомассой 10 мг/м³, наблюдался у входа в западный залив. Он был сформирован 12 видами, половину из которых составляли морские виды. Последние играли важную роль в создании биомассы, в то время как в создании численности их доленое участие с пресноводно-солонатоводными и солонатоводно-морскими видами было равнозначным (по 32%). Доля пресноводных видов была незначительной (4% (N) и 1% (B)). По численности доминировали *Cocconeis scutellum* (28%), *P. prolonga* (24%), по биомассе – *Protoperidinium steinii* (20%), *P. pellucidum* (17%), *Ceratium fusus* (20%).

Придонный слой характеризовался наличием двух комплексов. Первый – *Ceratium fusus*+*Plagioselmis prolonga*, – обнаруженный в западной части водоема, был представлен 32 видами. Весомую роль в нем играли морские виды (65% от общего количества видов, 55% (N), 99% (B)). Наряду с ними значимыми по численности были солонатоводно-морские виды

(44%). Доля пресноводных, пресноводно-солонатоводных и солонатоводных не превышала 1% от общей численности и 0,1% от общей биомассы. В комплексе доминировали *Ceratium fusus* (46% (N)), 87% (B)) и *P. prolonga* (43% (N)). Численность составляла 54 тыс. кл./л, биомасса – 521 мг/м³. Комплекс *Ceratium fusus*+*Ceratium longipes*+*Dinophysis acuminata* занимал отдельные участки в восточной части акватории и характеризовался более низкими показателями развития (19 тыс. кл./л, 108 мг/м³).

В ноябре после сильных ливневых дождей, когда уровень воды повысился более чем на 2 м, наблюдалось два комплекса. Первый, солонатоводно-морской *Plagioselmis prolonga*, наблюдаемый практически на всей акватории, характеризовался высокой численностью (693 тыс. кл./л) и небольшой биомассой (154 мг/м³). В придонном слое западной части озера он смеялся морским *Dinophysis acuminata*+*Ceratium fusus*, который отличался более низкими количественными показателями (5 тыс. кл./л и 41 мг/м³).

Зимой при обратной двуслойной температурной стратификации с холодным поверхностным слоем и более теплым нижним было выделено четыре комплекса в поверхностном слое и три – в придонном. Все они отличались низкими показателями развития: численность не превышала 0,3 тыс. кл./л, биомасса – 5,4 мг/м³. Наибольшей численностью обладал комплекс *Plagioselmis prolonga*+*Ceratium fusus*, расположенный в западной и южной частях озера, наибольшей биомассой – *Gymnodinium frigidum*+*Katodinium glaucum* – в поверхностном слое северо-западного залива.

Таким образом, лагунное озеро Птичье характеризуется высоким разнообразием фитопланктонных комплексов (34). Шесть из них в разные месяцы занимают практически всю акваторию, остальные – локальные. Четко прослеживается связь между разнообразием комплексов и наличием водообмена с морем. Интенсивность последнего приводит к сокращению количества планктонных комплексов. Так в мае во время половодья и в ноябре после сильных ливневых дождей было зарегистрировано по два комплекса. При отсутствии водообмена с морем, соответственно, увеличении мощности стока озерных вод, количество фитокомплексов в разные месяцы увеличивалось до 6–7. Даже слабое проникновение приливных вод (при искусственной расчистке протоки в августе, сентябре) отражалось на их разнообразии, приводя к уменьшению в поверхностном слое. Одной из особенностей озера является присутствие большого количества комплексов с преобладанием в летний период при выраженной температурной стратификации бентосных видов, обуславливающих высокую биомассу фитопланктона. В безветренную ясную погоду их скопление наблюдается в придонном слое, после штормовых явлений – и у поверхности воды.

4.5 Лагуна Буссе

Флора микроводорослей. По данным съемок 2014–2015 гг. в фитопланктоне было обнаружено 306 таксонов водорослей рангом ниже рода из 9 отделов, 16 классов, 59 порядков и 158 родов. Из них 28 было идентифицировано только до рода, а два составляли внутривидовые таксоны (разновидности и формы) (таблица 4.5.1). Представленная структура таксономического состава с преобладанием диатомовых и динофитовых водорослей типична для прибрежных морских акваторий умеренной зоны. В составе альгофлоры лагуны Буссе было выявлено четыре ведущих рода с наибольшим количеством видов (от 10 и выше). Видовым богатством отличались роды *Navicula* (15 видов и внутривидовых таксонов), *Protoperdinium* (16), *Nitzschia* (15) и *Gymnodinium* (14) (см. приложение 1).

Таблица 4.5.1. Таксономический состав водорослей планктона лаг. Буссе в 2014-2015 гг.

Отдел	Класс	Порядо к	Семейство	Род	Вид	Вид, разновидность, форма
Cyanobacteria	Cyanophyceae	2	3	4	4	4
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	17	34	58	131	133
	Mediophyceae	7	9	11	22	22
	Coscinodiscophyceae	9	12	14	22	22
Cryptophyta	Cryptophyceae	1	2	3	3	3
Charophyta	Conjugatophyceae	1	1	2	3	3
Chlorophyta	Chlorodendrophyceae	1	1	1	1	1
	Chlorophyceae	1	3	8	8	8
	Trebouxiophyceae	3	3	5	5	5
	Pyramimonadophyceae	1	2	3	3	3
Euglenozoa	Euglenophyceae	2	3	3	4	4
Miozoa	Dinophyceae	10	27	41	93	93
	Noctilucophyceae	1	1	1	1	1
Ochrophyta	Dictyochophyceae	1	1	2	2	2
	Raphidophyceae	1	1	1	1	1
Cercozoa	Thecofilosea	1	1	1	1	1
Всего		59	104	158	304	306

Одновременное присутствие в лагуне морских, речных и собственно лагунных вод обусловило разнообразие групп микроводорослей по отношению к солености. Благодаря интенсивному приливному водообмену с морем (Бровко и др., 2002) доля морских видов составляла 44% от общего числа. Пресноводные и солоноватоводные виды были менее

представительными – 16 и 5% соответственно. Из видов смешанных групп наиболее разнообразными были солоноватоводно-морские (15%) и пресноводно-солоноватоводные (9%).

Приблизительно половину от общего количества обнаруженных видов составляли планктонные формы. Из-за мелководности лагуны альгофлора была представлена большим количеством бентосных (29%) и планктонно-бентосных микроводорослей (13%). Некоторые из них в той или иной степени развивались в лагуне круглогодично, это *Actinoptychus senarius*, *Cocconeis scutellum*, *Grammatophora marina*, *Navicula transitans* f. *delicatula*, *Nitzschia sigma*, *Odontella aurita*, *Paralia sulcata* и *Pleurosigma angulatum*. Количество видов и внутривидовых таксонов в разные месяцы варьировало от 87 до 130. Наибольшее число видов за счет пресноводных и пресноводно-солоноватоводных видов зарегистрировано весной (в мае и июне) во время паводков при значительном влиянии опресненных вод из впадающих водотоков, наименьшее – в августе и сентябре при максимальном прогреве воды и массовом развитии динофитовых (таблица 4.5.2).

Таблица 4.5.2. – Количество видов и внутривидовых таксонов фитопланктона лаг. Буссе в разные месяцы в 2014–2015 гг.

Отдел	Месяц							
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	II
Цианобактерия	0	0	0	0	0	4	0	1
Bacillariophyta	81	74	50	47	54	57	76	67
Cryptophyta	2	2	3	2	1	2	2	3
Charophyta	2	1	0	0	0	1	1	1
Chlorophyta	7	6	6	2	2	8	5	3
Euglenozoa	1	1	1	1	2	1	0	2
Miozoa	37	40	42	34	25	32	28	13
Ochrophyta	0	1	0	0	2	0	1	
Cercozoa	0	1	1	1	1	0	0	1
Всего	130	126	103	87	87	105	113	92

Динамика численности и биомассы. В сезонной динамике количественных показателей фитопланктона, с мая по ноябрь 2014 г. и в феврале 2015 г., среднемесячные величины численности изменялись в пределах $14,8 \pm 3,3$ – $105,2 \pm 36,8$ тыс. кл./л, биомассы – $42,3 \pm 22,3$ – $553,1 \pm 179,6$ мг/м³ (таблица 4.5.3). Средняя численность за весь период исследования составила 46,1 тыс. кл./л, биомасса – 176,1 мг/м³. Выявлены два пика разной степени интенсивности: весенний и летний (рисунок 4.5.1).

Таблица 4.5.3 – Структурные характеристики фитопланктона лаг. Буссе в мае-ноябре 2014 г. и в феврале 2015 г.

Месяц	t, °C	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	N _B	D _B	e
V	6,3	73,0±10,4	336,4±44,4	1,24±0,002	0,575±0,004	0,252±0,001
VI	11,3	32,0±4,5	63,2±11,0	2,41±0,005	0,186±0,001	0,497±0,001
VII	17,1	17,4±5,4	42,3±22,3	1,89±0,004	0,405±0,003	0,407±0,001
VIII	20,9	44,8±11,8	119,1±4	2,09±0,007	0,183±0,001	0,466±0,002
IX	15,9	105,2±36,8	553,1±179,6	0,96±0,004	0,642±0,007	0,214±0,001
X	12,6	56,3±24,0	144,6±48,2	1,22±0,003	0,578±0,005	0,262±0,001
XI	4,9	14,8±3,3	84,5±33,0	2,16±0,005	0,204±0,001	0,456±0,001
II	-1,2	25,2±8,5	66,0±24,7	2,37±0,006	0,181±0,002	0,524±0,001

Примечание. Обозначения как в таблице 4.1.4

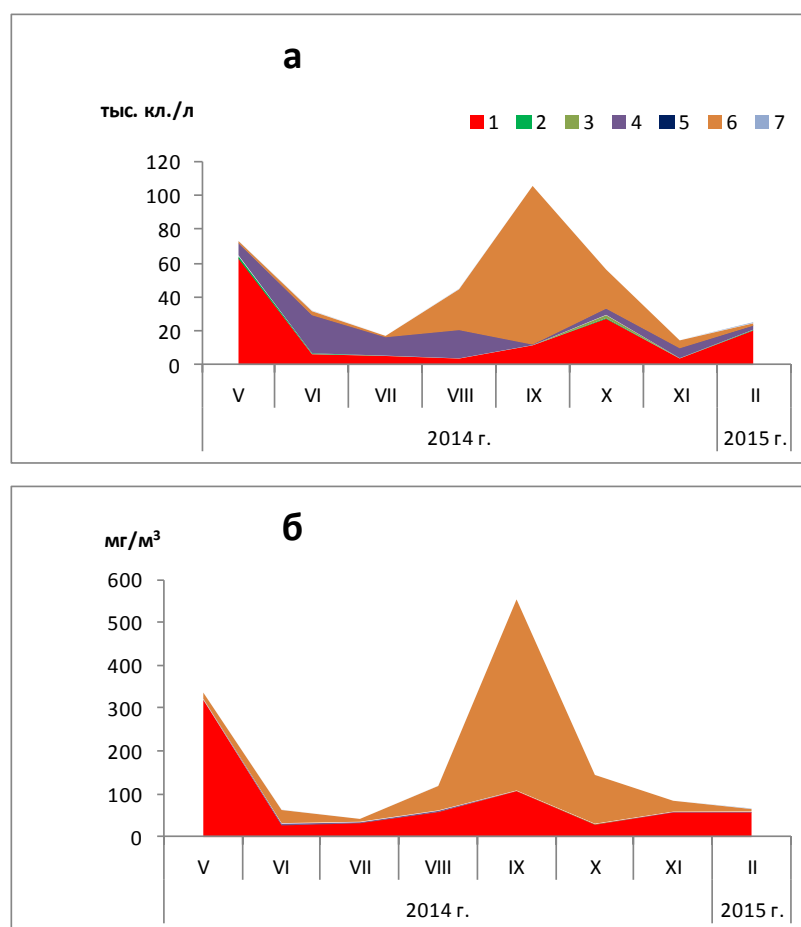


Рис. 4.5.1 – Сезонная динамика средней численности (а) и средней биомассы (б) фитопланктона оз. Буссе в мае-ноябре 2014 г. и в феврале 2015 г.: 1 – диатомовые, 2 – зеленые, 3 – охрофитовые, 4 – криптофитовые, 5 – цианобактерии, 6 – динофитовые, 7 – эвгленовые.

Весенний, относительно небольшой, пик биомассы (336 ± 44 мг/м³), как и численности (73 ± 10 тыс. кл./л), зарегистрирован в мае при температуре воды $3,0$ – $11,7$ °C. Пики были вызваны увеличением инсоляции после разрушения ледового покрова, а также выраженным влиянием речных стоковых вод, обеспечивающих лагуну высокими уровнями концентраций

биоогенных элементов. Основу биомассы в это время формировали диатомовые водоросли (рисунок 4.5.1) при обильном развитии *Rhizosolenia setigera*. Биомасса фитопланктона на разных станциях варьировала от 244,8 до 379,6 мг/м³ и распределялась довольно равномерно, с небольшим увеличением в северной и юго-восточной кутовых частях лагуны (рисунок 4.5.2а).

При позднем наступлении гидрологической весны (в июне) и увеличении температуры воды до 12,7°C, а также при максимальном развитии паводков наблюдалось изменение структуры фитопланктона, которое сопровождалось снижением количественных показателей (рисунок 4.5.1). По численности преобладали криптофитовые водоросли (рисунок 4.5.1а), по биомассе – динофитовые и диатомовые (рисунок 4.5.1б). Монодоминантный комплекс, сформированный в мае *R. setigera*, заменялся комплексом доминирующих видов, состоящим из планктонно-бентосных *A. senarius*, *Odontella aurita* и планктонной *Preperidinium meunieri*. Повышенной биомассой отличалась зона смешения морских, собственно лагунных и речных вод в центральной восточной частях лагуны (рисунок 4.5.2б).

В июле средние значения численности и биомассы снижались еще значительно (рисунок 4.5.1). Причем уменьшение этих показателей наблюдалось в зоне наибольшего влияния морской воды – в западной части лагуны. Из структурных перестроек следует отметить увеличение доли диатомовых и частичную смену видов доминирующего комплекса (рисунок 4.5.2в). В августе при максимальном прогреве воды до 22°C отмечено плавное увеличение количественных показателей. Численность по станциям варьировала в пределах 15,6–109,8 тыс. кл./л, биомасса – 24,9–247,0 мг/м³. Основное скопление микроводорослей зарегистрировано на кутовых станциях в северной (при массовом развитии *Pleurosigma strigosum* и видов рода *Prorocentrum*) и юго-восточной (при обильной вегетации *Prorocentrum micans*) частях лагуны (рисунок 4.5.2г). Динофитовые и криптофитовые водоросли были значимыми по численности (рис. 4.5.1а), а динофитовые и диатомовые – по биомассе (рисунок 4.5.1б).

В сентябре при температуре воды 16,0–16,8°C наблюдали второй пик биомассы (рисунок 4.5.1б), который был связан с активной вегетацией динофлагелляты *P. micans*. Этот вид доминировал в лагуне, формируя до 99,8% численности и 99,9% биомассы. Его обильное развитие наблюдалось у поверхности воды в юго-западной и центральной восточной зонах (рисунок 4.5.2д), где численность клеток водорослей достигала 428 тыс. кл./л, а биомасса – 2064 мг/м³. Доминирующей группой в это время являлись динофитовые (рисунок 4.5.1а, 4.5.1б).

В октябре с понижением температуры воды (от 12°C) и уменьшением инсоляции количественные показатели фитопланктона в лагуне снижались. На большей части акватории биомасса в осенний период (октябрь–ноябрь) варьировала от 25 до 149 мг/м³. Однако в кутовой северо-восточной части лагуны, где в октябре в фитопланктоне преобладал вид *P. micans*, а в ноябре *P. strigosum*, биомасса превышала 200 мг/м³ (рисунок 4.5.2е, 4.5.2ж).

Образование ледового покрова в феврале способствовало еще большему снижению количественных показателей фитопланктона (рисунок 4.5.1а, 4.5.1б). Средняя численность составляла $25,2 \pm 8,5$ тыс. кл./л, средняя биомасса – $66,0 \pm 24,7$ мг/м³. Многочислены в это время были колониальные виды диатомей из родов *Actinoptychus*, *Aulacoseira*, *Plagiogrammopsis*, *Paralia*, *Navicula*, *Thalassiosira*, а также представители криптофитовых и динофитовых водорослей. Состав доминирующих видов по биомассе формировали 3 вида, из которых максимальной численностью на кутовых станциях в северной зоне отличался *A. senarius*, в северо-восточной – *Pronoctiluca pelagica*, в южной и центральной восточной – *Thalassiosira nordenskioeldii* (рис. 4.5.2з). Особенности гидродинамического режима и донного рельефа определяют неоднородное распределение фитопланктона по акватории. Отмечено, что во все месяцы безледного периода, за исключением сентября, скопления биомассы фитопланктона были локализованы в восточной половине лагуны, где выражено влияние речного стока, способствующего опреснению, увеличению температуры воды и интенсивному поступлению биогенных элементов (Ефанов и др., 2016). Причем максимальные величины биомассы были характерны для кутовой северо-восточной зоны с песчано-илистыми грунтами, основными зарослями водорослей и минимальным перемешиванием водных масс. Наблюдаемое в сентябре смещение биомасс в южном направлении с наибольшими показателями в центральной восточной и юго-западной зонах связано с ветровым воздействием северного и северо-восточного направления (Расписание погоды..., 2015). В районе протоки Сулова, характеризующейся высокой скоростью приливно-отливных течений, биомасса фитопланктона на протяжении всего периода наблюдений была пониженной.

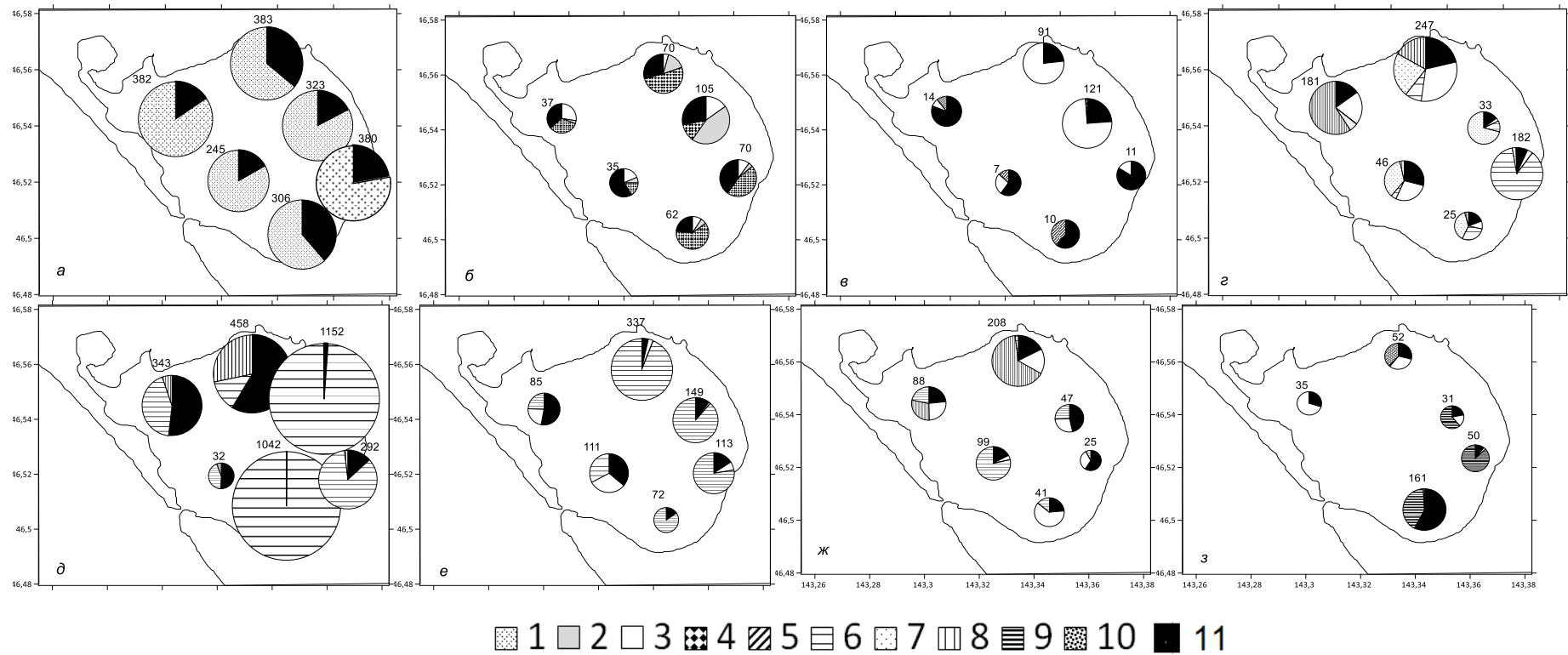


Рисунок 4.5.2 – Распределение биомассы (мг/м³) и относительный вклад водорослей доминирующего комплекса в биомассу фитопланктона в лаг. Буссе с мая 2014 г. по февраль 2015 г.: а – май, б – июнь, в – июль, г – август, д – сентябрь, е – октябрь, ж – ноябрь, з – февраль; 1 – *Rhizosolenia setigera*, 2 – *Odontella aurita*, 3 – *Actinoptychus senarius*, 4 – *Preperidinium meunieri*, 5 – *Gonyaulax digitalis*, 6 – *Prorocentrum micans*, 7 – *Prorocentrum triestinum*, 8 – *Pleurosigma strigosum*, 9 – *Thalassiosira nordenskiöldii*, 10 – *Pronoctiluca pelagica*, 11 – остальные микроводоросли. Цифры над диаграммами – средняя биомасса фитопланктона, мг/м³.

Динамика индексов видового разнообразия, доминирования, выравненности. Значения индекса Шеннона, рассчитанного по биомассе, индекса Пиелу, индекса Симпсона в течение периода исследований изменялись в значительных пределах. Минимальное видовое разнообразие (0,48) при высоком доминировании (0,95) отмечалось в сентябре во время максимума биомассы. Индекс Пиелу при этом был низким и составлял 0,11 (таблица 4.5.3). Наиболее разнообразным, при низком доминировании и выравненности, равной 0,56, сообщество было в июне при резком спаде биомассы после майского пика. Динамика индекса видового разнообразия Шеннона и индекса Пиелу синхронно следовали друг за другом и находились в противофазе таковой биомассы фитопланктона (рисунок 4.5.3).

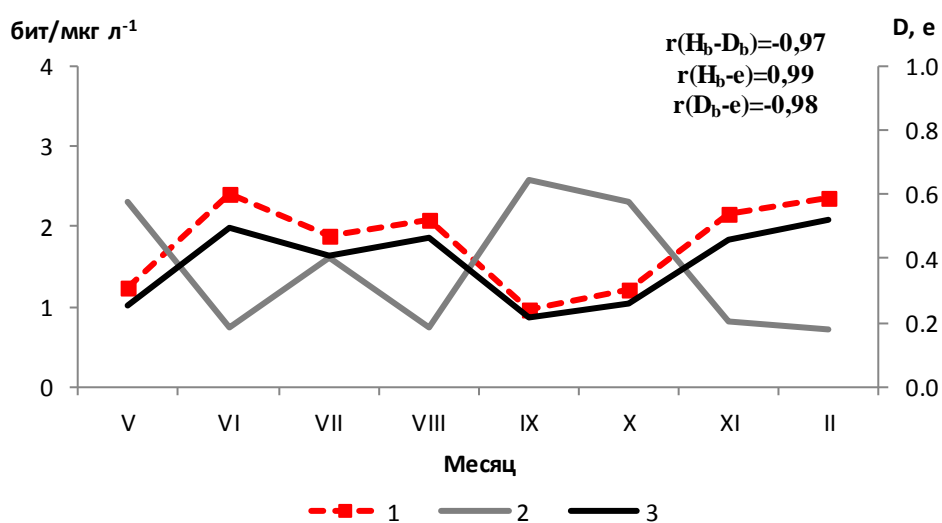


Рисунок 4.5.3 – Сезонная динамика индекса видового разнообразия Шеннона по биомассе (1), индекс доминирования Симпсона (2) и индекса выравненности Пиелу (3) оз. Буссе в мае-ноябре 2014 г. и в феврале 2015 г.

Сезонная смена фитопланктонных комплексов. На основе кластеризации станций по индексу ценотического сходства (рисунок 4.5.4) в лагуне Буссе был выделен 21 фитопланктонный комплекс (рисунок 4.5.5), краткая характеристика которых приводится в таблице 5 приложения 3.

Весной после разрушения ледового покрова во всей толще воды лагуны при температуре воды 3,0–11,7°C и солености 20,5–30,8‰ формировался комплекс *Rhizosolenia setigera*, в состав которого входили 134 вида – представители диатомовых, динофитовых, криптофитовых, зеленых и эвгленовых водорослей. Флора в это время, была представлена разнообразием как морских (46%), так и пресноводных, пресноводно-солонатоводных видов (43%), что объясняется значительным стоком речных вод в весеннее половодье. Доля солонатоводных и

солонатоводно-морских составляла 11%. Однако в формировании численности и биомассы пресноводные и пресноводно-солонатоводные не играли важной роли (9% (N)), 2% (B)). Основной вклад в эти показатели вносили морские виды (81% (N), 97% (B)). Доминировала планктонная неритическая диатомея *Rhizosolenia setigera* (70% (N), 75% (B)).

В июне при максимальном развитии паводков монодоминантный комплекс *Rhizosolenia setigera* по всей акватории сменялся комплексом *Preperidinium meunieri*+*Plagioselmis prolunga*. Его состав был образован 128 видами из отделов Miozoa, Bacillariophyta, Cryptophyta, Euglenozoa, Chlorophyta, Cercozoa, Ochrophyta. Ядро формировали солонатоводно-морские *Plagioselmis prolunga* (70% (N)) и *Preperidinium meunieri* (36% (B)). Количественные показатели были ниже, чем в майском комплексе и составляли 32 тыс. кл./л и 63 мг/м³.

В июле резко снизилась частота встречаемости *P. meunieri*, в результате чего основным комплексом на акватории стал *P. prolunga* с численностью 11 тыс. кл./л, биомассой – 10 мг/м³. В придонном слое северо-восточной и восточной части лагуны на глубине 4-5 м при температуре воды 17,0–18,2°C и солености 30,1–30,6 ‰ его сменял комплекс, где в роли единиц группового доминирования наряду с *P. prolunga* играли планктонно-бентосная *Actinoptychus senarius* и бентосные диатомеи *Cocconeis scutellum*, *Paralia sulcata*. Численность составляла 51 тыс. кл./л, биомасса – 205 мг/м³. В августе после прохождения ливневых дождей было выделено несколько комплексов. На обширной части акватории при температуре воды 20,9–22,0°C и солености 29,2–30,4 ‰ занимал комплекс с превалированием по численности и биомассе динофитовых и криптофитовых водорослей. Он охватывал всю толщу воды центральной восточной части лагуны, распространяясь в поверхностном слое к северу и северо-западу, в придонном – к западу и юго-западу. Доминировали *Prorocentrum triestinum* и *Plagioselmis prolunga*. Интегральные характеристики данного комплекса были следующими: 60 видов, 43 тыс. кл./л, 57 мг/м³. Комплекс с доминированием бентосных и планктонно-бентосных *Pleurosigma strigosum* и *A. senarius* локализовался в придонном слое кутовой северо-западной зоны и отличался низкой численностью (16 тыс. кл./л) и высокой биомассой (339 мг/м³). Комплекс вредоносной динофлагелляты *P. micans* был обнаружен в мелководной прогретой до 21,5°C юго-восточной зоне лагуны. Численность микроводорослей в нем составляла 66 тыс. кл./л, биомасса – 182 мг/м³.

В сентябре и октябре комплекс *Prorocentrum micans* охватывал практически всю акваторию лагуны. Исключение составляли кутовые зоны северной части, где в сентябре огромную роль играли бентосные и планктоно-бентосные *Pleurosigma strigosum*, *P. angulatum*, *Actinoptychus senarius*, в октябре, вблизи протоки между лагуной и оз. Выселковым – планктонно-бентосная *A. senarius* и планктонная *Skeletonema costatus*.

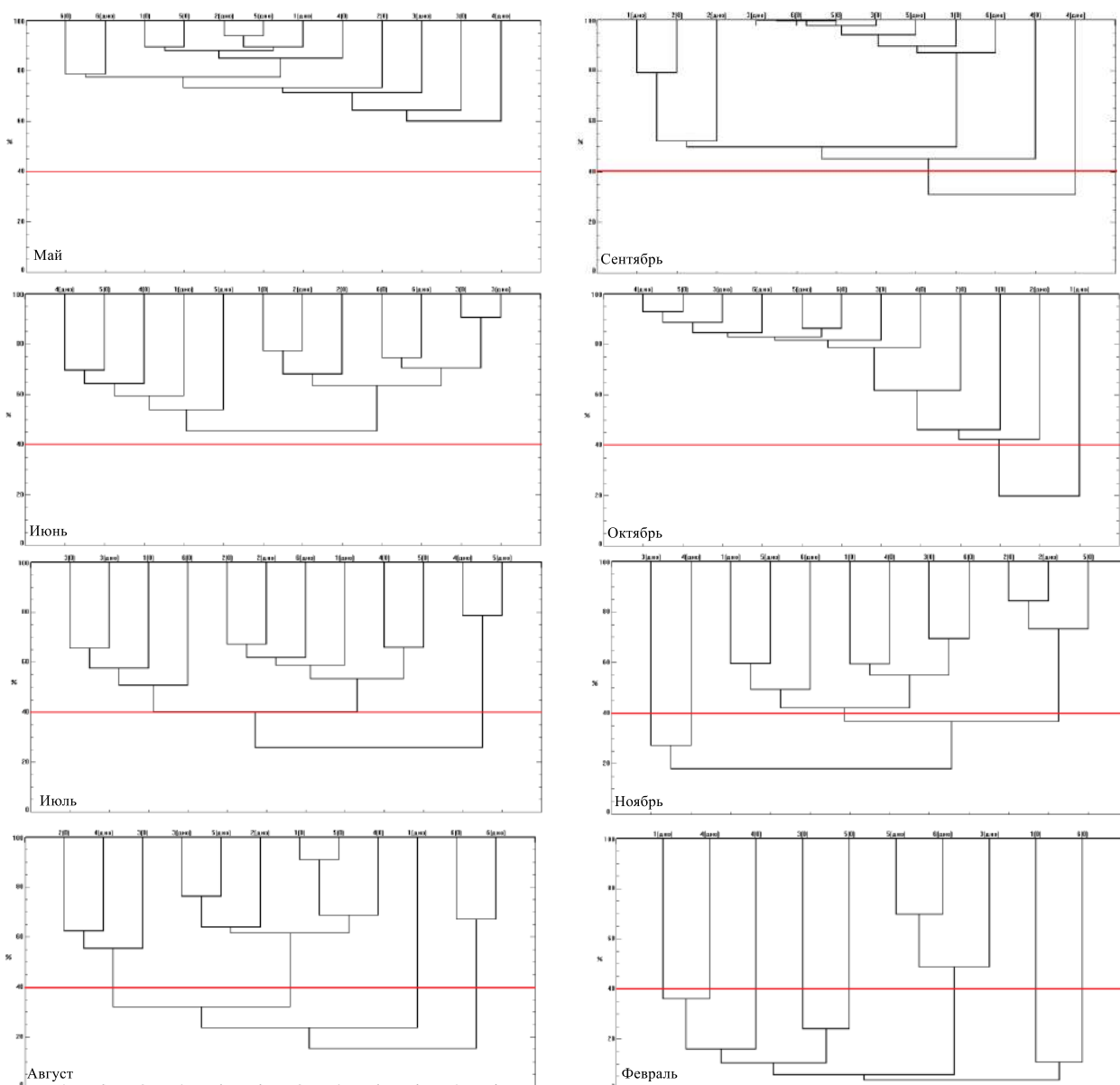


Рисунок 4.5.4 – Дендрограммы сходства фитопланктонных станций лаг. Буссе в разные периоды съемок: по горизонтали – номера станций, по вертикали – индекс ценотического сходства.

В ноябре при значительной ветровой конвекции после сильного шторма *P. micans* на различных участках совместно с другими видами формировал локальные комплексы: в центральной зоне – с *Plagioselmis prolonga*, в кутовых – с *Plagioselmis prolonga* и *Actinoptychus senarius*. В придонном слое воды северо-восточной части выделялся комплекс с преобладанием бентосных и планктонно-бентосных *Actinoptychus senarius*, *Pleurosigma strigosum* и *Paralia sulcata*, который характеризовался максимальными показателями развития в ноябре (27 тыс. кл./л, 403 мг/м³).

Февраль отличался наибольшим разнообразием комплексов. При этом наиболее многочисленным из них был комплекс доминированием морских планктонных диатомовых

Thalassiosira nordenskioeldii и *Chaetoceros diadema*. Он располагался в придонных морских, с соленостью 31‰, водах на глубине 4–5 м восточной и южной частях лагуны. Численность микроводорослей составляла 44 тыс. кл./л, биомасса – 137 мг/м³.

Таким образом, в лаг. Буссе четко выделяются два типа планктонных комплекса: комплексы пелагиали и комплексы кутовой северной зоны. Комплексы первого типа имеют широкое распространение и характеризуются вариабельностью структуры, которая зависит от климатических условий, гидрологического режима, гидродинамических процессов. Отсюда, в зависимости от сезона различаются весенний подтип комплекса с превашированием *Rhizosolenia setigera*, летний – *Preperidinium meunieri*, *Plagioselmis prolonga*, осенний – *Prorocentrum micans*. Комплексы второго типа – локальные, стабильные, основу их во все сезоны составляет планктонно-бентосная диатомея *Actinoptychus senarius*. Чаще такие комплексы расположены в застойной северо-восточной зоне с минимальным перемешиванием водных масс, которая отличается толстым слоем наилка (более 50 см), высоким содержанием сероводорода, минимальным поступлением кислорода, необходимого для разложения органики (Ефанов и др., 2016). Но иногда занимают северо-западную часть лагуны.

От лета к зиме количество планктонных альгоценозов постепенно увеличивается, весной, во время паводков, – уменьшается.

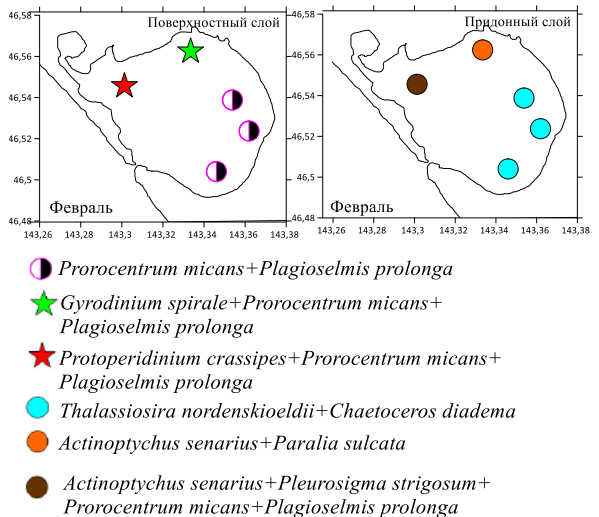
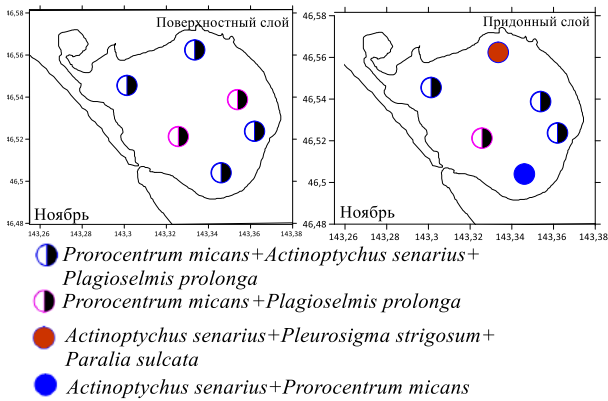
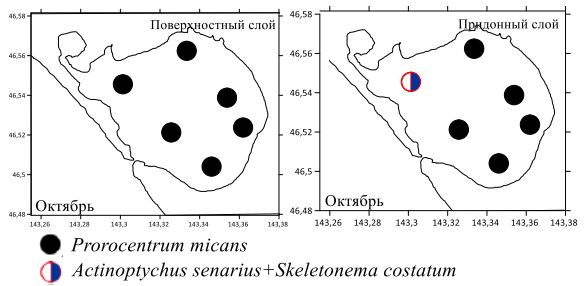
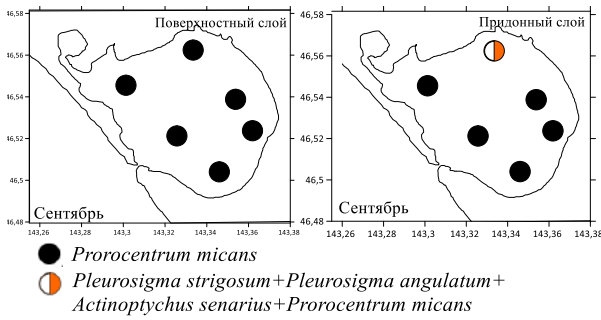
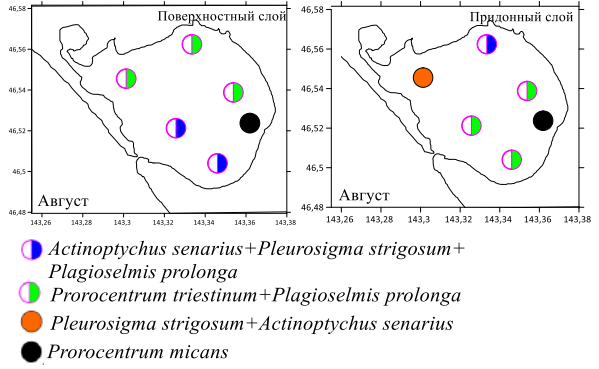
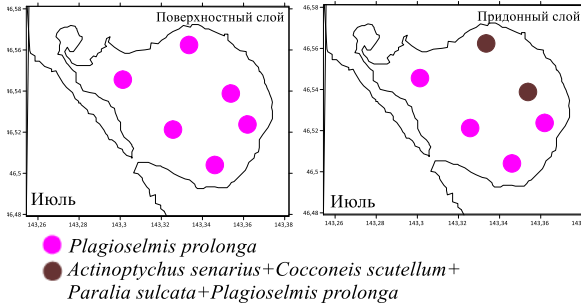
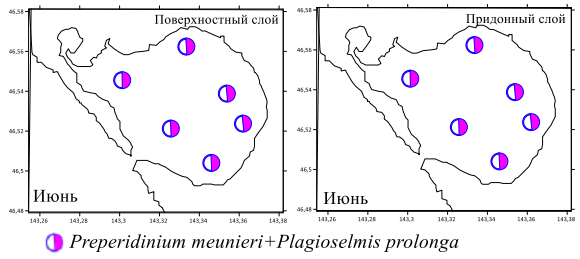
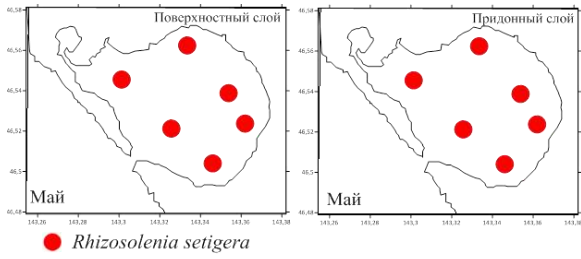


Рисунок 4.5.5 – Распределение фитопланктонных комплексов на основе дендрограммы ценотического сходства в лаг. Буссе с мая по ноябрь 2014 г. и в феврале 2015 г.

4.6 Особенности развития фитопланктона лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин

Сравнительный анализ видового состава лагунных озер юго-восточного Сахалина показал, что наименьшее количество видов обнаружено в олигогалинном оз. Тунайча (таблица 4.6.1). Морские лагуны и пресноводные озера в этом отношении занимают примерно одинаковые позиции. С уменьшением площади и увеличением глубины в морских лагунах, видовой состав снижается.

Интересным представляется факт изменения количества видов в зоне критической солености. При переходе организмов через определенный соленостной диапазон (0,5–2‰, 5–8‰, 22–26‰ и др.) быстро изменяется ряд биологических свойств на разных уровнях биологической интеграции – молекулярном, клеточном, организменном, видовом и биоценотическом. Данный интервал соленостей получил название «критическая соленость», и он также известен как «хорогалиникум» (Хлебович, 1974). Согласно концепции Ремане, разработанной на основе данных по макрозообентосу Балтийского моря (Remane, 1934; 1940, цит. по: Хлебович, 1989), и поддержанной многими исследователями, изучающих донную фауну морей (Zenkewitch, 1959, Wolff, 1983) был выявлен минимум видов при критических значениях солености 5–8‰. Однако рядом исследователей показано, что модель артенминимума Ремане не применима к планктонным организмам и макрофитам. Это привело к разработке новой концепции – концепции максимального разнообразия протистов в зоне критической солености (5–8‰) или хорогалиникуме (Скарлато, Телеш, 2017). Соленость поверхностных вод оз. Птичье в районе северо-западного, западного (в который впадает р. Черная) и южного заливов часто соответствует критическим значениям. Так, в мае, августе, сентябре и ноябре 2012 г. ее значения варьировали в пределах 5,5–7,7‰. В это время наблюдалось достоверное снижение ($p < 0,05$) количества видов, снижение биомассы и увеличение численности фитопланктона. Основу фитопланктона в этих зонах составляли мелкоразмерные жгутиконосцы (*Heterocapsa rotundatum*, *Plagioselmis prolonga*). Способность к быстрому размножению, относительно большее соотношение площади их поверхности к объему клетки, меньшая скорость погружения в условиях пониженной турбулентности дает явные преимущества мелкоклеточных гетеротрофных жгутиконосцев перед крупными организмами в среде с нестабильными условиями (Скарлато, Телеш, 2017). Полученные нами данные о снижении видового состава противоречат теории максимального развития протистов в хорогалиникуме, а сведения о доминировании мелких видов, напротив, согласуются с ней. Возможно, что дополнительные исследования фитопланктона, включающие изучение

пикопланктона (размеры клеток 0,2–2 мкм) выявят иную картину распределения количества видов в озере.

Во всех исследуемых водоемах видовым богатством отличаются диатомовые водоросли. Кроме них в пресноводных озерах наиболее разнообразны зеленые водоросли и цианобактерии, в остальных водоемах – динофитовые.

Таблица 4.6.1 – Среднегодовые количественные показатели развития фитопланктона в лагунных озерах юго-восточного Сахалина

Водоем	Количество видов	Численность, тыс. кл./л	Биомасса, мг/м ³	Индекс Шеннона (N _b)	Индекс Симпсона (Db)	Количество планктонных комплексов
Вавайские озера	296	52313±24409	1523±658	3,22±0,12	0,08±0,01	21
оз. Тунайча	200	598±194	474±77	1,09±0,22	0,52±0,09	12
оз. Изменчивое	266	33±11	172±82	1,85±0,03	0,36±0,00	24
оз. Птичьё	206	98±29	880±410	1,31±0,23	0,49±0,08	34
лаг. Буссе	306	46±11	176±50	1,79±0,01	0,38±0,01	21

Во всех лагунных озерах отмечается сокращение количества видов в зимний период и его увеличение – в теплое время года. Заметный их подъем за счет пресноводных и пресноводно-солонатоводных видов наблюдается весной при значительном влиянии опресненных вод из впадающих водотоков во время паводков. В малых лагунных озерах оз. Птичьё и оз. Изменчивое плавное увеличение числа видов продолжается и в летний период. Однако, в лаг. Буссе, оз. Тунайча и Вавайских озерах наблюдается обратная ситуация (рисунок 4.6.1). В этих водоемах во время максимального прогрева массово развиваются вредоносные микроводоросли (в лаг. Буссе – *P. micans*, в оз. Тунайча – *D. spiroides*, в оз. Б. Вавайское – виды родов *Microcystis* и *Aphanocapsa*), которые, как известно, при обильной вегетации выделяют активные вещества, подавляющие рост и развитие других водорослей (Пресноводные экосистемы..., 1999; Uchida, 1977; Гольдин, 2013), а также веслоногих рачков (Lanora et al., 1999). По-видимому, это является основной причиной уменьшения количества видов летом в этих водоемах.

Наибольшими значениями среднегодовой численности и биомассы отличаются пресноводные Вавайские озера, наименьшими – морские лагуны (оз. Изменчивое и лаг. Буссе) (таблица 4.6.1). Согласно классификации озер по степени трофности, представленной в обобщенной работе Китаева (Китаев, 1984; Китаев, 2007) по средневегетационной биомассе фитопланктона все исследуемые нами водоемы попадают в разряд олиготрофных. Исключение

составляют пресноводные озера Вавайско-Чибисанской системы с биомассой более 1 г/м^3 , которые можно охарактеризовать как α -мезотрофные.

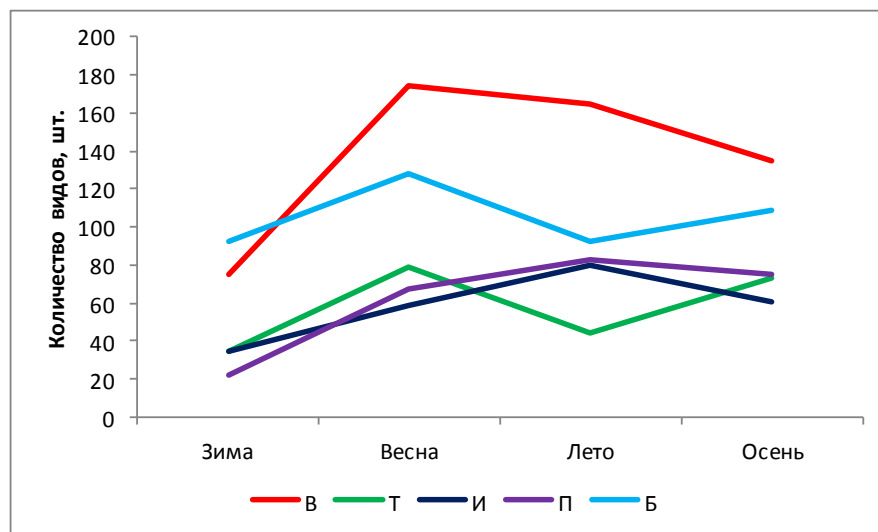


Рисунок 4.6.1 – Изменение количества видов по биологическим сезонам в лагунных озерах юго-восточного Сахалина. Условные обозначения: В – Вавайские озера, Т – оз. Тунайча, И – оз. Изменчивое, П – оз. Птичьё, Б – лаг. Буссе.

В сезонной динамике численности, как и биомассы, наблюдается несколько подъемов, что свойственно для мезотрофных водоемов умеренной зоны (Трифорова, 1990; Корнева, 2015). При переходе от лагун с морской соленостью к пресноводным лагунным озерам количество выраженных пиков уменьшается, а их высота – увеличивается. Для всех водоемов характерны небольшие весенние всплески, приходящиеся на апрель-май, после которых следуют более мощные – летние. В небольших лагунных озерах имеющих связь с морем, таких как оз. Птичьё и оз. Изменчивое, высокие пики численности наблюдаются и в холодное время года – в ноябре и январе, соответственно.

Между весенним и летним пиком во всех исследуемых нами лагунных озерах наблюдается фаза «чистой воды», которая прослеживается во многих мезотрофных озерах Европы (Sommer et al., 1986). Фитопланктон по всем количественным показателям в это время беден. Этот период, связанный с сезонными перестройками в структуре сообщества, приходится на июнь (Мотылькова, Коновалова, 2010, 2012; 2018) или июль (Мотылькова, Коновалова, 2021).

В сезонной динамике фитопланктона морских лагун прослеживаются период активной вегетации диатомовой альгофлоры, который наблюдается в зимне-весенний сезон, и период ее спада в летне-осенний. Весенние пики численности в данных водоемах сформированы морскими диатомеями. За счет морских вод при приливно-отливных явлениях фитопланктонный комплекс в них является дериватом от морского побережья и близок к нему

по структуре (Гидробиологическая характеристика..., 2018). Доминирование диатомовых водорослей в весенний период характерно для фитопланктона эстуариев Мирового океана (Brogueira et al., 2007). Летние пики в морских лагунах обусловлены доминированием диатомовых, криптофитовых, динофитовых и эвгленовых водорослей. Тенденция доминирования диатомовых в зимний и весенний периоды, с последующей заменой их в летнее время комплексом мелких жгутиковых, динофитовых, криптофитовых, эвгленовых, охрофитовых характерна для прибереговой акватории юго-восточного Сахалина (Планктон и бентос..., 2020), прибрежных вод дальневосточных морей (Шунтов, 2001; Бегун и др., 2003), и других водоемов бореальной зоны (Гусяков, Теренько, 1999; Данилов, 2001). Интересным представляется факт образования высоких пиков численности в морских лагунах в холодный период времени, связанных с развитием криптофитовых *Plagioselmis prolunga* осенью (оз. Птичье, оз. Изменчивое) и диатомовых *Thalassiosira nordenskioldii* – зимой (оз. Изменчивое). Осенние вспышки были обусловлены отсутствием конкурирующих видов, слабым развитием зоопланктона (Заварзин, Атаманова, 2014), а также рядом специфических черт, присущих криптофитовым водорослям, таких как высокая скорость роста, мобильность, толерантность к низкому уровню освещенности (Steward, Wetzel, 1986), способность к осмо- и фаготрофии (Корнева, 2009). Зимнее цветение фитопланктона наблюдается на мелководье многих морей умеренных зон даже в условиях льда и сильного перемешивания (Раймонт, 1983). В частности, оно характерно для соседних бухт зал. Петра Великого Японского моря и сопредельных прибрежных вод Приморья (Шунтов, 2001). Повышенные концентрации планктонных микроводорослей в зимнее время отмечены и в шельфовых водах о. Сахалин (Леонов и др., 2007).

В водоемах со слабой связью с морем доля диатомовых в формировании весенней численности невелика. Так в олигогалинном оз. Тунайча она составляет 18–53%, в пресноводном оз. Б. Вавайское – 6%. В данных водоемах в это время основными структурообразующими компонентами являются охрофитовые водоросли (оз. Тунайча) и хроококковые цианобактерии (оз. Б. Вавайское).

С повышением температуры воды и увеличением инсоляции, в летний период с июля по сентябрь, в оз. Тунайча обильно вегетируют нитчатые цианобактерии (виды рода *Dolichospermium* при доминировании *D. spiroides*), в Вавайских озерах – хлорококковые зеленые и мелкоклеточные колониальные цианобактерии (виды родов *Aphanocapsa*, *Microcystis*). Интенсивность развития цианобактерий в этих водоемах разная. Численность их в олигогалинном оз. Тунайча достигает 45 млн кл./л, в Вавайских озерах – 322 млн кл./л. Динамика колониальных цианобактерий, хлорококковых и охрофитовых микроводорослей в этих водоемах подчиняется общей закономерности их развития в озерных экосистемах

умеренной зоны (Трифенова, 1979; Бондаренко, 2009). Во время «цветения» цианобактерий наблюдается ингибирование развития зоопланктона, проявляющееся в частичной гибели зоопланктеров и снижении численности и биомассы зоопланктона (Заварзин, 2005, 2006; Планктон и бентос..., 2010).

Основу весенних и зимних пиков биомассы во всех изученных водоемах, кроме оз. Тунайча, составляют диатомовые водоросли. Комплекс доминирующих видов в морских лагунах формируются за счет морских диатомей (*Nitzschia frigida*, *Thalassiosira* sp., *Th. nordenskiöldii*, *Fragilariopsis oceanica*, *Rhizosolenia setigera*), в олигогалинном озере – солоноватоводно-морских, солоноватоводных и пресноводных (*Thalassiosira hyalina*, *T. baltica*, *Diatoma vulgare*), в пресноводном – пресноводных (*Aulacoseira granulata*, *A. ambigua*). Летние и осенние пики в морских лагунах составляют динофитовые водоросли (это касается и оз. Птичье, если учитывать исключительно планктонные формы водорослей), в водоемах с отсутствующей или слабой связью с морем – диатомовые. Последние в оз. Тунайча в летнее время сочетаются с цианобактериями.

Анализ динамики значений индекса разнообразия Шеннона в безледный период показал, что во всех водоемах с мая по август численное увеличение этого параметра наблюдается в одни и те же месяцы. Далее в олигогалинном оз. Тунайча, наблюдается его плавное снижение (рисунок 4.6.2 (а)), тогда как в остальных водоемах, по-прежнему, формируются пики, чередующиеся с падениями. Сравнительный анализ изменений индексов разнообразия в сторону увеличения или уменьшения показал, что в морских лагунах и пресноводных озерах они разнонаправлены. При этом во всех исследуемых морских лагунах они происходят синхронно.

Схожая динамика проявляется и в отношении индекса доминирования Симсона (рисунок 4.6.2 (б)).

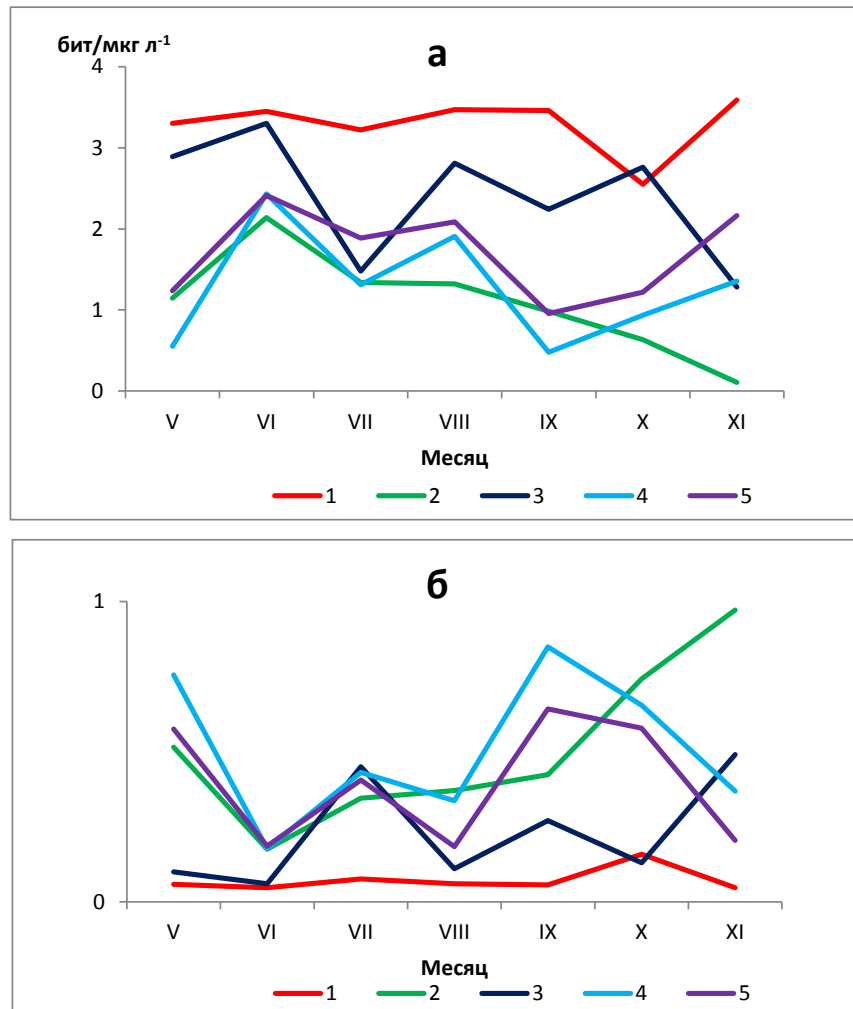


Рисунок 4.6.2 – График изменения показателей индекса Шеннона по биомассе (а) и индекса доминирования Симсона (б) в разные месяцы в исследуемых лагунных озерах: 1 – Вавайские озера, 2 – оз. Тунайча, 3 – оз. Изменчивое, 4 – оз. Птичьё, 5 – лаг. Буссе.

График изменения средних значений индекса разнообразия Шеннона в безледный период показывает, что его численное значение снижается от пресноводных озер к олигогалинным (таблица 4.6.1, рисунок 4.6.3). Промежуточное положение занимают морские лагуны, среди которых минимальным индексом разнообразия выделяется мелкое по площади, глубоководное с верхним распресненным (1,5–20,4‰) и нижним морским (28,8–31,5‰) слоями оз. Птичьё. Наибольшие значения индекса Симпсона – чувствительного индикатора доминирования одного или нескольких видов (Розенберг, 2007) – характерны для оз. Тунайча и оз. Птичьё, где в большей степени продолжительное время выражено монодоминирование видов. Наименьшие значения индекса доминирования отмечены для Вавайских озер.

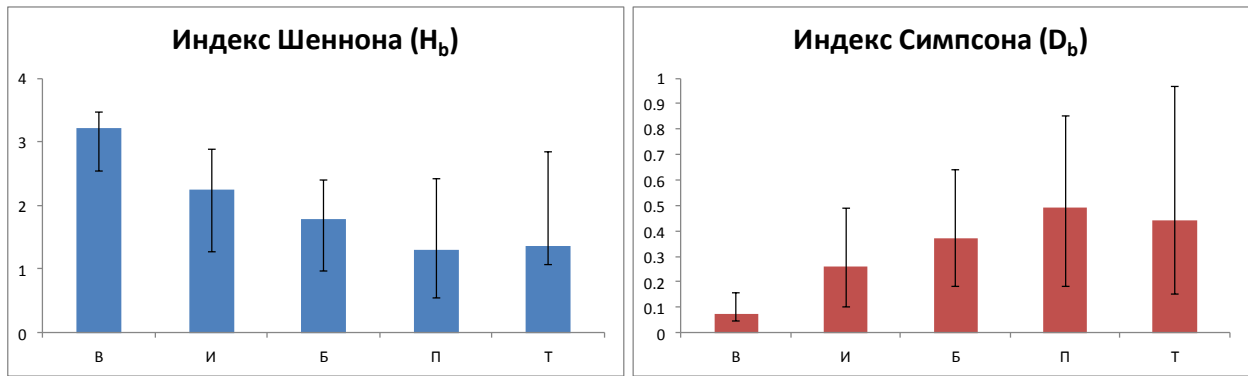


Рис. 4.6.3 – График изменения средних значений индекса Шеннона и индекса Симпсона в пределах лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин. Условные обозначения: В – Вавайские озера, И – оз. Изменчивое, Б – лаг. Буссе, П – оз. Птичье, Т – оз. Тунайча.

Выделенные на основании ценотического сходства фитопланктонные комплексы в исследуемых водоемах количественно преобладали в морских лагунных озерах (оз. Птичье – 34 сообществ, оз. Изменчивое – 24, лаг. Буссе – 21) и пресноводных (Вавайские озера – 21). Наименьшее их число наблюдалось в олигогалинном оз. Тунайча (12). Подобная картина характерна и для сообществ макрозообентоса (Лабай, 2018). Лимитирующим фактором, влияющим на разнообразие сообществ, является соленость. Высокая вариабильность фактора солености приводит к увеличению количества комплексов, низкая (оз. Тунайча) – к сокращению. Занимающее ведущее место по разнообразию фитопланктонных комплексов морское лагунное озеро Птичье, отличается от остальных морских лагун (оз. Изменчивое, лаг. Буссе) наименьшей площадью водного зеркала, наибольшей глубиной, наличием глубоко вдающихся заливов. Поэтому важную роль в формировании фитопланктонных комплексов, кроме солености, играют и морфологические характеристики.

Из общих закономерностей в формировании фитопланктонных комплексов следует отметить следующее:

1. По локализации комплексы во всех водоемах разделяются на основные комплексы пелагиали и комплексы, приуроченные к гидрологически обособленным участкам.
2. Перестройка комплексов пелагиали в разные периоды подчиняется общим закономерностям смены основных гидрологических сезонов.
3. В олигогалинных и морских лагунных озерах в зимний период разнообразие фитопланктонных комплексов увеличивается, для пресноводных водоемов данная закономерность не распространяется.
4. Отсутствие водообмена с морем в морских глубоководных лагунах приводит к увеличению разнообразия фитопланктонных комплексов, в мелководных – к уменьшению.

Выводы к главе 4:

Пресноводные озера по всем показателям обилия занимают ведущее место, разделяя его по количеству видов и разнообразию фитопланктонных комплексов с морскими лагунами (оз. Изменчивое и лаг. Буссе). Практически по всем параметрам олигогалинное озеро уступает всем исследуемым водоемам. Исключение составляют численность и биомасса. Расположение озер по этим количественным характеристикам имеет следующий вид: пресноводные→олигогалинные→ морские. В ряду морских лагун особняком выделяется оз. Птичье. Этот водоем с вязкими илами, в которых в массе развиваются крупноклеточные бентосные водоросли, играющие весомую роль в формировании структуры фитопланктона, отличается от остальных более высокими показателями биомассы. К тому же здесь за счет большого размаха солености (30‰) зарегистрировано наибольшее количество фитопланктонных комплексов, выделенных на основании дендрограммы ценотического сходства. А морфологическое строение водоема с малой площадью и большими глубинами способствует уменьшению видового состава и упрощению структуры фитопланктона.

ГЛАВА 5 . ИЗМЕНЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЛАГУННЫХ ОЗЕР ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Географическое положение и климатические особенности Сахалина обусловили чрезвычайную уязвимость острова от возможного техногенного вмешательства человека в хрупкий баланс между природой и хозяйственной деятельностью. Сфера хозяйственной деятельности человека в береговой зоне обширна (Атлас..., 2002; Бровка и др., 2008) и, несомненно, любые антропогенные трансформации на лагунные озера вызывают ответную реакцию гидробионтов. Следует отметить, что антропогенное воздействие на лагуны происходит на фоне естественных процессов рельефо- и осадконакопления и выделить антропогенную составляющую от природной не всегда представляется возможным (Ефанов и др., 2016). Ниже приведена обобщенная схема влияния антропогенных факторов на фитопланктон (рис. 7).



Рис. 5.1 – Обобщенная схема влияния антропогенных факторов на фитопланктон лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин.

Вавайские озера. В 30-е годы XX века японскими рыбоводами в Вавайские озера из японских вод были пересажены карась и сазан. Позже, в 50-60-е годы, рыбоводно-интродукционные работы были продолжены отечественными рыбоводами (Ключарева, 1964; Ключарева, Потапова, 1964; Ключарева и др., 1964), когда в озера вместе с мелкими непромысловыми видами рыб (речная абботина, амурский чебачок, змеевидный вьюн, восьмиусый голец) (Гудков, Заварзина, 2006) были завезены и выпущены карась и молодь сазана из бассейна р. Амур (Ключарева и др., 1964). В настоящее время карась, абботина и чебачок являются обычными и достаточно массовыми видами в Вавайских озерах (Гудков, Заварзина, 2006).

За прошедшие полвека со времен, когда были получены первые результаты по фитопланктону озер Вавайско-Чибисанской системы (Коптяева, 1964), значительных изменений в видовом составе летнего фитопланктона не произошло. Несмотря на то, что в летних пробах 2004 г. было обнаружено 175 видов фитопланктона, в 1959 г. – всего 53, что связано с разной методикой отбора проб (в 2004 г. отбирались батометрические пробы с двух горизонтов, в 1959 г. – сетные от дна до поверхности), систематическими ревизиями, по-прежнему, в 2004 г. главную роль, как в качественном, так и в количественном отношении играли диатомовые, зеленые водоросли и цианобактерии. Повсеместно распространенными в оба периода исследований были виды родов *Microcystis*, *Asterionella*, *Melosira*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*. Состав видов доминирующего комплекса не изменился и включал виды родов *Aulacoseira*, *Asterionella*, *Tabellaria*, *Cyclotella*, *Microcystis*.

Однако развитие фитопланктона, судя по изменению количественных показателей, стало интенсивнее (таблица 5.1). В зарослях макрофитов численность диатомовых и зеленых водорослей увеличилась на порядок, в открытой части – на несколько порядков. Количество цианобактерии возросло в сотни-тысячи раз. Изменился и характер распределения фитопланктона. Так, если в 1959 г. численность микроводорослей в зарослях макрофитов превосходила таковую открытой части озера в 4,5 раза (Коптяева, 1964), то в 2004 г. она, напротив, была ниже в 2,4 раза (Мотылькова, Коновалова, 2008), в 2007 г. – в 1,1 (Планктон и бентос..., 2010). Фактором, способствующим распространению цианобактериального «цветения», является способность *Microcystis* мигрировать в водоемах (Johnson, Jacoby, 2003). Известно, что представители карповых рыб, в частности, карась, могут стимулировать развитие *Microcystis* напрямую – при транзитном прохождении данной цианобактерии через их кишечник, и косвенно: экскретируя фосфор и взмучивая донные отложения при добывании пищи, что приводит к резкому увеличению потока биогенов из осадков в толщу воды (Kolmakov, Gladyshev, 2003). Эффект прямого стимулирования роста *Microcystis* карасем ранее обнаружены в лабораторных экспериментах (Гладышев и др., 2006).

Происходящие перемены наблюдаются и в других группах гидробионтов, проявляющиеся в изменении видового состава, снижении биомассы зоопланктона (Заварзин, 2007), перестройке структуры бентоса, основанной на вселении в озера и массовом развитии двустворчатых моллюсков *Kunashiria hakonensis* (Ihering) (Планктон и бентос..., 2010). Не исключено, что они связаны с антропогенным воздействием. Поэтому интродукция рыб – один из возможных факторов увеличения количественных показателей фитопланктона.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика средней численности (тыс. кл./л) фитопланктона в оз. Большое Вавайское по данным июльских съемок 1959 г., 2004 г., 2007 г.

Отдел	1959 г.		2004 г.		2007 г.	
	Заросли	Открытая часть	Заросли	Открытая часть	Заросли	Открытая часть
Диатомовые	33,0	12,9	530,8	8070,3	917,3	437,9
Цианобактерии	47,0	11,2	7302,7	13019,2	245,4	236,9
Зеленые	42,0	2,8	608,9	9973,8	4426,6	5569,3
Прочие	4,2	1,2	6,0	10091,1	1,4	0,3
Суммарная численность	126,2	28,0	8447,8	20175,7	5590,6	6244,3

Оз. Тунайча. Отсыпка дамбы (3/4 ширины протоки) при строительстве в 70-е годы прошлого века автодорожного моста через протоку создали искусственную границу между двумя литодинамическими системами, значительно уменьшив влияние морских вод на биоценозы протоки и озера в целом (Бровко, 2002). До постройки дамбы озеро имело периодическую связь с морем (Микишин и др., 1995), на данный момент морские воды не проникают в водоем (Заварзин, 2005). С тех пор соленость поверхностного слоя уменьшилась с 6‰ (Микишин и др., 1995) до 2,3‰ (Саматов и др., 2002).

Проведение сравнительного анализа полученных нами данных с результатами исследований прежних лет затруднительно, так как в качестве результатов предыдущих исследований был представлен лишь список видов диатомовых водорослей (Геоэкология озера..., 1991) и дана краткая информация о видовом составе и количественных показателях фитопланктона (Усова, Филатова, 1979; Усова и др., 1980). Тем не менее, из общих характеристик следует отметить участие диатомовых, зеленых, динофитовых, охрофитовых водорослей и цианобактерей в формировании видового состава, доминирующее положение диатомовых и цианобактерий родов *Anabaena* и *Microcystis*. Сравнительный анализ диатомовой флоры в 1991 г. и в 2001 г. показал, что снизилась частота встречаемости солоноватоводно-морского вида *Pauliella taeniata*, а морские *Planktoniella sol*, *Actinocyclus cuneiformis*, *A. ingens* и солоноватоводно-морские *Melosira lineata*, *M lineata var. subangularis*, *Actinoptychus senarius* не

были обнаружены нами. В целом наблюдается увеличение пресноводных и пресноводно-солонатоводных (с 70 до 80 %) и уменьшение морских видов (с 8 до 5 %).

Попытка провести анализ количественных показателей оказалась неудачной, поскольку при расчетах среднеценотического объема клеток на основании данных по численности и по биомассе, приведенных в работе Усовой с соавторами, возникло несколько вопросов. Так, расчеты показали, что среднеценотический объем клеток цианобактерий, зеленых превышал 10000 мкм³ (таблица 5.2). Возможно, авторы рассчитывали объем не отдельных клеток, а объем колоний, трихомов, ценобиев. Отсюда возникает сомнение о правильности приведения единиц измерения численности (в работе Усовой с соавторами указываются «тыс. кл./л»). По всей видимости, в работе обнаруживается техническая ошибка, найти которую не представляется возможным, поэтому оперировать количественными данными за 1977 г. нецелесообразно.

Таблица 5.2 – Сравнительная характеристика средней численности (N, тыс. кл./л), средней биомассы (B, мг/м³) и среднеценотического объема клеток (V, мкм³) фитопланктона в оз. Тунайча по данным съемок 1977 г., 2002–2003 гг.

Отдел	1977 г.			2002–2003 гг.		
	N	B	V	N	B	V
Диатомовые	34,5	405	11739	63,7	113	1771
Цианобактерии	31,5	372	11809	509,0	60	117
Зеленые	8,2	144	17560	27,7	1,8	67
Динофитовые	0,5	24	48000	6,8	32	4685
Золотистые	1,1	33	30000	63,3	26	410
Криптофитовые	–	–	–	7,5	2,5	328
Всего	75,8	978	12902	678,3	235	7381

«–» данные отсутствуют

В последние десятилетия наметилась тенденция к ухудшению экологического состояния озера. Воды озера заметно распреснились, происходит их активное зарастание высшей растительностью, изменился видовой состав рыб и других обитателей водоема (Бровко и др., 2018), участились случаи гибели рыб, «цветения» цианобактерий в Малой Тунайче районе пляжа Солнечный (У умирающей Тунайчи..., 2021; На пляже «Солнечном»..., 2021; Судьбу Тунайчи..., 2021).

В 2020-2021 гг. по сравнению с 2001-2003 гг. показал, что структуру фитопланктонного комплекса в районе пляжа Солнечный формируют диатомовые, зеленые, охрофитовые, динофитовые, криптофитовые водоросли и цианобактерии. Разнообразными по видовому составу являются бентосные диатомовые водоросли. Они же, наряду с цианобактериями вносят существенный вклад в формирование численности и биомассы (таблица 5.3). В целом состав и

структура диатомового фитопланктона не изменились. Однако увеличилась численность и количество видов цианобактерий. Так, наблюдаемое в 2020 г. «цветение» цианобактерий, сопровождаемое замором трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus*, было вызвано видами родов *Dolichospermum* (*Dolichospermum spiroides*, *D. lemmermanii*, *D. flos-aquae*), *Anabaenopsis* (*A. hadsonii*), последние из которых были отмечены впервые. Кроме того, численность цианобактерий составляла более 109 млн кл./л, что почти в 2,4 раза выше максимальной численности (45 млн кл./л), зафиксированной при «цветении» фитопланктона в 2001–2003 гг. (Водная биота..., 2016). Общей чертой для всех периодов исследований являлось мощное «цветение» цианобактерий с конца июля по сентябрь в районе Малой Тунайчи. Это можно объяснить двумя факторами: во-первых, повышением температуры, и во-вторых, терригенным стоком биогенов из основных бассейновых рек оз. Тунайча – р. Комиссаровка и р. Подорожка. Массовое развитие цианобактерий в озере определяется не его распреснением, а совокупностью действий двух вышеобозначенных факторов.

Таблица 5.3 – Количественные показатели фитопланктона и вклад доминирующих групп в районе пляжа Солнечный оз. Тунайча

Год	Общая численность, млн. кл./л	Общая биомасса, г/м ³	Доля доминирующих групп			
			Диатомовые		Цианобактерии	
			N, %	B, %	N, %	B, %
2002	0,9	1,1	72	97	–	–
2003	45	1890	–	22	97	50
2020	109,7	4578	–	–	100	100
2021	0,7	0,243	30	94	31	–

Все чаще общественностью поднимается вопрос о восстановлении «солености» озера с целью предотвращения ухудшения качества воды и увеличения эвтрофикации. Одним из вариантов предлагается вернуть естественную ширину природному руслу протоки Красноармейская (У умирающей Тунайчи..., 2021). На наш взгляд увеличение водообмена с морем может привести к негативным последствиям. Примером тому служит ближайший аналог оз. Тунайча – оз. Абашири, расположенное в северо-восточной части японского острова Хоккайдо. Озеро относится к бассейну Охотского моря, сообщается с ним через реку Абашири. Этот меромиктический водоем с верхним олигогалинным и нижним полигалинным слоями воды (Kuwabara, 2001) в настоящее время имеет сходный состав водной биоты с оз. Тунайча (Заварзин, 2005; Лабай, 2018). Многолетнее изменение глубины гипolimниона (бескислородного слоя с высоким содержанием хлорид- и сульфид-ионов), связанное с многолетним трендом снижения количества осадков в сочетании с повышением уровня моря,

привели к увеличению солености эпилимниона (с 0,1% в 1930 г. до 2–3% в настоящее время), что повлияло на состав и структуру планктона. Так, до 1940 г. доминирующими видами были *Dolichospermum flos-aquae* и *Aphanizomenon flos-aquae*, после 1950 г. – *Dolichospermum spiroides* (Kuwabara, 2001), которая, как известно, приспосабливается к высокой солености (Kurohagi, 1970). Увеличение высоты гипolimниона приливным вторжением морской воды через р. Абашери, снижение влияния рек в засушливый период привело к уменьшению соотношения N:P, за счет чего в озере участились случаи «цветения» цианобактерий в летний период (Mikami et al, 2002). В дальнейшем, с 1987 г., при сильном нагонном ветре более 10 м/с, создающего заток морских вод в озеро, стали регистрироваться «голубые приливы» – апвеллинги, при которых наблюдался подъем в эпилимнион аноксигенных фотосинтезирующих бактерий рода *Chlorobium*. Наблюдаемые в это время явления – выброс сероводорода и углекислого газа – вызывали массовую гибель рыб в озере.

Выбросы углекислого газа из гипolimниона на поверхность воды могут вызывать более масштабные негативные последствия. Примером тому служит «лимнологическая катастрофа», произошедшая 21 августа 1986 г. в меромиктическом вулканическом кратерном глубоководном (209 м) озере Ньос, расположенном в Северо-Западном регионе Камерун (Центральная Африка), когда за вечер от удушья погибло 1746 человек и около 8000 голов домашнего скота (Kusakabe, 2017). Выброс огромных объемов диоксида углерода в виде газа продолжался несколько часов. Газ, растекаясь от озера по горному склону двумя мощными потоками, распространился на расстояние до 27 км, убив все на своем пути (Lake Nyos..., 2016).

Учитывая, что высота нижнего абиотического слоя в озере Тунайча превышает таковую верхнего кислородного в 3,5 раза, при том, что содержание сероводорода в гипolimнионе ниже границы 15–20 м достигает 300–320 мкг/л, а соленость 16–17‰, имеются опасения, что при увеличении ширины протоки заток морской воды с более высокой плотностью увеличит верхнюю границу гипolimниона, повысив риск выброса сероводорода и углекислого газа в поверхностные слои. Поэтому, во избежание последствий, описанных выше, к вопросу по расширению протоки необходимо подходить с осторожностью. Необходимо проведение современных исследований по гидролого-гидрохимическому режиму озера, его биоте, которые послужат теоретической базой прогнозирования последствий от любых климатических изменений. Для деэвтрофирования озера, прежде всего, необходимо применение таких методов, как снижение биогенной нагрузки путем очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от фосфора и снижения норм внесения минеральных фосфоросодержащих удобрений на землях сельскохозяйственного назначения, а также регулярная механическая чистка водоема в районе пляжа Солнечный.

По результатам опытов и анализа данных ряда ученых, обобщенных в работе Г. В. Кравцовой (Кравцова, 1989), для большинства изученных видов пресноводного фитопланктона (видов родов *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus*, *Anabaena*, *Microcystis* и др.) соленость порядка 10‰ является, по существу, предельной для продуктивного роста. Следовательно, при принудительном возвращении вод озера Тунайча к прежнему режиму солености (6–7‰) видовой состав и соотношение доминирующих групп будут близкими к существующим в настоящий момент. Для прогнозирования фитопланктонного сообщества при значительном увеличении солености обратимся к той же работе Г.В. Кравцовой (Кравцова, 1989): по степени увеличения галотолерантности массовые виды фитопланктона можно расположить в следующий ряд: *Scenedesmus quadricauda*–*Oscillatoria agardhii*–*Aphanothece clathrata*–*Oocystis parva*–*Merismopedia punctata*. То есть при осолонении вод оз. Тунайча смена доминирующих видов будет проходить в вышеуказанном порядке.

Оз. Изменчивое. Подверженность оз. Изменчивое морфологическим изменениям берега, происходящим во время мощных продолжительных штормовых явлений, влияет на функционирование протоки, что, в свою очередь отражается на биоте водоема. Во время прерывания связи с морем при замытии протоки, водоем становится бессточным. Это приводит к изменению гидролого-гидрохимических параметров в озере (прежде всего, снижается концентрация растворенного кислорода) (Горбунов и др., 2010). С 1975 по 2004 г. предприятие «Синегорские минеральные воды» регулярно проводило расчистку протоки от замывающего ее осадочного материала (Лабай, 2009). В зимний период 2006 года после 20-летнего существования протока вновь была заблокирована песчаными наносами. Связь с морем была прервана. Затем протока была восстановлена искусственным путем (Бровко и др., 2017).

Сравнительный анализ данных, полученных нами в июне 2004 г. (при открытой протоке) и в июне 2007 г. (при закрытой) показал, что основу видового состава фитопланктона в оба периода слагали водоросли отделов диатомовые и динофитовые. При замытии протоки список микроводорослей сократился на 43 вида, причем выбыли морские виды, попадающие в лагуну с приливом.

Видовое разнообразие микроводорослей во время интенсивного водообмена отличалось наибольшей степенью сложности и высокими значениями индекса видового разнообразия (таблица 5.4). Биомассу фитопланктона в данном случае формировали преимущественно, морские динофитовые *Lingulodinium polyedra*, *Protoperidinium minutum*, *Dinophysis norvegica*, *Gonyaulax digitalis* и солоноватоводная криптофитовая *Plagioselmis prolunga*. Прекращение водообмена с морем привело к уменьшению видового разнообразия (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Средние количественные показатели фитопланктона оз. Изменчивое в июне 2004 г. и 2007 г.

Показатель	2004 г.		2007 г.	
	Поверхность	Дно	Поверхность	Дно
Количество видов	97	106	75	65
N, тыс. кл./л	26	26	889	695
B, мг/м ³	73,9	159,9	103,9	136,3
H _N	2,37	2,70	1,43	1,37
H _B	3,54	3,09	2,04	2,33

Список доминирующих видов сократился и биомассу формировали солоноватоводные криптофитовые *P. prolunga*, *Teleaulax acuta*, *Rhodomonas* sp. При этом средняя биомасса фитопланктона оставалась примерно такой же как и 2004 г. Однако увеличился размах количественных показателей (см. главу 4.3), возросла численность (почти в 35 раз), уменьшился среднеценотический объем клеток (рисунок 5.1, рисунок 5.2). В 2004 г. фитопланктон был широко представлен разными размерными группами на всех станциях. Основную роль в формировании численности играли микроводоросли с объемом 500–10000 мкм³. Существенный вклад вносили также крупные виды с объемом клеток от 50000 мкм³ до 1000000 мкм³ (рисунок 5.2). В 2007 г. практически отсутствовали группы видов с объемом клеток более 20000 мкм³, за исключением станции 9, где их доля составляла менее 5% (рисунок 5.3).

При открытой проточке значения численности в поверхностном и придонном слоях были равны, при закрытой – микроводоросли концентрировались в поверхностном слое. Биомасса, независимо от водообмена с морем, была выше в придонном слое за счет бентических видов родов *Gyrosigma*, *Navicula*, *Cocconeis*.

В 2004 г. по численности и биомассе значимыми были несколько отделов: криптофитовые, динофитовые, диатомовые водоросли и цианобактерии. В 2007 г. главенствовали криптофитовые, уступая в придонном слое диатомовым и динофитовым водорослям.

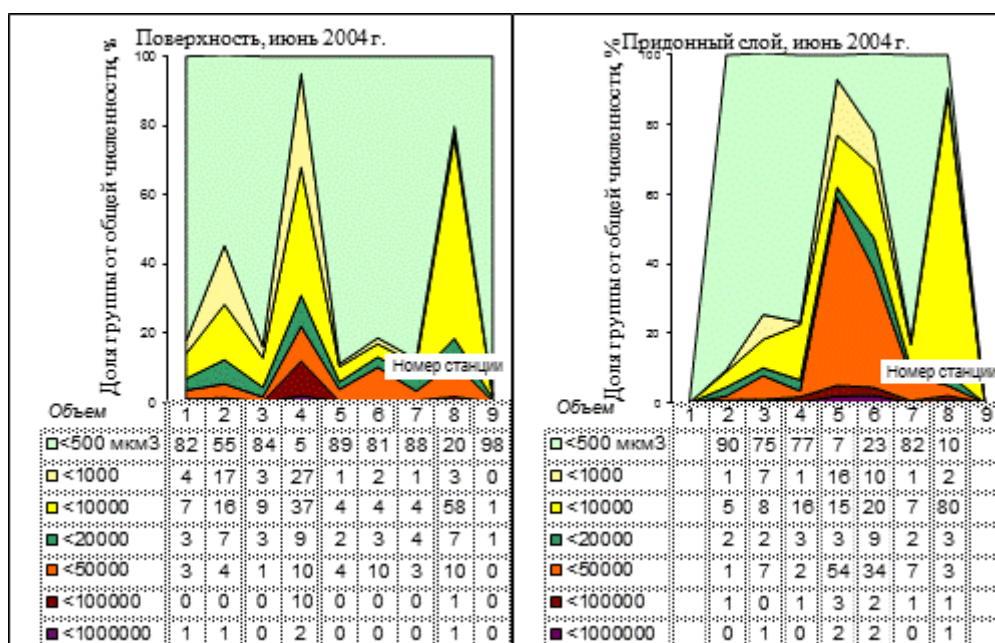


Рисунок 5.2 – Соотношение численности размерных групп (по объему клеток, мкм³) фитопланктона в оз. Изменчивое в июне 2004 г.

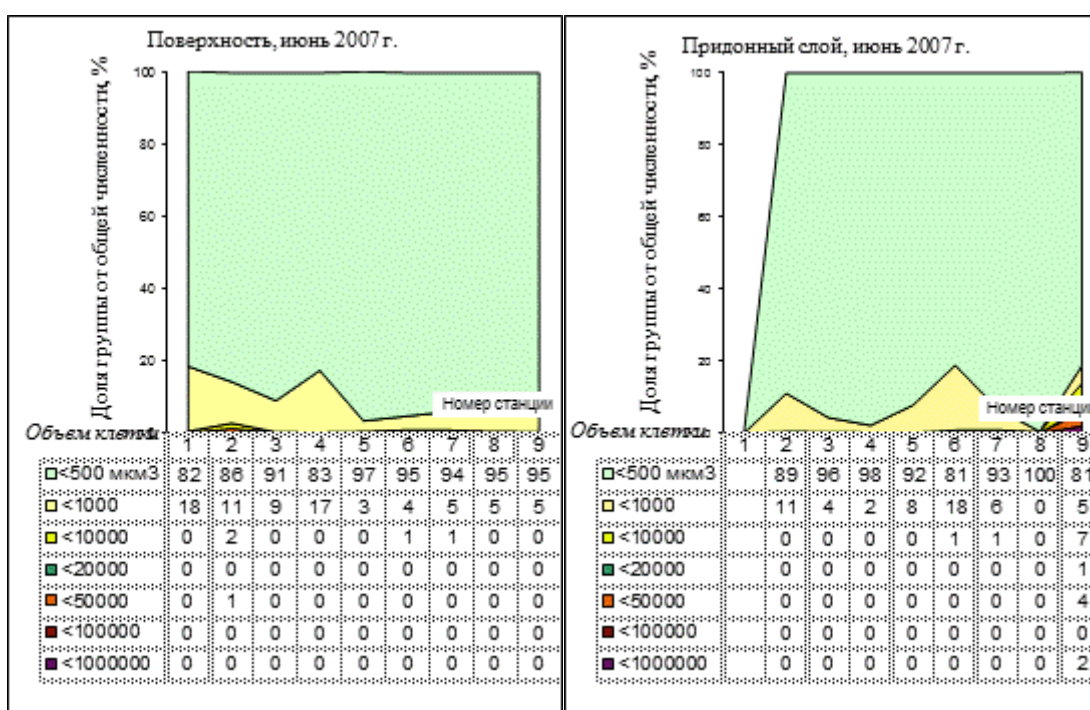


Рисунок 5.3 – Соотношение численности размерных групп (по объему клеток, мкм³) фитопланктона в оз. Изменчивое в июне 2007 г.

Лег. Буссе. Этот природный водоем с разнообразными биоценозами испытывает серьезную антропогенную нагрузку. Длительный период здесь наблюдался любительский и браконьерский лов промысловых беспозвоночных (*Crassostrea gigas*, *Mizuhopecten yessoensis*, *Apostichopus japonicas*), который привел к сокращению плотности их поселений, сдвигу ареала,

замещению другими видами гидробионтов. Долгое время из-за деятельности лесозаготовительного предприятия на северном побережье лагуны Буссе происходило загрязнение части ее акваторий затонувшей древесиной (Бровко и др., 2008). Загрязнение сточными водами и промышленными отходами (Бровко и др., 2002) – далеко не полный спектр антропогенного пресса на водоем. В то же время очевидно и воздействие природных факторов на лагуну. Так, по наблюдениям ряда ученых происходит изменение геоморфологии лагуны за счет заиления и обмеления некоторых ее участков (Ефанов и др., 2016).

При сравнении наших данных с результатами предыдущих исследований установлено, что среднемесячные количественные показатели, полученные нами, сопоставимы с данными конца 1970-х годов. Однако несколько изменился характер сезонной динамики видового состава, количественных показателей и комплекса доминирующих видов. Согласно исследованиям 1970–1980-х годов, наиболее разнообразный видовой состав в лагуне наблюдался летом (июнь–начало сентября) и осенью (конец сентября–ноябрь) (Калганова, 1980). По нашим данным наибольшее количество видов приходилось на весну (май–июнь), тогда как лето (август–сентябрь) отличалось минимальным за весь период наблюдений набором видов.

Ранее были выделены 2–3 пика развития фитопланктона: в апреле, июле и октябре–ноябре. Весенний пик связан с развитием центрических холодноводных диатомей, летний – цианобактерий или мелких диатомей, а осенний – с развитием комплекса диатомовых и динофитовых водорослей. Летний пик не всегда проявлялся в сезонной динамике. Такая межгодовая изменчивость обусловлена влиянием речного стока, вариацией термического режима, наличием или полным отсутствием стратификации во всей водной толще и усиленным выеданием фитопланктона зоопланктерами. Весенний и осенний пики на протяжении многих десятков лет были стабильными (Калганова, 1980, 2010; Ефанов, Тепаева, 2014). В наших исследованиях осеннего подъема биомассы фитопланктона не наблюдалось. Из-за метеорологических условий (пониженный температурный фон по сравнению с таковым в сентябре в предыдущие годы и ливневые дожди) пик был сдвинут на более ранние сроки и связан с массовым развитием *Prorocentrum micans*. Почти полвека назад этот вид не был отмечен в водах лагуны (Калганова, 1980, 1986, 1995). Однако в последние 20 лет *P. micans* регистрировали в составе доминантного комплекса с высокой частотой встречаемости в осеннее время (Калганова, 2010; Ефанов, Тепаева, 2014).

Известно, что *P. micans* при обильной вегетации выделяет активные вещества, подавляющие рост и развитие диатомовых и динофитовых водорослей (Uchida, 1977; Гольдин, 2013), а также веслоногих рачков (Janora et al., 1999). По-видимому, это стало основной

причиной резкого уменьшения количества видов, численности и биомассы водорослей других отделов в августе и сентябре. Являясь вредоносным видом, *P. micans* способен вызывать обширное «цветение» воды во многих морях (Anderson et al., 1985; Матишов, Фуштей, 2003; Terenko, 2019), часто приводящее к замору гидробионтов (рыб, моллюсков), связанному с гипоксией (Faust et al., 1999). Во время наших исследований «цветения» этот вид не вызывал, а его численность не превышала 428,2 тыс. кл./л. Тем не менее, появление *P. micans* в водах лагуны Буссе требует дальнейшего контроля за его развитием. Основные скопления *P. micans*, наблюдаемые нами, были приурочены к восточной и южной зонам, где образуют поселения двустворчатые моллюски. Не исключено, что последние оказывают стимулирующее воздействие продуктами своей жизнедеятельности на эти микроводоросли.

В сентябре 2020 г. в соответствии с решением Министерства природных ресурсов и экологии РФ лагуне Буссе был присвоен статус природного парка. Возможно, это предотвратит назревающую угрозу экологического дисбаланса в водах лагуны.

ВЫВОДЫ:

1. В составе фитопланктона лагунных озер юго-восточного Сахалина выявлено 915 видов, из них 352 – новые для о. Сахалин. Во всех исследуемых лагунных озерах ведущее место занимают диатомовые водоросли. Установлена низкая степень сходства таксономического состава лагунных озер. Наибольший ее уровень прослеживается для водоемов, близких по гидрологическому режиму: на уровне 55% близки морские лагуны Изменчивая и Буссе, 51% – пресноводные Чибисанские и Вавайские озера.
2. В сезонной динамике фитопланктона наблюдается до четырех подъемов численности и биомассы. По мере снижения минерализации воды от лагун с морской соленостью к пресноводным лагунным озерам количество выраженных пиков уменьшается, а высота их – увеличивается. Для всех водоемов характерны небольшие весенние подъемы и более мощные – летние. Летние максимумы численности в морских лагунах обусловлены доминированием диатомовых, криптофитовых, динофитовых и эвгленовых водорослей, в олигогалинных – нитчатых цианобактерий, в пресноводных – колониальных цианобактерий. Основу весенних и зимних пиков биомассы фитопланктона во всех изученных водоемах, кроме оз. Тунайча, составляют диатомовые водоросли. Летние и осенние подъемы в морских лагунах формируются динофитовыми, в пресноводных и олигогалинных водоемах – диатомовыми водорослями.
3. Своеобразие структуры фитопланктона конкретного водоема связано с особенностями гидрологического режима и зависит, главным образом, от температуры, солености воды, степени связи с морем, геоморфологического строения водоема. В лагунных озерах с морской соленостью среднегодовые численность и биомасса фитопланктона, а также индекс видового разнообразия Шеннона ниже, чем в пресноводных озерах. Низкое разнообразие фитопланктона олигогалинного оз. Тунайча лимитировано соленостью.
4. Во всех водоемах выделяются фитопланктонные комплексы пелагиали и таковые, приуроченные к гидрологически обособленным участкам. Перестройка комплексов пелагиали в разные периоды подчиняется общим закономерностям смены основных гидрологических сезонов.
5. Основные структурные изменения фитопланктона, связанные с воздействием антропогенных (интродукция рыб, строительство автодорожного моста, разрушение биоценозов любительским и браконьерным ловом) и природных факторов (заиление и обмеление участков лагун, прекращение водообмена с морем) в лагунных озерах, выражаются в снижении видового разнообразия, увеличении численности мелкоразмерных водорослей, обильном развитии вредоносных и потенциально-токсичных видов микроводорослей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Algae of Australia: Phytoplankton of Temperate Coastal Waters / G.M. Hallegraeff, C.J.S. Bolch, D.R.A. Hill, I. Jameson, J.-M. LeRoi, A. McMinn, S. Murray, M.F. de Salas, K. Saunders – Australian biological resources study, Canberra, 2010 – 421 p.
- Al-Yamani, F.Y. Illustrated Guide on the Flagellates of Kuwait's Intertidal Soft Sediments / F.Y. Al-Yamani, M.A. Saburova – Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait, 2010 – 197 p.
- Al-Yamani, F.Y. Illustrate guide on the benthic diatoms of Kuwait marine environment / F.Y. Al-Yamani, M.A. Saburova – Safar: Kuwait Inst. Sci. Res., 2011. — 352 p.
- Anderson, D.M. Toxic dinoflagellates. / D.M. Anderson, A.W. White, D.G. Baden – Elsevier, New York, 1985. – 561 p.
- Berard-Terriault, L. Guide d'identification du phytoplancton marin d'estuaire et du golfe du Saint-Laurent incluant également certains protozoaires. Conseil national de recherches du Canada / L. Berard-Terriault, M. Poulin, L. Bosse – Ottawa, 1999. – 387 p.
- Brogueira, M.J. Phytoplankton community structure defined by key environmental variables in Tagus estuary, Portugal / M.J. Brogueira, M.R. Oliveira, G. Cabeçadas // Mar. Environ. Res. – 2007. – Vol. 64. – P. 616–628.
- Bukhtiyarova, L.N. Diatoms of Ukraine. Inland waters / Bukhtiyarova L.N. – Kyiv, 1999. – 133 c.
- Deng, D.G. Studies on temporal and spatial variations of phytoplankton in Lake Chaohu / D.G. Deng, P. Xie, Q. Zhou, H. Yang, L.G. Guo // Journal of Integrative Plant Biology. – 2007. – Vol. 49 (4) – P. 409–418.
- Faust, M.A. Potentially toxic phytoplankton (3). *Prorocentrum* (Dinophyceae) / M.A. Faust, Ø. Moestrup, J. Larsen // ICES identification leaflets for plankton. – 1999. – № 184. – P. 2–24.
- Gasse, F. East African diatoms / F. Gasse // Bibl. Diatomologica. – 1986. – Vol. 11. – P. 1202.
- Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – URL: <http://www.algaebase.org>; searched on 05 December, 2020.
- Hasle, G.R. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy / G.R. Hasle, G.A. Fryxell // Trans. Am. Microsc. Soc. – 1970. – Vol. 89. – P. 469–474.
- Hoppenrath, M. Marine phytoplankton. Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt / M. Hoppenrath, M. Elbrachter, G. Drebes – Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 2009. – 264 p.
- Horner, R.A. A taxonomic guide to some common marine phytoplankton / R.A. Horner – Bristol: Biopress Ltd, 2002. – 195 p.

Hustedt, F. Die Diatomeenflora des Flusssystemes der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen / F. Hustedt // Abhandl. herausgegeben vom naturwissensch. – Verein zu Bremen. 1957. – Vol. 3, № 34. – P. 181–440.

Hutchinson, G.E. Introduction to lake biology and the limnoplankton / G.E. Hutchinson // A treatise on limnology. Vol. 2. – New York–London, 1967. – 1115 p.

Hyenstrand, P. Factors determining cyanobacterial success in aquatic systems / P. Hyenstrand, P. Blomqvist, A. Pettersson // Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. – 1998. – 51. – P. 41–62.

Ianora A., Miralto A., Buttino I., et al. First evidence of some dinoflagellates reducing male copepod fertilization capacity // Limnol. Oceanogr. 1999. № 44. P. 147–153.

Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates / Edited by C.R. Tomas – USA: Academic Press, Inc., 1996. – 598 p.

Iwayama, A. Phytoplankton species abundance in Lake Inba (Japan) from 1986 to 2016 / A. Iwayama, H. Ogura, Y. Hirama, CW. Chang, CH. Hsieh, M. Kagami // Ecological Research. – 2017. – Vol. 32. – P. 783.

Johnson, B.R. Cyanobacterial toxicity and migration in a mesotrophic lake in western Washington, USA / B.R. Johnson, J.M. Jacoby // Hydrobiologia. – 2003. – Vol. 495. – P. 79–91

Kolmakov, V.I. Growth and potential photosynthesis of cyanobacteria are stimulated by viable gut passage in crucian carp / V.I. Kolmakov, M.I. Gladyshev // Aquatic Ecol. – 2003. Vol. 37. – P. 237–242.

Komárek, J. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales / J. Komárek, K. Anagnostidis // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. 19/1 – Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: Gustav Fischer, 1999. – 548 p.

Konovalova, N.V. Phytoplankton on the northeast shelf of Sakhalin / N.V. Konovalova, I.V. Motylkova // North Pacific Marine Science Organization. Twelfth Annual Meeting Program abstracts. – Seoul, Republic of Korea October 10–18, 2003. – P. 13.

Kraberg, A. Coastal Phytoplankton: Photo Guide for Northern European Seas / A. Kraberg, M. Baumann, C-D. Durselen– Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munchen, 2010 – 204 p.

Krammer, K. The genus *Pinnularia* / K. Krammer // Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 1. – Königstein: Koltz Sci. Books, 2000. – 703 p.

Krammer, K. Bacillariophyceae: Naviculaceae / K. Krammer, H. Lange-Bertalot // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. 2 (1). – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1986. – 860 P.

Krammer, K. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae / K. Krammer, H. Lange-Bertalot // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. 2 (2). – Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 1988. – 596 p.

Krammer, K. Bacillariophyceae: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis / K. Krammer, H. Lange-Bertalot // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. 2 (4). – Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991. – 437 p.

Krstic, S.S. Dominance of *Microcystis* spp. in Lake Dojran – a consequence of 30 years of accelerated eutrophication / S.S. Krstic, B. Aleksovski // Botanica Serbia. – 2016. – 40 (2). P. 119–128.

Kurohagi, T. The succession of plankton in Lake Abashiri, eastern Hokkaido / T. Kurohagi // Sci. Rep. Hokkaido Salm. Hatch. – 1970. – Vol. 24. – P. 101–124.

Kusakabe, M. Lakes Nyos and Monoun gas disasters (Cameroon)—limnic eruptions caused by excessive accumulation of magmatic CO₂ in crater lakes / M. Kusakabe // Geochemistry Monograph Series. – 2017. – Vol. 1, № 1. – P. 1–50.

Kuwabara R. Long-term changes in the aquatic biota of Lake Abashiri, a meromictic lake in northeastern Hokkaido, Japan / R. Kuwabara // Lakes & Reservoirs: Research and Management, 2001. – Vol. 6. – P. 175–181.

Lake Nyos Dam Assessment [Электронный ресурс] // Электронное периодическое издание, «ООНА» United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. URL: docs.unocha.org, дата обращения: 11.07.2017, Архивировано 4.03.2016).

Lange-Bertalot, H. *Navicula* sensu stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 2 / H. Lange-Bertalot – Ruggell, Liechtenstein: Gantner Verlag, 2001. – 526 p.

Mikami, H. Variations in environmental factors and their effects on biological characteristics of meromictic Lake Abashiri / H. Mikami, S. Hino, K. Sakata, J. Arisue // The Japanese Society of Limnology 2002. – Vol. 3. – P. 97–105.

Motylkova I.V. The phytoplankton of a northeast shelf of Sakhalin in September, 2001 / I.V. Motylkova, N.V. Konovalova, T.A. Mogilnikova // Proceedings of the 18th international symposium on Okhotsk sea & sea ice. The Okhotsk sea & Cold Ocean Research Association. – Mombetsu, Hokkaido, Japan, 2003. – P. 308.

Oertel, G.F. Coastal lakes and lagoons / G.F. Oertel // Encyclopedia of Coastal Science. – Dordrecht: Springer, 2005. – P. 263–266.

Pielou, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collection / E.C. Pielou // J. Teor. Biol. – 1966. – № 13. – P. 131–144.

Remane A. Die Brackwasserfauna / A. Remane // Zool. Anz. – 1934. – Bd. 7. – S. 34–74.

Remane A. Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee / A. Remane // Tierwelt der Nord- und Ostsee. – 1940. – Lf. 34. – Heft 1a. – S. 1–238.

- Reynolds, C.S. Towards classification of the freshwater phytoplankton / C.S. Reynolds, V. Huszar, K. Kruk, L. Naselli-Flores, S. Melo // *J. Plankton Res.* – 2002. – Vol. 24. – P. 417–428.
- Sar, E.A. Fine morphology of *Coscinodiscus jonesianus* and *Coscinodiscus commutatus* and their transfer to *Cosconodiscopsis* gen. nov. / E.A. Sar, I. Sunesen, F. Hinz // *Diatom Research*. 2008. – Vol. 23, № 2. – P. 401–421.
- Shannon, C.E. *The Mathematical Theory of Communication* / C.E. Shannon, W. Weaver. – Urbana: The Univ. of Illinois Press, 1949. – 117 p.
- Sommer, U. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters / U. Sommer, Z.M. Gliwicz, W. Lampert, A. Dancean // *Arch. Hydrobiol.* – 1986. – b. 106, h. 3. – P. 433–463.
- Stewart, A.J. Cryptophytes and other microflagellates as couplers in planktonic community dynamics / A.J. Stewart, R.G. Wetzel // *Arch. Hydrobiol.* – 1986. – b. 106, h. 1. – P. 1–19.
- Terenko, G.V. The influence of red tide on the contour biotopes of the sea / G.V. Terenko // *Achievements in studies of marginal effect in water ecosystems and their practical significance: Abstr. Int. Sci. Conf., Dedicated to the 95th Anniv. of Yuvenaly Zaitsev, Academician of the NAS of Ukraine, June 13–14, 2019, Odessa, Ukraine* – Odessa: Inst. Mar. Biol., NAS Ukraine, 2019 – P. 58.
- Thronsen, J., *Phytoplankton of Norwegian coastal waters* / J. Thronsen, G.R. Hasle, K. Tangen – Oslo: Almat forlag As. – 2007. – 343 p.
- Uchida, T. Excretion of a diatom inhibitory substance by *Prorocentrum micans* Ehrenberg / T. Uchida // *Jap. J. Ecol.* – 1977. – № 27. – P. 1–4.
- Willis, J.C. *The birth and spread of plants* / J.C. Willis. Geneva Boissiera, 1949. – V. 8. 561 p.
- Wolff, W.J. *Estuarine benthos* / W.J. Wolff // *Ecosystems of the world 26: estuaries and enclosed seas*. Amsterdam: Elsevier. – 1983. – P. 151–183.
- Zenkewitch, L.A. The classification of brakish-water basins as exemplified by the seas of the U.S.S.R. / L.A. Zenkewitch // *Arh. Oceanogr. Limnol.* – 1959. – Vol. 11. – P. 53–61.
- Алекин, О.А. *Основы гидрохимии.* / О.А. Алекин // Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
- Атлас береговой зоны Сахалина* / под ред. П.Ф. Бровко. – Владивосток: ДВГУ-ПГУАП, 2002. – 56 с.
- Балонов, И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии / И.М. Балонов // *Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов*. М.: Наука, 1975. – С. 87–90.
- Баринава, С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринава, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. – 498 с.
- Баринава С.С., Медведева Л.А. *Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток)*. Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.

Баринава, С.С. Экологические и географические характеристики водорослей индикаторов / С.С. Баринава, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова // Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. – М.: Всерос. науч.-исследоват. ин-т охраны природы. – 2000. – Ч. II. – С. 60–150.

Бегун, А.А. *Vasillariophyta* перифитона гиперэвтрофной искусственной лагуны в черте г. Владивостока (российское побережье Японского моря) / А.А. Бегун, А.Ю. Звягинцев // Альгология. 2013. – Т. 23, № 2. – С. 167–187.

Бегун, А.А. Фитопланктон Амурского залива Японского моря в районе г. Владивостока / А.А., Бегун, Т.Ю. Орлова, А.Ю. Звягинцев // Альгология. – 2003. – Т. 13, № 2. – С. 204–215.

Бондаренко, Н.А. Экология и таксономическое разнообразие планктонных водорослей в озерах горных областей Восточной Сибири: автореф. дис. ... докт. биол. наук / Н.А. Бондаренко – Борок, 2009. – 46 с.

Бровко, П.Ф. Развитие прибрежных лагун / П.Ф. Бровко. – Владивосток: ДВГУ, 1990. – 148 с.

Бровко, П.Ф. Лагуны Сахалина. / П.Ф. Бровко, Ю.А. Микишин, В.Ф. Рыбаков [и др.]. – Владивосток: ДВГУ, 2002. – 80 с.

Бровко, П.Ф. О создании национального парка «Тунайчинский» на острове Сахалин / П.Ф.Бровко, А.О. Горбунов, А.В. Малюгин, Н.И. Фомина // Региональные проблемы. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2008. – № 9. – С. 97–100.

Бровко, П.Ф. Некоторые особенности рельефа и донных осадков озера Тунайча (Южный Сахалин) / П.Ф. Бровко, Г.Н. Дзен // Вестник Сахалинского краеведческого музея, 2016. – С. 239–242.

Бровко, П.Ф. Лечебные грязи лагун Сахалина как рекреационный ресурс / П.Ф. Бровко, Г.Н. Дзен, Е.М. Латковская, А.В. Малюгин // Вестник Сахалинского краеведческого музея, 2017. – С. 305–314.

Бровко, П.Ф., Геоморфология и эволюция лагунного озера Изменчивое (о. Сахалин) / П.Ф. Бровко, Г.Н. Дзен, А.В. Малюгин // Геосистемы в Северо-Восточной Азии: территориальная организация и динамика. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2017а. – С. 492–498.

Бровко, П.Ф. Типы и динамика лагунных проливов Сахалина / П.Ф. Бровко, В.Н. Храмушин, Г.Н. Дзен, Е.М. Латковская, А.В. Малюгин // Вестник Сахалинского краеведческого музея, 2018. – С. 147–156.

Брянцева, Ю.В. К методике расчета объема клеток фитопланктона / Ю.В. Брянцева // Тр. ЮгНИРО. – 1996. – № 42. – С. 195–199.

Булгаков, Н.Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов /Н.Г. Булгаков // Усп. современной биологии. – 2002. – Т. 122, № 2. – С. 115–135.

Водная биота озера Тунайча (Южный Сахалин) и условия ее существования/под ред. В.С. Лабая. – Южно-Сахалинск: Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2016. – 240 с.

Водоемы острова Сахалин / В.С. Лабай, И.А. Атаманова, Д.С. Заварзин, И.В. Мотылькова [и др.] – Южно-Сахалинск: Государственное бюджетное учреждение культуры «Сахалинский областной краеведческий музей», 2014. – 208 с.

Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. / Под ред. К.Л. Виноградовой. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 367 с.

Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов – Екатеринбург: Уиф «Наука», 1994. – 280 С.

Вышкварцев, Д.И. О механизме зимнего цветения микроводорослей в водах залива Петра Великого (Японское море) / Д.И. Вышкварцев, Г.В. Коновалова // Биология моря. – 1979. – № 1. – С. 72–73.

Гайл, М.М. Весенний фитопланктон юго-восточной части Татарского пролива / М.М. Гайл // Изв. ТИНРО. – 1963. – Т. XLIX. – С. 137–158.

Генкал, С.И. Новые данные к флоре Centrophyceae острова Сахалин / С.И. Генкал, И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Биология внутренних вод – 2011. – № 3 – С. 1–11.

Генкал, С.И. Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна / С.И. Генкал, И.С. Трифонова – Рыбинск: Рыб. дом печати, 2009. – 72 с.

География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и методического центра, 2002. – 432 с.

Геоэкология Озера Тунайча. Рыбохозяйственное значение и рекомендации по рациональному использованию оз. Тунайча. Заключительный отчет по Х/Д 153-89 с СахТИНРО по теме «Геоморфолого-экологические исследования озера Тунайча» по Х/Д № 11/90 с Корсаковским горисполкомом по теме «Рыбохозяйственное значение и рекомендации по рациональному использованию озера Тунайча» / ДВГУ; Отв. исп. Л.В. Демин, В.А. Клюканов. – Владивосток, ДВГУ, 1991. – 171 с. – Арх. СахНИРО № 6233 н/а.

Герасимюк, В.П. Микроскопические водоросли Тилигульского лимана (Черное море, Украина) / В.П. Герасимюк, О.А. Ковтун // Альгология. – 2007. – 17, № 1. – С. 42–52.

Гидробиологическая характеристика прибрежных вод южной части о. Сахалин в 2016 году (на примере полигонов): Отчет о НИР / Отв. исполн. Д.С. Заварзин. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2018. – 184 с. – Арх. СахНИРО № 12370 н/а.

Гладышев, М.И. Биоманипуляция "top-down" в небольшом сибирском водохранилище без дафний / М.И. Гладышев, С.М. Чупров, В.И. Колмаков, О.П. Дубовская [и др.] // Сибирский экологический журнал. – 2006. – Т. 13, № 1. – С. 55–64.

Голлербах, М.М. Синезеленые водоросли / М.М. Голлербах, Е.К. Косинская, В.И. Полянский // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. – М.: Советская наука, 1953. – 652 с.

Гольдин, Е.Б. Биологическая активность микроводорослей и ее значение в межвидовых взаимоотношениях /Е.Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – Вып. 9. – С. 49–76.

Гончаров, М.Н. Лечебные грязи залива Изменчивого (отчет о разведке грязевых ресурсов озера Изменчивого для организации грязелечения в санаториях юга Сахалина Сахалинской области). Министерство здравоохранения СССР / М.Н. Гончаров. – Центральный научно-исследовательский институт курортологии и физиотерапии. Контора «Геоминвод – Южно-Сахалинск: ТФГИ, 1975. – 104 с. – Арх. № 4532.

Горбунов, А.О. Природные условия замывания протоки озера Изменчивое (юго-восточное побережье острова Сахалин) / А.О. Горбунов, Г.В. Шевченко, П.Д. Ковалев, А.Г. Чернов, В.Н. Частиков // Вестник ДВО РАН. – 2010. – № 3. – С.93–102.

Григорьев, В.И. Гидрологический очерк некоторых озер Южного Сахалина / В.И. Григорьев // Озера Южного Сахалина. – М.: МГУ, 1964. – С. 8–46.

Гудков, П.К. Сравнительный анализ ихтиофауны некоторых водоемов Тонино–Анивского полуострова Сахалина / П.К. Гудков, Н.К. Заварзина // Труды СахНИРО. – Т. 8. – 2006. – С. 50–66.

Гусева, К.А. Роль синезеленых водорослей в водоеме и факторы их массового развития / Гусева К.А. // Экология и физиология синезеленых водорослей. – М.–Л.: Наука, 1965. – С. 12–33.

Гусяков, Н.Е. Сезонная динамика фитопланктона прибрежной зоны Одесского залива Черного моря (Украина) / Н.Е. Гусяков, Г.В. Теренько // Альгология. – 1999. – Т. 9, № 4. – С. 10–24.

Данилов, Р.А. Сезонные сукцессии фитопланктона в двух солоноватоводных заливах на восточном побережье Швеции /Р.А. Данилов // Альгология. – 2001. – Т. 11, № 2. – С. 188–193.

Дедусенко-Щеголева, Н.Т. Желтозеленые водоросли / Н.Т. Дедусенко-Щеголева, М.М. Голлербах // Определитель пресноводных водорослей СССР. – вып. 5. – АН СССР. – М.-Л., 1962. – 272 с.

Денисова, Н.В. Оценка степени антропогенного эвтрофирования пойменных озер по фитопланктону / Н.В. Денисова, Ф.Б. Шкундина // Гидробиологический журнал. – 2005. – Т. 41, вып. 6. – С. 33–43.

Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: ископаемые и современные. Т. II, вып. 3 / Под ред. И. В. Макаровой. – СПб.: СПб. Ун-та, 2002. – 112 с.

Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: ископаемые и современные. Т. II, вып. 4 / Под ред. Н. И. Стрельниковой. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. – 180 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. 1. – Л.: Наука, 1974. – 403 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. 2, вып. 1. – Л.: Наука, 1988. – 116 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. 2, вып. 2. – СПб.: Наука, 1992. – 125 с.

Довгаль, Л.А. Водоросли в планконе и донных осадках лагуны Буссе (Остров Сахалин) / Л.А. Довгаль // Изв. Новосибир. отд. ГО СССР. – 1973. Вып. 6. – С. 75–80.

Дюран, Б., Оделл П. Кластерный анализ / Б. Дюран, П. Оделл – М.: Статистика, 1977. – 128 с.

Ефанов В.Н. Результаты исследований среды, опыт выращивания приморского гребешка в лагуне Буссе и организация «Биотехнопарка Сахалинский» / В.Н. Ефанов, Е.Н. Выпряхкин, О.С. Пономарева, Е.М. Латковская // Лучшие практики рыбохозяйственного образования: сборник материалов всероссийской научно-практической школы – конференции (18–21 октября 2016 г.) – Санкт-Петербург: ИНФОСТИ. – 2016 – С. 36–62.

Ефанов, В.Н. О микро- и нанопланктоне лагуны Буссе (залив Анива) / В.Н. Ефанов, Т.Н. Калганова // Глобальный научный потенциал. – 2014. – № 11 (44). – С. 27–30.

Ефанов, В.Н. Сезонное развитие и количественные показатели фитопланктона лагуны Буссе / В.Н. Ефанов, А.Е. Тепаева // Перспективы науки. – 2014. – №11 (62). – С. 24–30.

Житина, Л.С. Видовой состав диатомовых водорослей льдов морей российской Арктики / Л.С. Житина, Л.В. Ильяш // Арктика и Антарктика. – 2010. – Вып. 7(41). – С. 115–149.

Забелина, М.М. Диатомовые водоросли / М.М. Забелина, И.А. Киселев, А.И. Прошкина-Лавренко, В.С. Шешукова // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 4. – М.: Сов. наука. – 1951. – 619 с.

Заварзин, Д.С. Зоопланктон озер Вавайской системы (Южный Сахалин) по данным съемок июля 2004 и 2005 гг. / Д.С. Заварзин // Труды СахНИРО. – 2007. – Т. 9. – С. 152–165.

Заварзин, Д.С. Зоопланктон озера Тунайча и его изменение под влиянием опреснения: дис. ... канд. биол. наук / Д.С. Заварзин. – СПб.: ЗИН РАН, 2006. – 121 с.

Заварзин, Д.С. Некоторые вопросы сезонной динамики зоопланктона озера Тунайча (южный Сахалин) на современном этапе / Д.С. Заварзин // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – С. 95–105.

Заварзин, Д.С. Сезонная динамика зоопланктона озера Птичьё и прилегающего морского побережья Южного Сахалина / Д.С. Заварзин, И.А. Атаманова // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. – Владивосток: Дальнаука. – 2014 – С. 239–249.

Задкова, И.И. Геохимия лагуны Буссе на Сахалине / И.И. Задкова, Л.Д. Малюшко, В.Ф. Сарочан – Новосибирск: Наука СО АН, 1975. – 90 с.

Игошкина, И.Ю. Оценка экологического состояния водоема природного парка «Птичьё гавань» (г. Омск) по показателям развития фитопланктона: дис. ... канд. биол. наук / И.Ю. Игошкина – Омск, 2014. – 161 с.

К истории геологического развития лагуны Буссе и прилегающих озер в четвертичное время (о. Сахалин) / И.И. Задкова, Л.А. Орлова, В.Ф. Рыбаков, Ю.Н. Тарасевич, К.Б. Фурсенко // Плейстоцен Сибири и смежных областей. – М.: Наука, 1973. – С. 124–129.

Калганова, Т.Н. Сезонное распределение фитопланктона в лагуне Буссе (залив Анива) / Т.Н. Калганова // Распределение и рациональное использование водных зооресурсов Сахалина и Курильских островов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 3–7.

Калганова, Т.Н. О питании приморского гребешка разных возрастных групп в лагуне Буссе (о. Сахалин) / Т.Н. Калганова // Проблемы рационального использования промысловых беспозвоночных. Тезисы докладов III Всесоюзной конференции 12–16 октября 1982 г. – Калининград, 1982. – С. 108–109.

Калганова, Т.Н. К оценке кормовой базы приморского гребешка в лагуне Буссе (о. Сахалин) / Т.Н. Калганова // Научно-технические проблемы марикультуры. Тезисы докладов IV Всесоюзного совещания. – Владивосток, 1983. – С. 171–172.

Калганова, Т.Н. Роль сезонной динамики планктона в питании приморского гребешка в лагуне Буссе (Южный Сахалин) / Т.Н. Калганова, Н.Г. Хрушкова // IV Всесоюзная конференция по промысловым беспозвоночным (тезисы докладов). Севастополь, апрель 1986 г. Часть II. – М., 1986. – С. 235–236.

Калганова, Т.Н. Рост и развитие планктонных водорослей в лагуне Буссе (о. Сахалин) / Т.Н. Калганова // Ростовые процессы и их регуляция: Межвузовский сборник научных трудов. – М.: МПУ, 1992. – С. 106–110.

Калганова, Т.Н. Питание приморского гребешка и использование им кормовой базы в лагуне Буссе (о. Сахалин) /Т.Н. Калганова // Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование экосистем и их отдельные компоненты. Межвузовский сборник научных трудов. – М.: МПУ, 1993. – С. 71–75.

Калганова, Т.Н. Результаты исследования кормовой базы и питания приморского гребешка в лагуне Буссе (залив Анива) /Т.Н. Калганова // Материалы XXX научно-методической конференции преподавателей ЮСГПИ. Апрель, 1995 г. Доклады и тезисы докладов. Часть II. – Южно-Сахалинск: ЮСГПИ, 1995а. – С. 86–91.

Калганова, Т.Н. Микрофитоценозы лагуны Буссе (о. Сахалин) /Т.Н. Калганова // Экология и охрана окружающей среды: тезисы докладов 2-й Международной научно-практической конференции. Часть 1. Пленарные доклады. Устойчивость биологических систем. – Пермь: ПГПУ, 1995б. – С. 48–49.

Калганова, Т.Н. О микро- и наннопланктоне лагуны Буссе (залив Анива) /Т.Н. Калганова // IX дальневосточная конференция по заповедному делу. Владивосток, 20–22 октября 2010 г. Материалы конференции. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – С. 196–199.

Калганова, Т.Н. Сравнительная характеристика фитопланктона ряда озер Южного Сахалина осенью 2004 года /Т.Н. Калганова, Я.В. Герцог //Материалы XLI научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и сотрудников СахГУ: сборник научных статей. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2012. – С. 38–50.

Канно, Р. Исследования озера Тобучи и водоросли Итанисоо (*Anfelta plicata* Var. *Tobuchiensis* Nov.) /Р. Канно, С. Мацубара // Суйсан гаку-Дзасси. № 35, 1932. С. 97–132. Перевод с японского Д.Г. Терещенко. Ракума. 1947. С. 21.

Киселев, И. А. Панцирные жгутиконосцы / И. А.Киселев – Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 279 с.

Киселев, И.А. Определитель низших растений / И.А. Киселев, А.Д. Зинова, Л.И. Курсанов // Водоросли. – Т. 2. – М.: Сов Наука. – 1953. – 311 с.

Киселев, И.А. Пирофитовые водоросли / И.А. Киселев // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 6. – М.:Сов. Наука. – 1954. – 212 с.

Китаев, С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон / С.П. Китаев – М.: Наука, 1984. – 207 с.

Китаев, С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов /С.П. Китаев – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.

Ключарева, О.А. Материалы по ихтиофауне и рыбному хозяйству озер Южного Сахалина / О.А. Ключарева // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна – Изд. МГУ, 1964. – С. 223 – 266.

Ключарева, О.А. Серебряный карась – *Carassius auratus gibelio* (Block) Вавайских озер Южного Сахалина / О.А. Ключарева, Н.П. Куликова, И.В. Никитинский // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. – Изд. МГУ, 1964. – С. 190 – 207.

Ключарева, О.А. Сазан – *Cyprinus carpio haematopterus* Temminck et Schlegel Охотского и Вавайских озер Южного Сахалина / О.А. Ключарева, Т.Л. Потапова // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. – Изд. МГУ, 1964. – С. 208–222.

Князев, В.Н. Развитие фитопланктона ряда озер северо-западного Сахалина летом-осенью 1993 – 1994 гг. /В.Н. Князев, Т.Н. Колганова // Материалы XXXIV научно-практической конференции преподавателей СахГУ (апрель, 1999): тезисы докладов. Часть VI. – Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2000. – С. 29–36.

Кожова, О.М. Формирование фитопланктона Братского водохранилища / О.М. Кожова // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища – М.: Наука, 1970. – С. 26–160.

Козицкая, В.Н. Влияние температурного фактора на рост и размножение водорослей с различными типами пигментных систем / В.Н. Козицкая // Гидробиологический журнал.– 1991. – Т. 27, № 5. – С. 62–71.

Кольцова, Т.И. Определение объема и поверхности клеток фитопланктона /Т.И. Кольцова // Науч. докл. высш. школы. Биологические науки. – 1970. – № 6. – С. 114–120.

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

Коновалова, Г.В. Структура фитопланктона мелководий северо-западной части Японского моря / Г.В. Коновалова, Т.Ю. Орлова // Биология моря. – 1988. – № 5. С. 10–20.

Коновалова, Г.В. Атлас фитопланктона Японского моря / Г.В. Коновалова, Т.Ю. Орлова, Л.А. Паутова – Л: Наука, 1989. – 157 с.

Коновалова, Г.В. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана /Г.В. Коновалова – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 398 с.

Коновалова, Г.В. Динофитовые водоросли (Dinophyta) /Г.В. Коновалова, М.С. Селина – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 352 с.

Коновалова, Н.В. Перифитон р. Поронай (о. Сахалин) /Н.В. Коновалова, И.В. Мотылькова // Перифитон и обрастание: теория и практика: международная научно-практическая конференция. 22–25 октября 2008 г. – СПб, 2008. – С. 50–51.

Коптяева, Т.Ф. Фитопланктон Вавайских озер Южного Сахалина/ Т.Ф. Коптяева // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. – М.: МГУ, 1964. – С. 141–153.

Корнева, Л.Г. Сукцессия фитопланктона /Л.Г. Корнева // Экология фитопланктона Рыбинского водохранилища. – Тольятти: Самарский науч. центр, 1999. – С. 89–148.

Корнева, Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги /Л.Г. Корнева –Кострома: Костромской печатный дом. – 2015. – 284 с.

Корнева, Л.Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов: автореф. дис. ... док. биол. наук / Корнева Людмила Генриховна. – СПб, 2009. – 47 с.

Кравцова, Г.В. Фитопланктон в условиях внутренних солоноватых водоемов /Г.В. Кравцова // Труды Зоол. ин-та АН СССР. – 1989. – Т. 196. – С. 64–81.

Кравчук, Е.С. Эколого-физиологические аспекты цветения воды синезелеными водорослями в двух разнотипных водохранилищах (Район Красноярск): дис. ... канд. биол. наук / Е.С. Кравчук – Красноярск, 2004. – 131 с.

Лабай, В.С. Макробентос внутренних водоемов острова Сахалин: дис. ... док. биол. наук / В.С. Лабай – Южно-Сахалинск, 2018. – 487 с.

Лабай, В.С. Естественная история Сахалина и Курильских островов. Водоемы острова Сахалин: от лагун к озерам / В.С. Лабай, И.А. Атаманова, Д.С. Заварзин, И.В. Мотылькова, О.Н. Мухаметова, В.Д. Никитин – Южно-Сахалинск: ГБУК «Сах. обл. краевед. музей», 2014 – 208 с.

Лабай, В.С. Сезонная изменчивость макрозообентоса в лагуне с периодической связью с морем (озеро Птичьё, Южный Сахалин) / В.С. Лабай, Н.В. Курилова, Т.С. Шпилько // Зоологический журнал. – 2016. – Т. 95, № 5. – С. 524–539.

Лабай, В.С. Реакция макрозообентоса лагунного озера Изменчивое (остров Сахалин) на прекращение водообмена с морем / В.С. Лабай // Биология моря. – 2009. – Т. 35, № 3. – С. 167–174.

Лапшина, А.Е. Результаты исследования компонентов экосистемы и химического состава вод озера Слоновое восточного побережья о. Сахалин в период его биологической весны / А.Е. Лапшина, Д.С. Заварзин, Н.К. Заварзина, Т.Г. Корнева, Е.С. Корнеев, В.С. Лабай, И.В. Мотылькова, О.Н. Мухаметова // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: доклады II Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), 5-6 апреля 2022 г. – Петропавловск-Камчатский, 2022.

Леонов, А.В. Развитие микроводорослей в Охотском море в зимних условиях и моделирование их годовой динамики в заливе Анива / А.В. Леонов, Т.А. Могильникова, В.М. Пищальник, О.В. Зенкин // Водные ресурсы – 2007. – Т. 34, № 2. – С. 204–215.

Лепская, Е.В. Становление и современное состояние экосистемы Толмачевского водохранилища (п-ов Камчатка) и акклиматизированной в нем популяции кокани (

Oncorhynchus nerka kennerlyi) / Е.В. Лепская, М.В. Коваль, Л.А. Базаркина, Т.В. Бонк, Е.В. Бочкова, В.Ф. Бугаев, Д.С. Виноградова, К.В. Лосенкова, Т.В. Гаврюсева, В.Д. Свириденко, Н.В. Сергеенко, Е.А. Устименко, С.Б. Городовская // Известия ТИНРО. – 2014. – Т. 178. – С. 95–115.

Лихошвай, Е.В. Эволюция диатомовых водорослей рода *Aulacoseira* Thwaites в озере Байкал: автореф. дисс. ... док. биол. наук / Е.В. Лихошвай – Новосибирск, 2003. – 32 с.

Лукьянова, О.Н. Гидрохимическая основа биопродуктивности нерестово-выростных лососевых озер: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / О.Н. Лукьянова – М.: ВНИРО, 2007. – 22 с.

Макаревич, В.Н. Голландские методы учета обилия видов по де-Фризу в сравнении с другими методами определения участия видов в луговых травостоях / В.Н. Макаревич // Ботанический журнал – 1966 – Т. 51, № 2. – С. 293–304.

Макаревич, П.Р. Годовой цикл развития и продукционный потенциал пелагических альгоценозов прибрежных вод и фьордов западного шпицбергена / П.Р. Макаревич, Е.И. Дружкова, А.А. Олейник, В.В. Ларионов // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук: Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки» (г. Ростов-на-Дону, 13–16 декабря 2017 г.) – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2017. – С. 66–67.

Макаревич, П.Р. Сезонные и циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей / П.Р. Макаревич, Е.И. Дружкова – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2010. – 280 с.

Макарова, И.В. К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона / И.В. Макарова, Л.О. Пичкилы // Ботанический журнал. – 1970. – Т. 55, № 10. – С. 1488–1494.

Макарова, И. В. Диатомовые водоросли морей СССР: род *Thalassiosira* Cl. / И.В. Макарова – Л.: Наука, 1988. – 117 с.

Матвиенко, А.М. Золотистые водоросли / А.М. Матвиенко // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 3. – М.: Сов. наука. – 1954. – 188 с.

Материалы по изучению динамики развития фитопланктона и питанию объектов культивирования беспозвоночных животных в лагуне Буссе в 1978 г.: Отчет о НИР (промежуточный) / СахНИРО; Отв. исполн. Т.Н. Калганова. – Южно-Сахалинск, СахНИРО, 1978. – 24 с. – Арх № 4135.

Матишов, Г.Г. К проблеме вредоносных «цветений воды» в Азовском море / Г.Г. Матишов, Т.В. Фуштей // Электрон. журн. «Исследовано в России». – 2003. – С. 213–225.

Медведева, Л.А. Сравнительный анализ таксономической структуры флоры пресноводных водорослей южной части Дальнего Востока России /Л.А. Медведева, Т.В. Никулина // Растительный мир Азиатской России. – 2019. – № 1(33). – С. 3–14.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф.Д. Мордухая-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – 241 с.

Микишин, Ю.А. Развитие природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене / Ю.А. Микишин, И.Г. Гвоздева. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1996. – 130 с.

Микишин, Ю.А. Южный Сахалин. Озеро Тунайча / Ю.А. Микишин, В.Ф. Рыбаков, П.Ф. Бровка // История озер Севера Азии (Серия: История озер). – СПб.: Наука, 1995. – С. 112–120.

Михеева, Т.М. Состав и сукцессия доминирующего комплекса видов, тенденции их изменений во времени /Т.М. Михеева // Экологическая система Нарочанских озер. – Минск: Изд-во Университетское, 1985. – С. 52–55.

Михеева, Т.М. Пико-и нанофитопланктон пресноводных экосистем / Т.М. Михеева, А.П. Остапеня, Р.З. Ковалевская [и др.]. – Мн.: Белгосуниверситет, 1998. – 196 с.

Морозова, Т.В. Мониторинг фитопланктона в районе хозяйства марикультуры в заливе Восток Японского моря / Т.В. Морозова, Т.Ю. Орлова // Биология моря. – 2005. – Т. 31, № 1. – С. 11–16.

Мотылькова, И.В. Состав и структура летнего фитопланктона оз. Сладкое (северо-западный Сахалин) /И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 5. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – С. 370–385.

Мотылькова, И.В. Весенний фитопланктон озера Тунайча (Южный Сахалин) /И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – С. 287–294.

Мотылькова И.В. Динамика фитопланктона лагунного озера Тунайча (Южный Сахалин) / И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Гидробиологический журнал. – 2012. – Т. 48, № 5. – С. 30–38.

Мотылькова И.В. Сезонная динамика фитопланктона лагунного озера Изменчивое (Юго-Восточный Сахалин) / И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Биология моря. – 2010. – Т. 36, № 2. – С. 88–93.

Мотылькова, И.В. Состав и структура фитопланктона лагуны Буссе (Юго-Восточный Сахалин) / И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Биология моря. – 2021. – Т. 47, № 5. – С. 304–312.

Мотылькова, И.В. Структура и сезонная динамика фитопланктона лагунного озера Птичьего (Южный Сахалин) / И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Исследования водных

биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2018. – Вып. 50. – С. 63–76.

Мотылькова, И.В. Летний фитопланктон озер Вавайской системы (Южный Сахалин) / И.В. Мотылькова, Н.В. Коновалова // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 4. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – С. 108–117.

Мохамад, Али С. Изменчивость структурно-функциональных характеристик фитопланктона в зарослях макрофитов на примере Можайского водохранилища: автореферат дис. ... канд. биол. наук / Али Салех Мохамад – М., 1993. – 22 с.

Мухаметова, О.Н. Динамика численности ихтиопланктона в поверхностном слое озера Тунайча (юго-восточный Сахалин) / Мухаметова, О.Н. // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – С. 577–593.

Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран – М.: Мир, 1992. – 184 с.

На пляже «Солнечном» сахалинцы купались в окружении сотни тушек дохлой рыбы [Электронный ресурс] // Электронное периодическое издание, ИП Филин М.С. «АСТВ Новости». URL: (<https://astv.ru/news/criminal/2021-07-22-na-plyazhe-solnechnyj-sahalincy-kupalis-v-okruzhении-sotni-tushek-dohloj-ryby>, 2021 г. (дата обращения 22.03.2022).

Никулина, Т.В. Водоросли горячих источников Курильских островов (Россия) / Т.В. Никулина // Альгология. – 2010. – Т. 20, № 3. – С. 257–272.

Никулина, Т. В. Диатомовые Водоросли (Bacillariophyta) юга острова Сахалин / Т.В. Никулина // Растительный и животный мир острова Сахалин (Материалы международного сахалинского проекта). Часть 2. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – С. 8–20.

Одум, Ю. Экология. Т. 2. / Ю. Одум – М.: Мир, 1986. – 376 с.

Палий В.Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов / В.Ф. Палий // Зоологический журнал. – 1961. – Т. 40, вып. 1. – С. 3–6.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – Москва: Наука, 1982. – 287 с.

Планктон и бентос как кормовая база рыб у юго-восточного побережья Сахалина по данным исследований в 2019 г. Книга 1. Отчет о НИР (заключительный); Отв. исполнитель: Мухаметова О.Н. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2021. – 195 с. Арх. № 13005.

Планктон и бентос озер Вавайской системы (южный Сахалин) и условия их обитания / В.С. Лабай, Д.С. Заварзин, О.Н. Мухаметова, Н.В. Коновалова [и др.] – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2010. – 216 с.

Покровская, Т.Н. Макрофитные озера и их евтрофирование / Т.Н. Покровская, Н.Я. Миронова, Г.С. Шилькрот – М.: Наука, 1983. – 152 с.

Пономарева, А.А. Мониторинг фитопланктона в бухте Парис (остров Русский, залив Петра Великого, Японское море) в 2013–2014 гг. / А.А. Пономарева, О.Г. Шевченко, А.А. Емельянов // XI съезд Гидробиологического общества при Российской академии наук: тезисы докладов, Красноярск, 22–26 сентября 2014 г. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – С. 133–134.

Попова, Т.Г. Эвгленовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР / Т.Г. Попова – М.: Советская наука, 1955. – 282 с.

Пресноводные экосистемы в условиях антропогенного эвтрофирования. Гидрохимические материалы: том СХIV. / Под ред. А.М. Никанорова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999. – 266 с.

Природа Корсаковского района /Под ред. П.Ф. Бровко. – Владивосток: Изд. Дальневост. ун-та, 1995. – 96 с.

Прошкина-Лавренко, А.И. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря /А.И. Прошкина-Лавренко – М.–Л.: АН СССР, 1963. – 243 с.

Прошкина-Лавренко, А.И. Диатомовые водоросли планктона Черного моря /А.И. Прошкина-Лавренко. – М.–Л.: АН СССР, 1955. – 217 с.

Радченко И.Г. Практическое руководство по сбору и анализу проб морского фитопланктона: Учебно-метод. пособие для студентов биол. спец. / И.Г. Радченко, В.И. Капков, В.Д. Федоров – М.: Мордвинцев, 2010. – 60 с.

Раймонт, Дж. Планктон и продуктивность океана. В 2 томах. Том 1. Фитопланктон / Дж. Раймонт – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 568 с.

Расписание погоды [Электронный ресурс]. – 2015. URL: <https://rp5.ru>. [дата обращения: 25.07.2021].

Результаты исследований по годовой динамике развития фитопланктона в лагуне Буссе и питанию приморского гребешка в 1977 г.: Отчет о НИР (промежуточный) / СахНИРО; Отв. исполн. Т.Н. Калганова – Южно-Сахалинск. – 1977. – 28 с. – Арх. № 3815.

Результаты обследования озера Тунайча и рекомендации по его биологической мелиорации: Отчет о НИР /СахТИНРО; Отв. исполн. Э.Х. Сабитов. – Южно-Сахалинск. – 1977. – 8 с.– Арх. № 3993.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 4. Сахалин и Курилы. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 262 с.

Руководство к методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.

Рура, А.Д. Фитопланктон прибрежных вод Южного Сахалина / А.Д. Рура // Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина: Сб. науч. тр. (Сер.: Исслед. фауны морей). – 1985. – Т. 30 (38). – С. 69–71.

Рябушко, Л.И. Диатомовые водоросли микрофитобентоса Японского моря (Синописис и Атлас) /Л.И. Рябушко, А.А. Бегун – Севастополь, 2016 – Т. 2. – 323 с.

Саматов, А.Д. Краткая характеристика водной биоты оз. Тунайча (Южный Сахалин) в летний период / А.Д. Саматов, В.С. Лабай, И.В. Мотылькова [и др.] // Труды СахНИРО. – 2002. – Т. 4. – С. 258–269.

Сафронов, С.Н. Видовой состав и распределение рыб в лагунах северо-восточного Сахалина / С. Н. Сафронов, В. Д. Никитин, С. Н. Никифоров [и др.] // Вопр. ихтиологии. – 2005. – Т. 45, № 2. – С. 168–179.

Сафронов, С.Н. Список рыбообразных и рыб пресных и солоноватых вод Сахалина / С.Н. Сафронов, С.Н. Никифоров //Вопросы ихтиологии. – 2003 – Т. 43, № 1. – С. 42–53.

Сахалинская область. Географический обзор / Под редакцией Козынюка В.М. – Ю-Сах.: Сахалинское книжное издательство, 1994. – 233 с.

Семина, Г.И. Фитопланктон /Г.И. Семина // Биология Тихого океана: планктон. – М.: Наука, 1967. – С. 27–85.

Семина, Г.И. Фитопланктон Тихого океана / Г.И. Семина – М.: Наука, 1974. – 239 с.

Сиделев С.И. Структура фитопланктона высокоэвтрофного озера Неро /С.И. Сиделев, О.В. Бабаназарова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 4. – С. 187–190.

Сиренко, Л.А. Физиолого-биохимические особенности синезеленых водорослей и задачи их изучения / Л.А. Сиренко // «Цветение» воды. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 11–96.

Скабичевский, А.П. Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР / А. П. Скабичевский. – М.: Московский университет, 1960. – 349 с.

Скарлато, С.О. Развитие концепции максимального разнообразия протистов в зоне критической солёности воды // С.О. Скарлато, И.В.Телеш // Биология моря. – 2017. – Т. 43, № 1– С. 3–14.

Соловьева В.В. Структура и динамика фитопланктона мелководий и пелагиали Волжского плеса Рыбинского водохранилища / В.В Соловьева, Л.Г. Корнева // Биология внутренних вод. – 2006. – № 4. – С. 34–41.

Сорокин, Ю.И. Первичная продукция в Охотском море /Ю.И. Сорокин// Комплексные исследования экосистемы Охотского моря. – М.: ВНИРО, 1997. – С. 103–110.

Судьбу Тунайчи снова обсудили сахалинские депутаты [Электронный ресурс] // Электронное периодическое издание, ИА Сах.ком «Sakhalin. info Новости». URL: (<https://sakhalin.info/news/209819>, 2021 г. (дата обращения 22.03.2022)).

Судьбина, Е. Г. Биохимия синезеленых водорослей / Е. Г. Судьбина, Е. И. Шнюкова, Н. В. Костлан, П. А. Мушак, Н. Д. Тупик. – Киев: Наукова думка, 1978. – 264 с.

Теваева, А.Е. Развитие фитопланктона в лагуне Буссе летом 2011 года / А.Е. Теваева, Т.Н. Калганова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2012. – № 1–1. С. 104–106.

Толмачев, А.И. Введение в географию растений / А.И. Толмачев. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. – 244 с.

Трифонова, И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона / И.С. Трифонова – Л.: Наука, 1990. – 184 с.

Трифонова, И.С. Состав и продуктивность фитопланктона разнотипных озер Карельского перешейка / И.С. Трифонова. – Л.: Наука, 1979. – 168 с.

У умирающей Тунайчи появился шанс на спасение [Электронный ресурс] // Электронное периодическое издание, ИА Сах.ком «Sakhalin. info Новости». URL: (<https://sakhalin.info/news/209819>, 2021 г. (дата обращения 22.03.2022)).

Усова, Н. П. Вопросы биологии озера Тунайча острова Сахалин / Н.П. Усова, В.И. Филатова // Тихоокеанский XIV научный конгресс. Комитет науки о пресной воде. Тезисы докладов. – М., 1979. – С. 27–29.

Усова, Н.П. О Гидробиологическом состоянии озера Тунайча / Н.П. Усова, В.И. Филатова, Э.Р. Чернышева // Распределение и рациональное использование водных зооресурсов Сахалина и Курильских островов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 8–17.

Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В.Д. Федоров – М.: МГУ, 1979. – 166 с.

Характер питания приморского гребешка лагуны Буссе и результаты работ по культивированию микроводорослей в лабораторных условиях: Отчет о НИР (сводный) / СахНИРО; Отв. исполн. Т.Н. Калганова – Южно-Сахалинск. – 1975. – 50 с. – Арх. № 3400.

Хатчинсон, Д. Лимнология / Д. Хатчинсон. – М.: Прогресс, 1969. – 591 с.

Хлебович, В.В. Критическая соленость биологических процессов / В.В. Хлебович – Л.: Наука, 1974. – 236 с.

Хлебович, В.В. Критическая соленость и хорогалиникум: современный анализ понятий / В.В. Хлебович. // Биология солоноватых вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1989. – С. 5–11.

Хоменко, З.Н. Справочник по физической географии Сахалинской области / З.Н. Хоменко – Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство, 2003 г. – 110 с.

Чекрыжева, Т.А. Особенности структуры фитопланктона и фитоперифитона в водоемах республики Карелия / Т.А. Чекрыжева, С.Ф. Комулайнен // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: материалы всеросс. конф. (22–27 сентября 2008 г.). Часть 2: Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. – С. 91–94.

Чернышова, Ю.С. Перспективы использования лагуны Буссе как природного источника для получения спата приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* / Ю.С. Чернышова, Н.Ю. Прохорова // Изв. ТИНРО. – 2018. – Т. 195. – С. 219–228.

Шитиков, В.К. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. Кн. 2. / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко – М.: Наука, 2005. – 337 с.

Шкорбатов, Л.А. О распространении синезеленых водорослей в озерах поймы реки Сев. Донец, Краснооскольском водохранилище и канале Северный Донец-Донбасс / Л.А. Шкорбатов // Экология и физиология синезеленых водорослей. – М.; Л.: Наука, 1965. – С. 101–103.

Шмидт, В.М. Статистические методы в сравнительной флористике / В.М. Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.

Шпилько, Т.С. Влияние приливо-отливной динамики на обмен меропланктона (Bivalvia, Gastropoda) между лагуной Буссе и прилегающей морской акваторией залива Анива / Т.С. Шпилько, Г.В. Шевченко // Изв. ТИНРО. – 2018. – Т.195. – С. 92–110.

Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России. Т. 1. / В.П. Шунтов – Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. – 580 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пг	1	2	3	4	5
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6	С					
23	* <i>N. gracilis</i> Hantzsch	+													+				+	П-Б	К	П	Ин	о-β	
24	* <i>N. gracilis</i> var. <i>capitata</i> Wislouch & Poretsky	+																		Б	-	П	-	-	
25	* <i>N. graciliformis</i> Lange-Bertalot & Simonsen	+																		-	-	П	-	-	
26	* <i>N. holsatica</i> Hustedt	+						+			+									П	-	П	Ин	β	
27	<i>N. lanceolata</i> W.Smith																	+		Б	К	С	Ал	-	
28	<i>N. linearis</i> W.Smith	+							+	+								+		Б	К	П	Ал	β	
29	* <i>N. linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W.Smith) Grunow	+																		Б	К	П	Ин	β	
30	<i>N. longissima</i> (Brébisson) Ralfs										+				+	+	+			П	К	С	Ал	-	
31	* <i>N. incurva</i> var. <i>lorenziana</i> R.Ross										+									Б	К	С	-	-	
32	* <i>N. incurva</i> Grunow													+						Б	К	С	-	-	
33	* <i>N. lorenziana</i> var. <i>subtilis</i> Grunow																		+	Б	К	С	-	-	
34	<i>N. microcephala</i> Grunow	+																		Б	К	П	Ал	β-α	
35	<i>N. obtusa</i> W.Smith	+									+							+		Б	К	С	Ал	-	
36	<i>N. palea</i> (Kützing) W.Smith	+		+		+		+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	П-Б	К	ПС	Ин	α	
37	* <i>N. palea</i> var. <i>capitata</i> Wislouch & Poretsky	+																		П-Б	К	ПС	-	-	
38	<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow	+				+		+		+	+		+		+			+		П-Б	К	П	Ал	α	
39	* <i>N. parvula</i> W.Smith	+																+		Б	-	С	-	-	
40	* <i>N. pseudofonticola</i> Hustedt	+																		Б	-	П	-	-	
41	<i>N. recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	+									+								+	П-Б	К	П	Ал	β	
42	* <i>N. rectilonga</i> Takano																		+	П	-	М	-	-	
43	<i>N. reversa</i> W.Smith										+		+	+	+	+	+	+	+	П	К	С	Ал	-	
44	<i>N. sigma</i> (Kützing) W.Smith	+								+	+		+	+	+	+	+	+	+	П-Б	К	С	Ал	α	
45	* <i>N. spathulata</i> Brébisson ex W.Smith																		+	Б	АБ	М	-	-	
46	<i>N. sublinearis</i> Hustedt	+				+		+		+			+		+	+				Б	Б	П	-	о-β	
47	<i>N. tryblionella</i> var. <i>maxima</i> Grunow											+								Б	-	П	-	-	
48	* <i>N. umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot										+								+	Б	К	П	Ин	ρ	
49	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	+							+						+					Б	К	ПС	Ал	-	
	Genus <i>Psammodictyon</i> D.G.Mann																								
50	* <i>P. panduriforme</i> (W.Gregory) D.G.Mann																		+	Б	Б	М	-	-	
	Genus <i>Pseudo-nitzschia</i> H.Peragallo																								
51	<i>Ps. delicatissima</i> (Cleve) Heiden																		+	+	П	ТБ	М	-	-
52	<i>Ps. multiseries</i> (Hasle) Hasle										+		+							П	К	М	-	-	
53	<i>Ps. pungens</i> (Grunow) Hasle	+									+		+						+	П	К	М	-	-	
54	<i>Ps. seriata</i> (Cleve) H. Peragallo										+		+	+					+	П	К	М	-	-	
	Genus <i>Tryblionella</i> W.Smith																								
55	* <i>T. apiculata</i> W.Gregory																		+	Б	К	ПС	Ал	α	

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пг	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С
56	<i>*T. angustata</i> W.Smith																					Б	К	ПС	Ал	α
57	<i>*T. debilis</i> Arnott ex O'Meara	+																				Б	-	ПС	Ал	α
58	<i>T. granulata</i> (Grunow) D.G.Mann											+										Б	К	ПС	Ал	-
59	<i>*T. hungarica</i> (Grunow) Frenguelli																				+	Б	К	ПС	Ал	α
60	<i>T. hantzschiana</i> Grunow	+										+	+									Б	К	ПС	Ин	ο
61	<i>T. levidensis</i> W.Smith	+				+						+	+									П-Б	К	ПС	Ал	β
Order Cocconeidales E.J.Cox																										
Family Achnanthidiaceae D.G.Mann																										
Genus <i>Achnanthidium</i> Kützing																										
62	<i>A. pusillum</i> (Grunow) Czarnecki										+											Б	Б	П	Ин	ο
63	<i>*A. pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi	+																				Б	К	П	Ал	-
64	<i>*A. lineare</i> W.Smith																					Б	Б	П	Ин	ο-β
65	<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	+										+	+									Б	К	П	Ин	β
Genus <i>Eucoconeis</i> Cleve ex F.Meister																										
66	<i>E. laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot											+										Б	а-а	П	Ал	χ
Genus <i>Karavevia</i> Round & L.Bukhtiyarova ex Round																										
67	<i>K. laterostrata</i> (Hustedt) Bukhtiyarova																					Б	с-а	П	Ин	ο
Genus <i>Lemnicola</i> Round & Basson																										
68	<i>L. exigua</i> (Grunow) Kulikovskiy, Witkowski & Plinski	+										+										Б	К	П	Ал	β
Genus <i>Planothidium</i> Round & L.Bukhtiyarova																										
69	<i>*P. capitatum</i> (O.Müller) Van de Vijver, Kopalová, C.E.Wetzel & Ector																					П-Б	К	П	Ал	β-α
70	<i>*P. hauckianum</i> (Grunow) Bukhtiyarova	+										+										Б	К	ПС	Ал	-
71	<i>*P. hauckianum</i> var. <i>rostratum</i> (Schulz ex Hustedt) N.A.Andresen, Stoermer & R.G.Kreis, Jr.	+										+										Б	К	ПС	Ал	-
72	<i>*P. delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova	+										+										Б	К	П	Ал	-
73	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	+				+						+	+									П-Б	К	П	Ал	β-α
74	<i>*P. ellipticum</i> (Cleve) M.B.Edlund	+										+										Б	-	П	-	-
75	<i>*P. haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	+										+										П-Б	К	П	Ал	β-α
Family Cocconeidaceae Kützing																										
Genus <i>Cocconeis</i> Ehrenberg																										
76	<i>Cocconeis</i> Ehrenberg species											+														
77	<i>C. costata</i> W.Gregory																					Б	АБ	М	-	-
78	<i>C. neodiminuta</i> Krammer																					П-Б	Б	П	Ал	ο
79	<i>C. pediculus</i> Ehrenberg	+				+						+										Б	К	ПС	Ал	β
80	<i>C. placentula</i> Ehrenberg	+										+										Б	К	ПС	Ал	β
81	<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow											+										Б	К	ПС	Ал	β
82	<i>C. placentula</i> var. <i>intermedia</i> (M.Peragallo & Héribaud-Joseph) Cleve																					Б	К	ПС	Ал	β
83	<i>C. lineata</i> Ehrenberg											+										Б	К	ПС	Ал	β

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б		Пг	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5							Л6
111	<i>D. geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt Genus <i>Paraplaconeis</i> Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Metzeltin	+										+									Б	Б	П	Ин	о
112	* <i>P. placentula</i> (Ehrenberg) M.S.Kulikovskiy & Lange-Bertalot Family Cymbellales incertae sedis Genus <i>Gomphonella</i> Rabenhorst	+										+									Б	К	П	Ин	о-β
113	<i>G. olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst Family Gomphonemataceae Kützing Genus <i>Encyonema</i> Kützing					+			+						+	+					Б	К	ПС	Ал	β
114	* <i>E. gracile</i> Rabenhorst	+																			Б	с-а	П	Ал	о
115	<i>E. elginense</i> (Krammer) D.G.Mann	+							+												Б	с-а	П	-	-
116	<i>E. cespitosum</i> Kützing	+							+												Б	К	П	-	β-α
117	<i>E. mesianum</i> (Cholnoky) D.G.Mann								+												Б	К	П	Ал	о
118	<i>E. minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	+								+					+	+			+		Б	К	П	Ин	о-β
119	<i>E. muelleri</i> (Hustedt) D.G.Mann								+												Б	-	П	Ал	-
120	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	+				+		+	+				+		+				+		Б	К	П	Ин	α
121	* <i>E. ventricosum</i> var. <i>hankensis</i> (Skvortzov) Rodionova & Pomazkina Genus <i>Encyonopsis</i> Krammer			+																	Б	-	П	-	-
122	* <i>E. microcephala</i> (Grunow) Krammer Genus <i>Gomphoneis</i> Cleve	+																			Б	К	П	Ал	о
123	<i>G. quadripunctata</i> (Østrup) P.Dawson ex R.Ross & P.A.Sims Genus <i>Gomphonema</i> Ehrenberg								+												Б	Б	П	Ин	-
124	<i>G. acuminatum</i> Ehrenberg	+							+	+							+				Б	К	П	Ал	β
125	<i>G. acuminatum</i> var. <i>breissonii</i> (Kützing) Grunow								+												Б	Б	П	Ал	β
126	<i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+				+			+	+					+						Б	К	П	Ал	β
127	<i>G. angustum</i> C.Agardh								+												Б	Б	П	Ал	о
128	<i>G. augur</i> Ehrenberg								+												Б	а-а	П	Ин	β
129	<i>G. capitatum</i> Ehrenberg								+												Б	Б	П	Ал	β
130	<i>G. coronatum</i> Ehrenberg	+		+					+	+		+					+				Б	К	П	Ал	β
131	* <i>G. gautieri</i> (Van Heurck) Lange-Bertalot & Metzeltin	+																			Б	К	П	Ал	β
132	* <i>G. constrictum</i> Ehrenberg	+				+				+					+						Б	К	П	Ал	β
133	* <i>G. gracile</i> Ehrenberg	+								+											Б	К	П	Ин	о
134	* <i>G. grunowii</i> R.M.Patrick & Reimer	+								+											Б	Б	П	Ал	β
135	<i>G. globiferum</i> Meister	+							+												Б	-	П	-	-
136	<i>G. intricatum</i> Kützing									+		+									Б	Б	П	Ал	о
137	<i>G. lingratum</i> Hustedt											+									-	-	-	-	-
138	<i>G. longiceps</i> Ehrenberg	+				+				+											Б	К	П	Ин	-
139	<i>G. longiceps</i> var. <i>subclavatum</i> Grunow	+																			Б	Б	П	Ин	о
140	<i>G. minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh								+												Б	-	П	-	-
141	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	+							+	+		+	+		+	+			+		Б	К	П	Ин	β-

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б		Пр	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5							Л6
																								α	
142	<i>*G. productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & E.Reichardt	+																		+	Б	К	П	Ал	β
143	<i>*G. pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot									+											-	-	П	-	о
144	<i>*G. subtile</i> Ehrenberg	+																			Б	К	П	Ин	о
145	<i>*G. sphaerophorum</i> Ehrenberg	+																			Б	Б	П	Ал	-
146	<i>*G. truncatum</i> Ehrenberg	+										+									Б	К	П	Ал	β
147	<i>*G. ventricosum</i> W.Gregory											+								+	Б	с-а	П	-	о
	Genus <i>Placoneis</i> Mereschkowsky																								
148	<i>P. elginensis</i> (W.Gregory) E.J.Cox												+						+		Б	К	П	Ин	о-β
149	<i>P. gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	+											+								Б	К	П	Ин	о-β
	Genus <i>Reimeria</i> Kociolek & Stoermer																								
150	<i>R. sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	+										+								+	П-Б	К	П	Ин	β
	Family Rhoicospheniaceae Topachevs'kyj & Oksiyuk																								
	Genus <i>Rhoicosphenia</i> Grunow																								
151	<i>Rh. abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	+											+	+	+				+	+	Б	АБТ	ПС	Ал	β
152	<i>*Rh. marina</i> (Kützing) M.Schmidt															+					Б	АБ	М	Ал	β
	Order Eunotiales P.C.Silva																								
	Family Eunotiaceae Kützing																								
	Genus <i>Eunotia</i> Ehrenberg																								
153	<i>*E. arcus</i> Ehrenberg	+											+			+					Б	К	П	Ин	о
154	<i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	+										+									Б	К	П	Ал	о-β
155	<i>E. bidens</i> Ehrenberg															+					Б	Б	П	Ал	о
156	<i>*E. curtagrunowii</i> Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	+																			Б	-	П	Ал	-
157	<i>E. diadema</i> Ehrenberg											+									Б	-	П	Ал	-
158	<i>E. diodon</i> Ehrenberg	+										+	+								Б	Б	П	Ал	о
159	<i>E. exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	+											+								Б	К	П	Ал	о
160	<i>E. fallax</i> A.Cleve															+					Б	К	П	Ал	о
161	<i>E. formica</i> Ehrenberg	+														+					Б	К	П	Ал	о
162	<i>*E. gracilis</i> W.Smith	+											+								Б	Б	П	Ал	о
163	<i>E. inflata</i> (Grunow) Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot															+					Б	с-а	П	-	-
164	<i>E. intermedia</i> (Krasske ex Hustedt) Nörpel & Lange-Bertalot	+										+									Б	-	П	Ал	-
165	<i>E. minor</i> (Kützing) Grunow															+					Б	К	П	Ал	о
166	<i>*E. monodon</i> Ehrenberg	+											+								Б	К	П	Ал	о
167	<i>*E. major</i> (W.Smith) Rabenhorst	+																			Б	К	П	Ал	о
168	<i>E. mucophila</i> (Lange-Bertalot, Nörpel-Schempp & Alles) Lange-Bertalot												+								Б	К	П	Ал	о
169	<i>*E. parallela</i> Ehrenberg	+																			Б	Б	П	Ал	о
170	<i>E. pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	+										+	+		+						Б	К	П	Ал	о
171	<i>*E. polydentula</i> Hustedt	+											+								Б	К	П	Ал	χ-о

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С
172	* <i>E. polyglyphis</i> Grunow	+																			Б	-	П	Ац	о	
173	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	+											+		+						Б	с-а	П	Ац	о	
174	<i>E. robusta</i> Ralfs	+																			Б	а-а	П	Ац	о	
175	* <i>E. tetraodon</i> Ehrenberg	+																			Б	с-а	П	Ац	о	
176	<i>E. veneris</i> (Kützing) De Toni	+																	+		Б	с-а	П	Ац	о	
177	* <i>E. valida</i> Hustedt	+											+								Б	Б	П	Ац	о	
178	* <i>E. sudetica</i> Otto Müller	+																			Б	К	П	Ац	о	
179	* <i>E. tenella</i> (Grunow) Hustedt	+																			Б	с-а	П	Ац	о	
Order Fragilariales P.C.Silva																										
Family Fragilariaceae Kützing																										
Genus <i>Fragilaria</i> Lyngbye																										
180	<i>Fragilaria</i> Lyngbye species												+							+						
181	* <i>F. amphicephaloides</i> Lange-Bertalot	+																			П	К		Ал	о	
182	* <i>F. capucina</i> Desmazières	+																		+	П	К	ПС	Ин	β	
183	<i>F. capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot												+								П-Б	К	ПС	Ин	β	
184	<i>F. construens</i> var. <i>exigua</i> (W.Smith) Schulz		+										+								П-Б	К	П	Ал	о	
185	<i>F. crotonensis</i> Kitton			+		+							+							+	П	К	П	Ал	β	
186	<i>F. exigua</i> Grunow												+								-	-	ПС	Ац	о	
187	<i>F. fragilarioides</i> (Grunow) Cholnoky				+								+								П-Б	К	П	Ин	о	
188	* <i>F. mesolepta</i> Rabenhorst																			+	П	К	П	Ал	-	
189	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	+											+								П-Б	К	П	Ал	β-α	
190	* <i>F. rumpens</i> (Kützing) G.W.F.Carlson																			+	П-Б	К	П	Ин	β	
Genus <i>Fragilariforma</i> D.M.Williams & Round																										
191	* <i>F. bicapitata</i> (A.Mayer) D.M.Williams & Round	+																			Б	с-а	П	Ин	β	
192	<i>F. constricta</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round												+	+							П-Б	Б	П	Ац	о	
193	* <i>F. virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round	+																			П-Б	К	П	Ин	о	
194	<i>F. undata</i> (W.Smith) Heudre, C.E.Wetzel & Ector												+								Б	-	-	-	-	
Genus <i>Odontidium</i> Kützing																										
195	<i>O. anceps</i> (Ehrenberg) Ralfs																				Б	К	П	-	о	
196	* <i>O. hyemale</i> (Roth) Kützing	+																			Б	К	П	Ал	о	
197	<i>O. mesodon</i> (Kützing) Kützing												+								Б	Б	П	Ал	χ	
Genus <i>Psammosynedra</i> Round																										
198	<i>P. closterioides</i> (Grunow) Round																				Б	-	М	-	-	
Genus <i>Synedra</i> Ehrenberg																										
199	* <i>S. fulgens</i> (Greville) W.Smith																			+	Б	К	М	-	-	
200	* <i>S. goulardii</i> Brébisson ex Cleve & Grunow	+																			+	-	-	П	-	χ

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б		Пр	1	2	3	4	5		
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5							Л6	С
201	* <i>S. goulardii</i> var. <i>telezkoensis</i> Poretzky ex Proschkina-Lavrenko Family Staurosiraceae Medlin Genus <i>Pseudostaurosira</i> D.M.Williams & Round																				-	-	П	-	χ	
202	* <i>P. brevistriata</i> (Grunow) D.M.Williams & Round	+																			Б	К	П	Ал	о	
203	<i>P. parasitica</i> (W.Smith) E.Morales Genus <i>Staurosira</i> Ehrenberg	+							+	+											Б	К	П	Ал	β	
204	<i>S. binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot									+											П-Б	К	П	Ал	о	
205	<i>S. construens</i> Ehrenberg	+								+	+										П-Б	К	П	Ал	о-β	
206	<i>S. venter</i> (Ehrenberg) Cleve & J.D.Möller Genus <i>Staurosirella</i> D.M.Williams & Round										+										П-Б	К	П	Ал	β	
207	<i>S. pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round Order Licmophorales Round Family Licmophoraceae Kützing Genus <i>Licmophora</i> C.Agardh	+				+			+	+				+							Б	К	ПС	Ал	β	
208	<i>L. abbreviata</i> C.Agardh													+		+			+	+	+	Б	К	М	Ал	β
209	<i>L. ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow Family Ulnariaceae E.J.Cox Genus <i>Ctenophora</i> (Grunow) D.M.Williams & Round																			+						
210	<i>C. pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round Genus <i>Hannaea</i> R.M.Patrick	+			+	+			+			+	+						+		+	П-Б	К	ПС	Ал	α-
211	<i>H. arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick									+	+		+							+	Б	а-а	П	Ал	χ	
212	<i>H. arcus</i> var. <i>amphioxys</i> (Rabenhorst) R.M.Patrick												+		+						Б	а-а	П	Ал	χ	
213	<i>H. arcus</i> f. <i>recta</i> (Cleve) Foged Genus <i>Tabularia</i> (Kützing) D.M.Williams & Round	+									+									+	Б	а-а	П	Ал	χ	
214	<i>T. fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round										+								+		П-Б	К	ПСМ	Ал	α	
215	<i>T. tabulata</i> (C.Agardh) Snoeijs Genus <i>Ulnaria</i> (Kützing) Compère	+								+	+		+	+			+			+	П-Б	К	ПСМ	Ал	β-α	
216	<i>U. acus</i> (Kützing) Aboal	+						+		+				+				+			Б	К	П	Ал	β	
217	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	+								+	+	+	+			+	+	+	+	+	П-Б	К	П	Ил	β	
218	* <i>U. amphirhynchus</i> (Ehrenberg) Compère & Bukhtiyarova	+																			П-Б	К	П	-	-	
219	<i>U. danica</i> (Kützing) Compère & Bukhtiyarova									+											П	К	П	Ал	β	
220	<i>U. inaequalis</i> (H.Kobayasi) M.Idei									+								+			Б	-	П	-	-	
221	* <i>U. oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal Order Lyrellales D.G.Mann Family Lyrellaceae D.G.Mann Genus <i>Lyrella</i> Karajeva [Karaeva]																			+	П-Б	К	П	Ал	α	

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пг	1	2	3	4	5		
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С	
222	<i>L. lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva			+											+				+	+			Б	К	М	-	-
	Genus <i>Petroneis</i> A.J.Stickle & D.G.Mann																										
223	* <i>P. humerosa</i> (Brébisson ex W.Smith) Stickle & D.G.Mann											+											Б	К	С	Лл	-
224	* <i>P. latissima</i> (W.Gregory) A.J.Stickle & D.G.Mann																		+				Б	-	М	-	-
225	* <i>P. monilifera</i> (Cleve) Stickle & D.G.Mann																		+				Б	АБ	М	-	-
	Order Mastogloiales D.G.Mann																										
	Family Achnanthaceae Kützing																										
	Genus <i>Achnanthes</i> Bory																										
226	<i>Achnanthes</i> Bory species																		+				-	-	-	-	-
227	<i>A. brevipes</i> C.Agardh											+	+	+					+				Б	К	С-М	Лл	β
228	<i>A. brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve												+										Б	К	СМ	Лл	-
229	* <i>A. longipes</i> C.Agardh														+				+				Б	К	М	-	-
230	<i>A. lanceolata</i> f. <i>rostrata</i> (Oestrup) Hustedt	+							+	+	+				+	+					+		Б- П- Б	К	П	Лл	α
	Genus <i>Platessa</i> Lange-Bertalot																										
231	* <i>P. conspicua</i> (Ant.Mayer) Lange-Bertalot	+																					Б- П	К	П	Ил	ο
	Family Mastogloiaceae Mereschkowsky																										
	Genus <i>Aneumastus</i> D.G.Mann & A.J.Stickle																										
232	* <i>A. tuscula</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle											+				+							Б	К	П	Лл	ο- β
	Genus <i>Mastogloia</i> Thwaites ex W.Smith																										
233	<i>Mastogloia</i> Thwaites ex W.Smith species																		+				-	-	-	-	-
234	<i>M. exigua</i> F.W.Lewis												+										Б	-	СМ	-	-
	Order Naviculales Bessey																										
	Family Amphipleuraceae Grunow																										
	Genus <i>Frustulia</i> Rabenhorst																										
235	<i>F. crassinervia</i> (Brébisson ex W.Smith) Lange-Bertalot & Krammer	+									+												Б	-	П	Лл	ο- χ
236	<i>F. rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	+				+				+	+		+	+					+				Б	а-а	П	Лл	ο- χ
237	<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	+									+	+		+					+				Б	Б	П	Лл	β
	Genus <i>Halamphora</i> (Cleve) Levkov																										
238	* <i>H. coffeiformis</i> (C.Agardh) Levkov	+		+								+		+					+			+	Б	К	СМ	Лл	α
239	* <i>H. perpusilla</i> (Grunow) Q.-M.You & Kociolek	+																	+				Б	К	П	-	-
	Family Berkeleyaceae D.G.Mann																										
	Genus <i>Berkeleya</i> Greville																										
240	* <i>B. micans</i> (Lyngbye) Grunow																		+				Б	Б	СМ	-	-
	Genus <i>Parlibellus</i> E.J.Cox																										
241	<i>P. plicatus</i> (Donkin) E.J.Cox																					+	Б	АБ	СМ	-	-
	Family Cavinulaceae D.G.Mann																										
	Genus <i>Cavinula</i> D.G.Mann & A.J.Stickle																										
242	* <i>C. cocconeiformis</i> (W.Gregory ex Greville) D.G.Mann & A.J.Stickle	+																					Б	К	П	Ил	ο

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С
243	<i>C. pseudoscutiformis</i> (Hustedt) D.G.Mann & A.J.Stickle Family Cosmioneidaceae D.G.Mann Genus <i>Cosmioneis</i> D.G.Mann & Stickle									+												Б	а-а	П	Ин	о
244	* <i>C. pusilla</i> (W.Smith) D.G.Mann & A.J.Stickle	+		+		+									+							Б	К	ПС	Ин	-
245	* <i>C. brasiliانا</i> (Cleve) C.E.Wetzel & Ector Family Diadesmidaceae D.G.Mann Genus <i>Luticola</i> D.G.Mann	+																				Б	Б	М	-	-
246	* <i>L. mutica</i> (Kützing) D.G.Mann	+													+							Б	К	ПС	Ин	α
247	* <i>L. ventricosa</i> (Kützing) D.G.Mann Family Diploneidaceae D.G.Mann Genus <i>Diploneis</i> Ehrenberg ex Cleve					+									+							Б	-	ПС	Ин	α
248	* <i>D. bombus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg																		+			Б	ТБ	М	Ал	-
249	<i>D. crabro</i> var. <i>pandura</i> (Brébisson) Cleve																			+		Б	Б	М	-	-
250	<i>D. elliptica</i> (Kützing) Cleve	+								+												Б	К	П	Ал	о
251	<i>D. finnica</i> (Ehrenberg) Cleve								+													Б	а-а	П	Ал	-
252	<i>D. fusca</i> (W.Gregory) Cleve																			+		Б	К	М	-	-
253	<i>D. interrupta</i> (Kützing) Cleve												+		+	+				+		Б	-	СМ	Ин	о
254	<i>D. oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler											+										Б	К	ПС	Ин	-
255	<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	+				+														+		Б	К	ПС	Ал	о
256	* <i>D. parma</i> Cleve	+				+													+	+	+	Б	с-а	П	-	-
257	<i>D. pseudovalis</i> Hustedt																					Б	Б	ПС	Ал	-
258	<i>D. smithii</i> (Brébisson) Cleve																					Б	К	СМ	Ал	-
259	<i>D. smithii</i> var. <i>rhombica</i> Mereschkowsky																					Б	К	СМ	Ал	-
260	* <i>D. splendida</i> Cleve																				+	Б	АБ	П	-	-
261	<i>D. subcincta</i> (A.W.F.Schmidt) Cleve Family Naviculaceae Kützing Genus <i>Caloneis</i> Cleve																					Б	Б	М	Ал	-
262	<i>Caloneis</i> Cleve species																				+					
263	* <i>C. liber</i> (W.Smith) Cleve																					Б	Б	М	-	-
264	<i>C. limosa</i> (Kützing) R.M.Patrick																					Б	-	-	-	-
265	* <i>C. westii</i> (W.Smith) Hendey																									
266	<i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	+				+		+		+	+										+	Б	К	ПС	Ал	о-β
267	<i>C. silicula</i> var. <i>truncata</i> (Kützing) Meister Genus <i>Gyrosigma</i> Hassall																					Б	К	ПС	Ал	о-β
268	<i>Gyrosigma</i> Hassall species																				+	-	-	-	-	-
269	<i>Gyrosigma</i> Hassall species 1																					-	-	-	-	-
270	<i>G. acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+			+	+		+	+	+										+	П-Б	К	П	Ал	β
271	<i>G. acuminatum</i> var. <i>gallicum</i> (Grunow) Cleve																					П-Б	К	П	Ал	-

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С
272	<i>G. attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+				+							+	+	+							Б	К	П	Ал	β
273	* <i>G. balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst													+						+		Б	К	СМ	Ал	-
274	* <i>G. distortum</i> (W.Smith) Griffith & Henfrey												+		+					+		Б	-	С	Ал	-
275	* <i>G. fasciola</i> (Ehrenberg) J.W.Griffith & Henfrey												+						+			Б	БА	М	-	-
276	* <i>G. obscurum</i> (W.Smith) J.W.Griffith & Henfrey													+					+			Б	ТБА	М	-	-
277	* <i>G. scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve																		+			Б	К	П	-	β
278	* <i>G. strigilis</i> (W.Smith) J.W.Griffin & Henfrey														+							Б	К	С	Ал	-
279	* <i>G. tenuissimum</i> (W.Smith) J.W.Griffith & Henfrey													+					+			Б	БА	М	-	-
280	* <i>G. wormleyi</i> (Sullivant) Boyer																			+		Б	-	П	Ал	-
	Genus <i>Khursevichia</i> Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Metzeltin																									
281	<i>K. jentzschii</i> (Grunow) Kulikovskiy, Metzeltin & Lange-Bertalot												+									Б	-	ПС	-	-
	Genus <i>Haslea</i> Simonsen																									
282	<i>H. spicula</i> (Hickie) Bukhtiyarova																					Б	Б	СМ	-	-
	Genus <i>Hippodonta</i> Lange-Bertalot, Witkowski & Metzeltin																									
283	* <i>H. hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski																					Б	К	П	Ал	β
284	* <i>H. capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski																			+		Б	К	П	Ал	α
	Genus <i>Navicula</i> Bory																									
285	<i>Navicula</i> Bory species																					-	-	-	-	-
286	<i>Navicula</i> Bory species 1																			+	+	-	-	-	-	-
287	<i>Navicula</i> Bory species 2																					-	-	-	-	-
288	* <i>N. asymmetrica</i> Cleve																					Б	АБ	М	-	-
289	<i>N. cancellata</i> Donkin																			+	+	Б	АБ	М	-	-
290	* <i>N. capitatoradiata</i> H.Germain																				+	Б	К	ПС	Ал	β-α
291	* <i>N. cari</i> Ehrenberg	+																			+	Б	К	П	Ал	β-α
292	<i>N. cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs																					Б	К	ПС	Ал	β-α
293	<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	+																				Б	К	П	Ал	β
294	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	+		+		+		+													+	П-Б	К	ПС	Ал	α
295	<i>N. cryptocephala</i> var. <i>lata</i> Poretzky & Anisimova																					Б	К	ПС	-	-
296	<i>N. debilissima</i> Grunow																					Б	АБ	М	-	-
297	<i>N. directa</i> (W.Smith) Brébisson																			+		Б	К	М	Ал	-
298	<i>N. distans</i> (W.Smith) Ralfs																			+	+	Б	АБ	М	Ал	-
299	<i>N. exigua</i> var. <i>elliptica</i> Hustedt																					Б	К	П	Ал	-
300	<i>N. granii</i> (E.Jørgensen) Gran																			+		П	АБ	М	-	-
301	<i>N. gracilis</i> Lauby																					Б	К	П	Ал	β-о
302	* <i>N. gelida</i> var. <i>subimpressa</i> (Grunow) Cleve																					Б	АБ	М	-	-
303	* <i>N. inflexa</i> (W.Gregory) Ralfs																					Б	АБ	М	-	-
304	<i>N. kotschyi</i> var. <i>asymmetrica</i> Kisselev																					Б	-	П	Ал	о
305	<i>N. lanceolata</i> Ehrenberg	+																				Б	К	П	Ал	α

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пг	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С
368	* <i>P. angulatum</i> (J.T. Quekett) W. Smith	+												+	+			+			+	Б	К	СМ	Ал	β
369	* <i>P. directum</i> Grunow																				+	Б	Б	М	-	-
370	<i>P. elongatum</i> W. Smith													+	+			+	+		+	Б	К	СМ	Ин	β
371	<i>P. formosum</i> W. Smith																	+	+		+	Б	АБТ	М	Ал	-
372	<i>P. intermedium</i> W. Smith																	+	+			Б	Б	М	Ал	-
373	<i>P. normanii</i> Ralfs													+				+			+	Б	К	М	-	-
374	* <i>P. praelongum</i> Cleve													+								Б	АБ	М	-	-
375	* <i>P. simonsenii</i> Hasle													+								Б	-	М	-	-
376	* <i>P. strigosum</i> W. Smith													+				+				Б	К	СМ	Ал	β
377	* <i>P. stuxbergii</i> Cleve & Grunow													+								Б	АБ	М	-	-
378	<i>P. subrigidum</i> Grunow																				+	Б	-	М	-	-
	Genus <i>Rhoicosigma</i> Grunow																									
379	* <i>R. compactum</i> (Greville) Grunow																				+	Б	БА	М	-	-
	Family Scoliotropidaceae Mereschkowsky																									
	Genus <i>Scoliotropis</i> P.T. Cleve																									
380	* <i>S. latestriata</i> (Brébisson ex Kützing) Cleve																					Б	К	МС	Ал	о
	Family Sellaphoraceae Mereschkowsky																									
	Genus <i>Sellaphora</i> Mereschkowsky																									
381	<i>S. bacillum</i> (Ehrenberg) D.G. Mann	+																				Б	К	П	Ал	β
382	<i>S. lambda</i> (Cleve) Metzeltin & Lange-Bertalot																					Б	Б	П	-	-
383	<i>S. pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky																					Б	К	П	Ин	β
384	* <i>S. rostrata</i> (Hustedt) J.R. Johansen																					Б	К	П	Ал	-
385	* <i>S. seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann	+																				Б	К	ПС	Ин	α-ρ
386	* <i>S. wummensis</i> J.R. Johansen	+																				Б	К	П	Ин	-
	Genus <i>Fallacia</i> Stickle & D.G. Mann																									
387	* <i>F. pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G. Mann	+																				Б	-	С	-	-
	Family Stauroneidaceae D.G. Mann																									
	Genus <i>Craticula</i> Grunow																									
388	* <i>C. cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann																					Б	К	МС	Ал	α
389	* <i>C. halophila</i> (Grunow) D.G. Mann																					Б	К	МС	Ал	α
	Genus <i>Stauroneis</i> Ehrenberg																									
390	<i>S. acuta</i> W. Smith																					Б	К	П	Ин	о
391	<i>S. anceps</i> Ehrenberg	+																				Б	К	П	Ин	о-β
392	<i>S. kriegeri</i> R.M. Patrick																					Б	-	П	-	-
393	* <i>S. legumen</i> Ehrenberg	+																				Б	Б	ПС	Ин	-
394	<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	+																				Б	К	П	Ин	β
395	<i>S. smithii</i> Grunow	+																				Б	К	ПС	Ал	β
396	* <i>S. wislouchii</i> (Poretzsky & Anisimova) D.G. Mann																					Б	-	С	-	-
	Genus <i>Prestauroneis</i> K. Bruder & Medlin																									

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5							
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С						
468	<i>Th. Frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo															+				+	+		+	П	ТБ	М	-	-				
469	<i>Th. nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky															+				+	+	+	+	+	+	П-Б	К	М	-	-		
	Genus <i>Thalassiothrix</i> Cleve & Grunow																															
470	<i>Th. longissima</i> Cleve & Grunow																							+	П	К	М	-	-			
	Class Bacillariophyta classis incertae sedis																															
	Order Bacillariophyta ordo incertae sedis																															
	Family Bacillariophyta familia incertae sedis																															
	Genus <i>Belonastrium</i> (Lemmermann) Round & N.I.Maidana																															
471	<i>B. berlinense</i> (Lemmermann) Round & Maidana	+				+					+	+													П	К	П	Ал	β-α			
	Class Coscinodiscophyceae Round & R.M.Crawford																															
	Order Aulacoseirales R.M.Crawford																															
	Family Aulacoseiraceae R.M.Crawford																															
	Genus <i>Aulacoseira</i> Thwaites																															
472	<i>A. alpigena</i> (Grunow) Krammer																								П-Б	АБ	П	Ал	о			
473	<i>A. ambigua</i> (Grunow) Simonsen	+		+			+													+					П	К	П	Ал	β			
474	<i>A. subarctica</i> (Otto Müller) E.Y.Haworth	+		+		+		+												+					П	К	П	Ал	о			
475	<i>A. islandica</i> (Otto Müller) Simonsen																								П	К	П	Ин	β			
476	<i>A. islandica</i> f. <i>curvata</i> (Otto Müller) Simonsen	+																							П	К	П	Ин	β			
477	<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	+																							П	К	П	Ал	о-β			
478	<i>A. italica</i> var. <i>tenuissima</i> (Grunow) Simonsen																								П	К	П	Ин	β			
479	<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		П	К	П	Ал	β			
480	* <i>A. valida</i> (Grunow) Krammer						+																		П-Б	с-а	П	Ал	-			
	Order Asterolamprales Round & Crawford																															
	Family Asterolampraceae H.L.Smith																															
	Genus <i>Asteromphalus</i> Ehrenberg																															
481	* <i>A. heptactis</i> (Brébisson) Ralfs																								+	П	Б-Т	М	-	-		
	Order Corethrales Round & R.M.Crawford																															
	Family Corethraceae Lebour																															
	Genus <i>Corethron</i> Castracane																															
482	<i>C. hystrix</i> Hensen																									+	П	К	М	-	-	
483	<i>C. pennatum</i> (Grunow) Ostenfeld																										+	П	К	М	-	-
	Order Coscinodiscales F.E.Round & R.M.Crawford																															
	Family Coscinodiscaceae Kützing																															
	Genus <i>Coscinodiscus</i> Ehrenberg																															
484	<i>Coscinodiscus</i> Ehrenberg species																									+	-	-	-	-	-	
485	<i>C. centralis</i> Ehrenberg																									+	П	К	М	-	-	
486	<i>C. concinnus</i> W.Smith																									+	П	Б	М	-	-	

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5				
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С			
637	<i>P. areolatum</i> Kofoid														+							П	ТБ	М	-	-			
638	<i>P. reticulatum</i> (Claparède & Lachmann) Bütschli																					П	БА	М	-	-			
	Family Pyrophacaceae Lindemann																												
	Genus <i>Fragilidium</i> Balech ex Loeblich III																												
639	<i>F. subglobosum</i> (Stosch) Loeblich III																				+	П	-	М	-	-			
	Order Gymnodiniales Apstein																												
	Family Actiniscaceae Kützing																												
	Genus <i>Actiniscus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg																												
640	<i>A. pentasterias</i> (Ehrenberg) Ehrenberg																+				+	П	К	М	-	-			
	Family Brachidiniaceae Sournia																												
	Genus <i>Karenia</i> Gert Hansen & Moestrup																												
641	<i>K. brevis</i> (C.C.Davis) Gert Hansen & Moestrup																					+	П	Б	М	-	-		
	Genus <i>Torodinium</i> Kofoid & Swezy																												
642	<i>T. robustum</i> Kofoid & Swezy																					+	П	Б	М	-	-		
643	<i>T. teredo</i> (Pouchet) Kofoid & Swezy																					+	П	БТ	М	-	-		
	Genus <i>Karlodinium</i> J.Larsen																												
644	<i>K. vitiligo</i> (D.Ballantine) J.Larsen														+							+	П	Б	М	-	-		
	Family Ceratoperidiniaceae Loeblich III																												
	Genus <i>Torquentidium</i> H.H.Shin, Z.Li, K.W.Lee & K.Matsuoka																												
645	* <i>T. helix</i> (Pouchet) H.H.Shin, Z.Li, K.W.Lee & K.Matsuoka																						+	П	БТ	М	-	-	
	Family Gymnodiniaceae Lankester																												
	Genus <i>Akashiwo</i> G.Hansen & Moestrup																												
646	<i>A. sanguinea</i> (K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup																					+	П	Б	М	-	-		
	Genus <i>Cochlodinium</i> F.Schütt																												
647	<i>Cochlodinium</i> F.Schütt species																						+	П	-	М	-	-	
648	<i>C. archimedis</i> (Pouchet) Lemmermann																						+	П	Б	М	-	-	
649	* <i>C. brandtii</i> Wulff																						+						
	Genus <i>Gymnodinium</i> F.Stein																												
650	<i>Gymnodinium</i> F.Stein species 1																							+	-	-	-	-	
651	<i>Gymnodinium</i> F.Stein species 2																							+	-	-	-	-	
652	<i>Gymnodinium</i> F.Stein species 3																							+	-	-	-	-	
653	<i>G. agiliforme</i> J.Schiller																						+	П	ТБ	М	-	-	
654	<i>G. album</i> Er.Lindemann																						+	П	Б	С	-	-	
655	* <i>G. arcticum</i> Wulff																						+	П	БА	М	-	-	
656	<i>G. cf. aureolum</i> (E.M.Hulburt) Gert Hansen																						+	П	Б	М	-	-	
657	<i>G. blax</i> T.M.Harris																						+	П	Б	П	И	-	
658	<i>G. catenatum</i> H.W.Graham																						+	П	Б	С	-	-	
659	<i>G. eurytopum</i> Skuja																							+	П	К	П	Ип	β
660	<i>G. antarcticum</i> A.E.Thessen, D.J.Patterson & S.A.Murray																							+	П	АБА	М	-	-
661	<i>G. galeatum</i> J.Larsen																						+	П	Б	М	-	-	

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5				
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С			
	Order Peridinales Haeckel																												
	Family Diplopsalidaceae Matsuoka																												
	Genus <i>Oblea</i> Balech ex Loeblich Jr. & Loeblich III																												
690	<i>O. baculifera</i> Balech ex Loeblich Jr. & Loeblich III												+			+	+			+			+	П	Б	М	-	-	
691	<i>O. rotunda</i> (Lebour) Balech ex Sournia																			+				П	Б	СМ	-	-	
	Genus <i>Preperidinium</i> Mangin																												
692	<i>P. meunieri</i> (Pavillard) Elbrächter																							П	К	М	-	-	
	Family Heterocapsaceae R.A.Fensome, F.J.R.Taylor, G.Norris, W.A.S.Sarjeant, D.I.Wharton, & G.L.Williams																												
	Genus <i>Heterocapsa</i> F.Stein																												
693	<i>H. rotundata</i> (Lohmann) Gert Hansen																							П	Б	М	-	-	
	Family Kolkwitiellaceae Lindemann																												
	Genus <i>Diplopsalis</i> R.S.Bergh																												
694	<i>D. lenticula</i> Bergh																							П	К	М	-	-	
	Genus <i>Diplopsalopsis</i> Meunier																												
695	* <i>D. orbicularis</i> (Paulsen) Meunier																							П	АБ	ПСМ	-	-	
	Family Kryptoperidiniaceae Er.Lindemann																												
	Genus <i>Kryptoperidinium</i> Lindemann																												
696	<i>K. triquetrum</i> (Ehrenberg) U.Tillmann, M. Gottschling, M.Elbrächter, W.-H.Kusber & M.Hoppenrath																							П	Б	СМ	-	-	
	Family Podolampadaceae Lindemann																												
	Genus <i>Lessardia</i> J.F.Saldarriaga & F.J.R.Taylor																												
697	<i>L. elongata</i> Saldarriaga & F.J.R.Taylor																							П	-	М	-	-	
	Family Peridiniaceae Ehrenberg																												
	Genus <i>Parvodinium</i> Carty																												
698	<i>P. africanum</i> (Lemmermann) Carty	+																						П	Б	П	-	-	
699	<i>P. oceanicum</i> f. <i>tricornutum</i> H.W.Graham																							П	-	М			
700	* <i>P. umbonatum</i> (F.Stein) Carty	+																					П	К	П	Ип	о-β		
	Genus <i>Peridinium</i> Ehrenberg																												
701	* <i>P. cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	+																						П	К	П	Ип	о-β	
702	* <i>P. quadridentatum</i> (F.Stein) Gert Hansen																							П	-	ПСМ	-	-	
	Family Peridinales incertae sedis																												
	Genus <i>Glenodinium</i> Ehrenberg																												
703	* <i>G. inflatum</i> Meunier																							П	АБ	СМ	-	-	
704	* <i>G. pilula</i> (Ostenfeld) J.Schiller																							П	АБ	С	-	-	
	Genus <i>Peridiniella</i> C.A.Kofoid & J.R.Michener																												
705	* <i>P. catenata</i> (Levander) Balech	+																						П	БА	МС	-	-	
	Family Protoperidiniaceae Balech																												
	Genus <i>Archaeperidinium</i> Jørgensen																												
706	* <i>A. constrictum</i> (T.H.Abé) T.Liu, K.N.Mertens, K.Matsuoka & H.Gu																							П	Б	М	-	-	

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5		
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С	
707	<i>A. minutum</i> (Kofoid) Jørgensen															+			+			Π	АБ	М	-	-	
	Genus <i>Protoperidinium</i> Bergh																										
708	<i>Protoperidinium</i> Bergh species 1																		+			-	-	-	-	-	
709	<i>Protoperidinium</i> Bergh species 2																		+			-	-	-	-	-	
710	<i>P. bipes</i> (Paulsen) Balech														+				+		+	Π	К	ΠС	-	0-β	
711	<i>P. breve</i> Unknown authority															+					+	Π	-	М	-	-	
712	<i>P. brevipes</i> (Paulsen) Balech														+	+			+		+	Π	АБА	М	-	-	
713	<i>P. cerasus</i> (Paulsen) Balech														+	+			+		+	Π	АБ	М	-	-	
714	<i>P. claudicans</i> (Paulsen) Balech														+							Π	ТБ	М	-	-	
715	<i>P. conicoides</i> (Paulsen) Balech																				+	Π	АБ	М	-	-	
716	<i>P. conicum</i> (Gran) Balech														+				+			Π	ТБ	М	-	-	
717	<i>P. crassipes</i> (Kofoid) Balech														+	+			+			Π	АБ	М	-	-	
718	<i>P. curtipes</i> (Jørgensen) Balech														+	+			+		+	Π	АБ	М	-	-	
719	<i>P. curvipes</i> (Ostenfeld) Balech																				+	Π	БА	М	-	-	
720	<i>P. depressum</i> (Bailey) Balech														+	+			+		+	Π	БТ	М	-	-	
721	* <i>P. hirobis</i> (T.H.Abé) Balech																				+	Π	Б	М	-	-	
722	<i>P. granii</i> (Ostenfeld) Balech																				+	Π	К	М	-	-	
723	<i>P. leonis</i> (Pavillard) Balech																				+	Π	Б	М	-	-	
724	<i>P. marukawae</i> (Abé) Balech														+							Π	Б	М	-	-	
725	* <i>P. mite</i> (Pavillard) Balech														+							Π	К	СМ	-	-	
726	<i>P. oblongum</i> (Aurivillius) Parke & Dodge														+	+			+		+	Π	БА	М	-	-	
727	<i>P. oceanicum</i> (Vanhöffen) Balech															+			+			Π	К	М	-	-	
728	<i>P. pallidum</i> (Ostenfeld) Balech														+	+			+			Π	К	М	-	-	
729	<i>P. pellucidum</i> Bergh																				+	Π	К	М	-	-	
730	<i>P. pyriforme</i> (Paulsen) Balech														+						+	Π	К	М	-	-	
731	* <i>P. saltans</i> (Meunier) Balech																				+	Π	К	СМ	-	-	
732	<i>P. steinii</i> (Jørgensen) Balech														+	+			+		+	Π	Б	М	-	-	
733	<i>P. subinermis</i> (Paulsen) A.R.Loeblich III														+				+			Π	БА	М	-	-	
734	<i>P. thorianum</i> (Paulsen) Balech															+			+		+	Π	АБ	М	-	-	
	Family Oxytoxaceae Lindemann																										
	Genus <i>Oxytoxum</i> Stein																										
735	<i>O. caudatum</i> Schiller														+	+					+	Π	ТБ	М	-	-	
736	<i>O. challengeroides</i> Kofoid																				+	Π	ТБ	М	-	-	
737	<i>O. crassum</i> J.Schiller														+							Π	ТБ	М	-	-	
738	<i>O. sceptrum</i> (F.Stein) Schröder														+	+			+		+	Π	ТБ	М	-	-	
739	<i>O. variabile</i> J.Schiller														+							Π	ТБ	М	-	-	
	Order Procoentrales Lemmermann																										
	Family Procoentrales F.Stein																										
	Genus <i>Mesoporos</i> L.C.Lillick																										
740	<i>M. perforatus</i> (Gran) Lillick														+						+	Π	Б	М	-	-	

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5						
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С					
	Genus <i>Prorocentrum</i> Ehrenberg																														
741	<i>P. balticum</i> (Lohmann) Loeblich III																									П-Б	К	М	-	-	
742	<i>P. cordatum</i> (Ostenfeld) J.D.Dodge																									П-Б	БТ	СМ	-	-	
743	<i>P. micans</i> Ehrenberg																									П-Б	К	СМ	-	-	
744	<i>P. triestinum</i> J.Schiller																									П-Б	ТБ	М	-	-	
	Order Pyrocystales Apstein																														
	Family Pyrocystaceae (Schütt) Lemmermann																														
	Genus <i>Dissodinium</i> Klebs																														
745	<i>D. pseudolunula</i> Swift ex Elbrächter & Drebes																										П	Б	М	-	-
	Order Suessiales Fensome, F.J.R.Taylor, G.Norris, Sarjeant, D.I.Wharton, & G.L.Williams																														
	Family Hemidiniaceae Bourrelly ex P.C.Silva																														
	Genus <i>Hemidinium</i> F.Stein																														
746	<i>H. nasutum</i> F.Stein																										П	Б	ПС	-	-
	Family Suessiaceae Fensome, F.J.R.Taylor, G.Norris, Sarjeant, D.I.Wharton, & G.L.Williams																														
	Genus <i>Prosoaulax</i> Calado & Moestrup																														
747	<i>P. lacustris</i> (F.Stein) Calado & Moestrup																										П	Б	ПС	-	-
	Genus <i>Protodinium</i> Lohmann																														
748	<i>P. simplex</i> Lohmann																										П	АБ	М	-	-
	Order Thoracosphaerales Tangen																														
	Family Thoracosphaeraceae J.Schiller																														
	Genus <i>Scrippsiella</i> Balech ex A.R.Loeblich III																														
749	<i>S. acuminata</i> (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S.Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling																										П	К	С	-	-
	Genus <i>Triadinium</i> J.D.Dodge																														
750	<i>T. orientale</i> (Lindemann) Dodge																										П	-	-	-	-
	Order Tovelliales Moestrup & Calado																														
	Family Tovelliaceae Moestrup, Lindberg & Daugbjerg																														
	Genus <i>Katodinium</i> B.Fott																														
751	* <i>S. fungiforme</i> (Anisimova) Moestrup & Calado																										П	Б	МС	-	-
	Genus <i>Opisthoaulax</i> Calado																														
752	<i>O. tetragonops</i> (T.M.Harris) Calado																										П	Б	П	-	-
	Class Noctilucopeyceae R.A.Fensome, F.J.R.Taylor, G.Norris, W.A.S.Sarjeant, D.I.Wharton & G.L.Williams																														
	Order Noctilucales Haeckel																														
	Family Noctilucaceae Kent																														
	Genus <i>Noctiluca</i> Suriray																														
753	<i>N. scintillans</i> (Macartney) Kofoid & Swezy																										П	К	М	-	-

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б		Пр	1	2	3	4	5					
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5							Л6	С			
	Genus <i>Heterosigma</i> Y.Hada ex Y.Hara & M.Chihara																												
766	<i>H. akashiwo</i> (Y.Hada) Y.Hada ex Y.Hara & M.Chihara																			+	П	Б	М	-	-				
	Order Raphidophyceae incertae sedis																												
	Family Raphidophyceae incertae sedis																												
	Genus <i>Olisthodiscus</i> N.Carter																												
767	<i>O. luteus</i> N.Carter															+				+									
	Class Synurophyceae R.A.Andersen																												
	Order Synurales R.A.Andersen																												
	Family Mallomonadaceae Diesing																												
	Genus <i>Mallomonas</i> Perty																												
768	<i>Mallomonas</i> Perty species (cyst)												+																
	Class Xanthophyceae Allorge ex Fritsch																												
	Order Mischococcales F.E.Fritsch																												
	Family Centritractaceae Pascher																												
	Genus <i>Centritractus</i> Lemmermann																												
769	* <i>C. belonophorus</i> (Schmidle) Lemmermann		+																						о-β				
	Family Ophiocytaceae Lemmermann																												
	Genus <i>Ophiocyttium</i> Nägeli																												
770	* <i>O. capitatum</i> Wolle		+				+																		о				
771	* <i>O. cochleare</i> (Eichwald) A.Braun		+						+																о-β				
	Order Tribonematales Pascher																												
	Family Tribonemataceae G.S.West																												
	Genus <i>Tribonema</i> Derbès & Solier																												
772	* <i>T. affine</i> (Kützing) G.S.West		+																						П-Б				
773	* <i>T. subtilissimum</i> Pascher		+																						П-Б				
	Kingdom Plantae Haeckel																												
	Phylum Chlorophyta Reichenbach																												
	Class Pyramimonadophyceae Unknown authority																												
	Order Pyramimonadales Chadefaud																												
	Family Pterospermataceae Lohmann																												
	Genus <i>Pterosperma</i> Pouchet																												
774	<i>P. cristatum</i> Schiller												+			+	+	+		+			+	П	-	М	-	-	
775	<i>P. polygonum</i> Ostenfeld															+	+							П	-	М	-	-	
776	<i>P. undulatum</i> Ostenfeld																							П	ТБ	М	-	-	
	Family Pyramimonadaceae Korshikov																												
	Genus <i>Pyramimonas</i> Schmarda																												
777	<i>Pyramimonas</i> Schmarda species																												
778	<i>P. semiglobosa</i> Pascher												+			+		+					+		П	-	ПСМ	-	-

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5							
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С						
	Order Trebouxiophyceae ordo incertae sedis																															
	Family Trebouxiophyceae incertae sedis																															
	Genus <i>Crucigenia</i> Morren																															
797	* <i>C. fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	+		+														+						П-Б	К	П	-	β				
798	<i>C.tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	+		+														+						П-Б	К	П	-	о-β				
	Genus <i>Lemmermannia</i> Chodat																															
799	* <i>L. komarekii</i> (Hindák) C.Bock & Krienitz	+																						П	К	П	-	-				
	Class Chlorophyceae Wille																															
	Order Chaetophorales Wille																															
	Family Chaetophoraceae Greville																															
	Genus <i>Pleurococcus</i> Meneghini																															
800	* <i>P. vulgaris</i> Meneghini	+				+																			Б	К	П	Ин	-			
	Order Oedogoniales Heering																															
	Family Oedogoniaceae de Bary ex Hirn																															
	Genus <i>Oedogonium</i> Link ex Hirn																															
801	<i>O. undulatum</i> A.Braun ex Hirn		+																						Б	-	П	-	-			
	Order Sphaeropleales Luerssen																															
	Family Hydrodictyaceae Dumortier																															
	Genus <i>Pediastrum</i> Meyen																															
802	<i>P. angulosum</i> Ehrenberg ex Meneghini		+		+		+		+																П-Б	К	П	Ин	β			
803	* <i>P. boryanum</i> var. <i>perforatum</i> (Raciborski) Nitarady	+																						П	К	ПС	Ин	-				
804	<i>P.duplex</i> Meyen	+	+		+	+	+	+	+															П	К	П	Ин	β				
805	* <i>P. duplex</i> var. <i>rotundatum</i> Lucks	+																						П	К	ПС	Ин	-				
	Genus <i>Pseudopediastrum</i> E.Hegewald																															
806	<i>P. boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald	+	+	+	+	+	+	+	+								+		+					П	К	ПС	Ин	β				
	Genus <i>Stauridium</i> Corda																															
807	* <i>S. tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald	+		+		+																		П-Б	К	П	Ин	о-β				
	Genus <i>Tetraedron</i> Kützing																															
808	* <i>T. caudatum</i> (Corda) Hansgirg	+																						П-Б	К	П	Ин	β				
809	* <i>T. minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	+		+		+											+		+					П-Б	К	П	Ин	β				
	Family Neochloridaceae Ettl & Komárek																															
	Genus <i>Golenkinia</i> Chodat																															
810	<i>G. radiata</i> Chodat																							П	К	ПС	-	β				
	Family Scenedesmaceae Oltmanns																															
	Genus <i>Coelastrum</i> Nägeli																															
811	* <i>C. microporum</i> Nägeli	+				+													+					П	К	П	-	β				
812	* <i>C. sphaericum</i> Nägeli	+																						П-Б	К	П	Ин	-				

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б		Пр	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5							Л6
	Genus <i>Desmodesmus</i> (Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald																								
813	<i>*D. brasiliensis</i> (Bohlin) E.Hegewald	+				+															П-Б	К	П	Ин	β
814	<i>D. communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	+	+	+	+	+	+	+	+					+							П-Б	К	П	Ин	β-α
815	<i>*D. denticulatus</i> (Lagerheim) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	+		+																	П-Б	К	П	Ин	β
816	<i>*D. opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald	+																			П-Б	К	П	Ин	β
817	<i>*D. subspicatus</i> (Chodat) E.Hegewald & A.Schmidt	+																			П-Б	К	П	Ин	о-β
	Genus <i>Scenedesmus</i> Meyen																								
818	<i>*S. arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	+				+															П	К	П	-	β
819	<i>*S. bijugus</i> (Turpin) Lagerheim	+																			П	К	П	-	β
	Genus <i>Tetradesmus</i> G.M.Smith																								
820	<i>Tetradesmus</i> G.M.Smith species																								
821	<i>*T. lagerheimii</i> M.J.Wynne & Guiry	+		+																	П	К	П	Ин	β
822	<i>*T. lagerheimii</i> var. <i>biseriatus</i> (Reinhard) Taskin & Alp	+																			П	К	П	-	-
823	<i>T. obliquus</i> (Turpin) M.J.Wynne	+		+		+		+						+							П-Б	К	П	-	β
	Genus <i>Willea</i> Schmidle																								
824	<i>*W. rectangularis</i> (A.Braun) D.M.John, M.J.Wynne & P.M.Tsarenko	+												+							П	К	П	Ал	β-α
	Family Selenastraceae Blackman & Tansley																								
	Genus <i>Ankistrodesmus</i> Corda																								
825	<i>*A. arcuatus</i> Korshikov	+		+										+							П-Б	К	П	Ин	β
826	<i>*A. falcatus</i> (Corda) Ralfs	+																			Б	К	П	Ал	β
827	<i>*A. fusiformis</i> Corda				+		+														П	К	П	-	β
828	<i>*A. spiralis</i> (W.B.Turner) Lemmermann	+																			П-Б	К	П	Ин	β
	Genus <i>Messastrum</i> T. S.Garcia																								
829	<i>*M. gracile</i> (Reinsch) T.S.Garcia	+																			Б	К	П	-	β
	Genus <i>Monoraphidium</i> Komárková-Legnerová																								
830	<i>*M. convolutum</i> (Corda) Komárková-Legnerová	+		+		+		+						+							П	К	П	Ин	β
	Genus <i>Selenastrum</i> Reinsch																								
831	<i>*S. bibraianum</i> Reinsch	+				+		+						+							Б	К	П	-	β
	Genus <i>Kirchneriella</i> Schmidle																								
832	<i>K. lunaris</i> (Kirchner) Möbius	+	+		+		+		+												П-Б	К	П	-	β
	Genus <i>Quadrigula</i> Printz																								
833	<i>*Q. korsikovii</i> Komárek	+																			П-Б	-	П	Ин	-
	Order Chlamydomonadales F.E.Fritsch																								
	Family Chlamydomonadaceae F.Stein																								
	Genus <i>Chlamydomonas</i> Ehrenberg																								

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пр	1	2	3	4	5								
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С							
868	* <i>E. eupharyngea</i> Moestrup & R.E.Norris																					+					П	Б	М	-	-		
	Empire Prokaryota Allsopp																																
	Kingdom Eubacteria Cavalier-Smith																																
	Phylum Cyanobacteria Stanier ex Cavalier-Smith																																
	Class Cyanophyceae Schaffner																																
	Order Chroococcales Schaffner																																
	Family Chroococcaceae Rabenhorst																																
	Genus <i>Chroococcus</i> Nägeli																																
869	* <i>Ch. minimus</i> (Keissler) Lemmermann	+																									П	К	П	-	-		
870	* <i>Ch. turgidus</i> (Kützing) Nägeli	+		+		+							+														Б	К	П	Ац	о		
871	* <i>Ch. minutus</i> (Kützing) Nägeli	+																									П	К	П	-	о		
	Genus <i>Dactylococcopsis</i> Hansgirg																																
872	* <i>D. raphidioides</i> Hansgirg	+																									П	Б	П	Ал	о		
	Genus <i>Gloeocapsopsis</i> Geitler ex Komárek																																
873	* <i>G. crepidinum</i> (Thuret) Geitler ex Komárek	+																									Б	К	П	Ал	-		
874	* <i>G. magma</i> (Brébisson) Komárek & Anagnostidis ex Komárek	+																									П-Б	К	П	Ал	о		
	Genus <i>Tetrarcus</i> H.Skuja																																
875	* <i>T. ilsteri</i> H.Skuja	+											+														Б	-	П	Ац	-		
	Family Gomphosphaeriaceae Elenkin																																
	Genus <i>Gomphosphaeria</i> Kützing																																
876	* <i>G. aponina</i> Kützing	+		+									+														П-Б	К	П	Ал	β		
	Family Microcystaceae Elenkin																																
	Genus <i>Gloeocapsa</i> Kützing																																
877	* <i>G. punctata</i> Nägeli	+																									Б	-	-	-	-		
	Genus <i>Microcystis</i> Lemmermann																																
878	<i>M. aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	+	+	+	+	+	+		+				+														П	К	П	Ал	β		
879	* <i>M. flosaquae</i> (Wittrock) Kirchner	+																									П	К	П	Ал	β		
880	<i>M. pulvereae</i> (H.C.Wood) Forti	+	+		+		+		+																		П	К	П	-	β		
881	* <i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (Lemmermann) Hollerbach	+																									П	К	П	-	-		
882	* <i>M. smithii</i> Komárek & Anagnostidis	+																									П	-	П	-	-		
883	* <i>M. viridis</i> (A.Braun) Lemmermann	+																									П	К	П	Ал	о-β		
884	* <i>M. wesenbergii</i> (Komárek) Komárek ex Komárek	+		+		+																					П	К	П	Ал	β		
	Order Nostocales Borzi																																
	Family Aphanizomenonaceae																																
	Genus <i>Aphanizomenon</i> A.Morren ex É.Bornet & C.Flahault																																
885	* <i>A. flosaquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	+																									П	К	П	Ил	β		
	Genus <i>Dolichospermum</i> (Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek																																
886	* <i>D. affine</i> (Lemmermann) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	+																									П	К	П	-	β		

№	Таксон	БВ		МВ		БЧ		МЧ			Т			И			Б			Пт	1	2	3	4	5	
		С	Л1	С	Л1	С	Л1	С	Л1	Л2	С	Л3	Л4	С'05	С'04	С'07	С	Л5	Л6							С
	Genus <i>Aphanocapsa</i> C.Nägeli																									
905	* <i>A. delicatissima</i> West & G.S.West	+																				П	К	П	-	-
906	* <i>A. elachista</i> West & G.S.West	+																				П	К	П	-	-
907	<i>A. holsatica</i> (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek	+	+		+		+		+													П	К	П	-	-
908	* <i>A. grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst	+																				П-Б	К	П	Ал	о-β
909	* <i>A. parasitica</i> (Kützing) Komárek & Anagnostidis	+																				Б	К	П	-	-
910	* <i>A. planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis	+																				П	К	П	-	-
	Genus <i>Limnococcus</i> (Komárek & Anagnostidis) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová																									
911	<i>L. limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová	+	+		+		+		+													П-Б	К	П	-	о-β
	Genus <i>Merismopedia</i> Meyen																									
912	* <i>M. glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	+		+										+								П-Б	К	П	Ин	β
913	* <i>M. minima</i> G.Beck	+																				П-Б	К	П	Ал	-
914	* <i>M. tenuissima</i> Lemmermann	+										+			+							П	К	П	Ин	β-α
	Family Synechococcaceae J.Komárek & Anagnostidis																									
	Genus <i>Anathece</i> (Komárek & Anagnostidis) Komárek, Kastovsky & Jezberová																									
915	* <i>A. clathrata</i> (West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová	+																	+			П	К	П	-	β

Примечание: Обозначения: «*» – виды, ранее не зарегистрированные в водах о. Сахалин; БВ – оз. Большое Вавайское, МВ – оз. Малое Вавайское, БЧ – оз. Большое Чибисанское, МЧ – оз. Малое Чибисанское, Т – оз. Тунайча, И – оз. Изменчивое, Пт – оз. Птичь, Б – оз. Буссе. С – собственные данные, Л1 – литературные данные Коптяевой (Коптяева, 1964), Л2 – литературные данные Никулиной (Никулина, 2005), Л3 – литературные данные Усовой с соавторами (Усова и др., 1980), Л4 – архивные данные СахНИРО (Демин, Ключанов, 1991), Л5 – архивные и литературные данные СахНИРО (Характер питания..., 1975; Результаты исследований..., 1977; Материалы..., 1978, Калганова, 1980, 1982, 1983, 1992, 1993, 1995, 2010), Л6 – литературные данные Ефанова и Тепаевой (Ефанов, Тепаева, 2014). 1 – местообитание: П – планктонный, Б – бентосный, П-Б – планктонно-бентосный; 2 – фитогеографическая характеристика: АБ – аркто-бореальный, АБТ – аркто-бореально-тропический, Б – бореальный, БТ – бореально-тропический, К – космополит, а- альпийский, с-а – северо-альпийский; 3 – отношение к солёности воды: М – морской, СМ – солоноватоводно-морской, С – солоноватоводный, ПС – пресноводно-солоноватоводный, П – пресноводный; 4 – отношение к pH: Ал – алкалофил + алкалобионт, Ин – индифферент, Ац – ацидофил + ацидобионт; 5 – сапробность: χ – ксеносапробный, о – олигосапробный, м – мезосапробный, α – α-мезосапробный, β – β-мезосапробный, ρ – полисапробный.

Приложение 2 – Доминирующие виды по численности и по биомассе в различные месяцы в озерах лагунного типа юго-восточной части о. Сахалин

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
BACILLARIOPHYTA						
<i>Achnanthes brevipes</i> C.Agardh	-	-	-	4	-	-
<i>Actinocyclus curvatulus</i> Janisch	-	-	-	-	-	- 7
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	-	-	-	-	2, 8, 11 2, 6–11
<i>Amphora crassa</i> W.Gregory	-	-	-	- 5	-	-
<i>A. ocellata</i> Donkin	-	-	-	-	8	-
<i>A. ovalis</i> Kutzing	-	-	-	-	- 6	-
<i>A. ostrearia</i> Brébisson ex Kützing	-	-	-	1	-	-
<i>Arachnoidiscus ehrenbergii</i> Bailey	-	-	-	- 1, 6	-	-
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	-	- 7, 9	-	-	-	-
<i>A. formosa</i> var. <i>gracillima</i> (Hantzsch) Grunow	-	-	-	1	-	-
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	-	- 2, 5–9, 11	-	-	-	- 2
<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	7 7	7 5–11, 2	-	-	-	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
<i>A. subarctica</i> (Otto Müller) E.Y.Haworth	7	-			2	2
	-	5, 7, 8	-	-	-	-
<i>Caloneis westii</i> (W.Smith) Hendey	-	-	-	-	7	-
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve	-	-	6, 7, 11	-	-	-
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kutzing) D.M.Williams & Round	-	-	-	-	6	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	-	-	-	-	11	-
<i>C. placentula</i> Ehrenberg	-	-	10	-	-	-
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg	-	-	10–11	1, 9	-	-
	-	-	10	-	-	-
<i>Coscinodiscopsis commutata</i> (Grunow) E.A.Sar & I.Sunesen	-	-	10–11	-	-	-
	-	-	2, 6–11	-	-	-
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg	-	-	-	8, 10, 11	-	-
<i>C. concinnus</i> W.Smith	-	-	-	-	-	11
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg	-	-	-	6	-	-
<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann	-	-	-	3, 4	6	-
	-	-	-	4	6, 7	-
<i>Cyclotella litoralis</i> Lange & Syvertsen	-	-	-	-	5	-
<i>C. meneghiniana</i> Kützing	-	-	-	3, 4	-	-
	7	7, 11	-	3, 4	-	-
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	-	-	-	1	-	9
	-	-	-	1	-	9

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	-	-	<u>5</u> 5, 10	-	-	-
<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grun.	-	-	-	-	<u>-</u> 8	-
<i>Entomoneis ornata</i> (Bailey) Reimer	-	<u>-</u> 5-7	-	-	-	-
<i>Eunotia major</i> (W.Smith) Rabenhorst	-	<u>-</u> 2	-	-	-	-
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	-	-	<u>6</u> 6	-	-	-
<i>Fragilariopsis oceanica</i> (Cleve) Hasle	-	-	-	<u>6</u> -	<u>5, 6</u> 5	-
<i>Frustulia vulgare</i> (Thwaites) De Toni	-	<u>-</u> 2, 7	-	-	-	-
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	-	-	-	-	<u>2</u> 2	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	<u>1</u> 6	-	-
<i>G. attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	<u>-</u> 6	-	-
<i>G. balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	-	-	-	<u>-</u> 6	<u>5, 9</u> 5-9	-
<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory) Ruck & Nakov	-	-	-	<u>1</u> 1	-	-
<i>Lindavia comta</i> (Kützing) Nakov, Gullory, Julius, Theriot & Alverson	-	<u>-</u> 7	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	-	-	<u>4, 6</u> 4-8, 10	-	<u>2</u> 2	-
<i>M. nummuloides</i> C.Agardh	-	-	<u>-</u> 7	-	<u>11</u> -	-
<i>M. moniliformis</i> (O.F.Müller) C.Agardh	-	-	-	-	-	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
			7			
<i>Minidiscus proschkinae</i> (Makarova) J.S.Park & J.H.Lee	-	-	5 5	-	-	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain	-	-	-	-	8 -	-
<i>N. distans</i> (W.Smith) Ralfs	-	-	-	- 1	-	-
<i>N. gelida</i> var. <i>subimpressa</i> (Grunow) Cleve	-	-	-	1 1	-	-
<i>N. rhynchocephala</i> Kützing	-	7 7	-	-	-	-
<i>N. septentrionalis</i> Cleve	-	-	-	-	-	2 2
<i>N. simplex</i> Krasske	-	-	-	1 -	-	-
<i>N. transitans</i> f. <i>delicatula</i> Heimdal	-	-	-	1 -	-	-
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	-	-	-	-	9 -	-
<i>Neodenticula seminae</i> (Simonsen & T.Kanaya) Akiba & Yanagisawa	-	-	-	-	2 -	-
<i>Nitzschia frigida</i> Grunow	-	-	-	4 4	-	-
<i>N. gracilis</i> Hantzsch	-	- 6	-	-	-	-
<i>N. palea</i> (Kützing) W.Smith	-	-	5-6 -	-	-	-
<i>N. reversa</i> W. Smith	-	-	-	-	9 -	-
<i>N. sigma</i> (Kützing) W.Smith	-	- 7	-	-	-	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) C.Agardh	-	-	-	1	-	-
				5	6	6
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	2, 6, 7, 11
						-
<i>Pantocsekiella kuetzingiana</i> (Thwaites) K.T.Kiss & E.Ács	-	-	-	-	-	-
		7				
<i>Pinnularia quadratarea</i> var. <i>constricta</i> (Østrup) Gran	-	-	-	3	-	-
				3		
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i> (Grunow) Hasle, Stosch & Syvertsen	-	-	-	-	-	2
						-
<i>Pleurosigma angulatum</i> (J.T. Quekett) W.Smith	-	-	-	1, 4-6	7	-
				-	6	
<i>P. elongatum</i> W.Smith	-	-	-	-	7, 9	-
				6, 9	7, 9	
<i>P. formosum</i> W. Smith	-	-	-	-	8	-
				-	8	
<i>P. normanii</i> Ralfs	-	-	-	-	-	-
				9		
<i>P. strigosum</i> W.Smith	-	-	-	-	-	8
						8, 9, 11
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	-	-	-	5	-	5
				5		5
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-
			7			
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	-	-	-	8	2, 6, 9	9, 10
				8	-	10
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	-	-	-	-	10	-
				1	-	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	-	7	-	-	-	-
		7				
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	-	-	-	-	-	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
		7, 10				
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo	-	-	-	-	11	-
<i>Th. nitzschoides</i> (Grunow) Mereschkowsky	-	-	-	1, 3, 11 11	2 2	-
<i>Thalassiosira baltica</i> (Grunow) Ostenfeld	-	-	5, 10 5-7	-	-	-
<i>Th. hyalina</i> (Grunow) Gran	-	-	5 5	-	-	-
<i>Th. nordenskiöldii</i> Cleve	-	-	- 2	1, 4, 11 1, 4, 11	5 5	2 2
<i>Thalassiosira</i> Cleve species	-	-	-	-	5 5	-
<i>Trigonium arcticum</i> (Brightwell) Cleve	-	-	-	- 7	-	-
CERCOZOA						
<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann	-	-	-	-	- 7	-
CHLOROPHYTA						
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E.Hegewald	-	- 8	-	-	-	-
<i>D. communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	-	7 7-8	-	-	-	-
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komárková-Legnerová	-	-	2, 4-7 -	-	-	-
<i>Pterosperma cristatum</i> Schiller	-	-	-	1 -	-	-
<i>Pyramimonas semiglobosa</i> Pascher	-	-	2, 6, 11 6	4, 5, 11 -	-	-
<i>Tetradesmus obliquus</i> (Turpin) M.J.Wynne	-	-	-	-	10 -	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
<i>Tetraselmis inconspicua</i> Butcher	-	-	-	6, 10 -	-	-
CYANOBACTERIA						
<i>Anathece clathrata</i> (West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová	-	9 -	-	-	-	-
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West	-	9, 11 -	-	-	-	-
<i>A. holsatica</i> (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek	-	2, 5-11 11	-	-	-	-
<i>A. planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis	-	7-9, 11 -	-	-	-	-
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli	-	-	7 7	-	-	-
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	7	7 7	6-10 6-9	- 6	-	-
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	-	-	-	-	-	-
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	7 -	5, 7 -	-	-	-	-
<i>M. flosaquae</i> (Wittrock) Kirchner	-	- 9	-	-	-	-
<i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (Lemm.) Hollerb.	-	2, 5-11 11	-	-	-	-
<i>M. viridis</i> (A.Braun) Lemmermann	-	2, 8 8	-	-	-	-
<i>M. wesenbergii</i> (Komárek) Komárek ex Komárek	7 -	-	-	-	-	-
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	-	7 -	-	-	-	-
<i>Woronichinia compacta</i> (Lemmermann) Komárek & Hindák	-	-	-	-	10 -	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
CRYPTOPHYTA						
<i>Plagioselmis prolunga</i> Butcher ex G.Novarino, I.A.N.Lucas, & S.Morrall	-	-	2, 6, 10–11 2, 9–10	1, 5–11 6	2, 5–11 2, 9–11	5–8, 10, 11 11
<i>Rhodomonas salina</i> (Wislouch) D.R.A.Hill & R.Wetherbee	-	-	-	6 6	-	2 2
<i>Teleaulax acuta</i> (Butcher) D.R.A.Hill	-	2	2, 7, 10–11 2, 7, 10	10 -	2, 7, 8 2	-
EUGLENOZOA						
<i>Euglena pascheri</i> Swirenko	-	-	-	-	6 6	-
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	-	-	-	8 8	-	-
<i>Eutreptiella eupharyngea</i> Moestrup & R.E.Norris	-	-	-	-	-	2 2
OCHROPHYTA						
<i>Dinobryon cylindricum</i> O.E.Imhof	-	- 6–9	-	-	-	-
<i>Kephyrion</i> Pascher species	-	-	-	6 -	-	-
<i>Mallomonas</i> Perty species (cyst)	-	-	2, 4–7, 10 2, 4–6, 10	-	-	-
MIOZOA						
<i>Akashiwo sanguinea</i> (K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup	-	-	-	-	- 8, 9	-
<i>Archaeoperidinium minutum</i> (Kofoid) Jørgensen	-	-	-	6 -	-	-
<i>A. constrictum</i> (T.H.Abé) T.Liu, K.N.Mertens, K.Matsuoka & H.Gu	-	-	-	5 -	-	-
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann	-	-	-	-	11 10, 11	-
<i>D. acuta</i> Ehrenberg	-	-	-	-	6	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
					-	
<i>D. norvegica</i> Claparède & Lachmann	-	-	-	6 5, 6	- 7	-
<i>Diplopsalopsis orbicularis</i> (Paulsen) Meunier	-	-	6-10 7, 10	- 6	-	-
<i>Gonyaulax diegensis</i> Kofoid	-	-	-	-	- 7	-
<i>G. digitalis</i> (C.H.G.Pouchet) Kofoid	-	-	-	- 6, 8	7 7	- 7
<i>G. spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing	-	-	-	7 7	- 7	-
<i>G. polygramma</i> Stein	-	-	-	-	- 6	-
<i>G. verior</i> Sournia	-	-	-	- 8	-	-
<i>Gymnodinium albulum</i> Er.Lindemann	-	-	-	-	2 -	-
<i>G. antarcticum</i> A.E.Thessen, D.J.Patterson & S.A.Murray	-	-	-	-	- 2	-
<i>G. galeatum</i> J.Larsen	-	-	-	-	2, 6, 9 2, 6	-
<i>G. wulffii</i> J.Schiller	-	-	-	-	2 2	-
<i>Gyrodinium formosum</i> P.H.Campbell	-	-	-	-	2 -	-
<i>G. nasutum</i> (Wulff) J.Schiller	-	-	-	- 5	-	-
<i>G. spirale</i> (Bergh) Kofoid & Swezy	-	-	-	- 5	2 2, 8	-
<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Gert Hansen	-	-	-	-	2, 10, 11	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
<i>Lebouridinium glaucum</i> (Lebour) F.Gómez, H.Takayam, D.Moreira & P.López-García	-	-	-	-	8, 11 6 6	-
<i>Lingulodinium polyedra</i> (F.Stein) J.D.Dodge	-	-	-	6	-	-
<i>Nematopsides vigilans</i> (Marshall) Greuet	-	-	-	-	- 6, 10	-
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid & Swezy	-	-	-	-	- 6, 7, 9	-
<i>Oblea baculifera</i> Balech ex Loeblich Jr. & Loeblich III	-	-	-	-	10 -	-
<i>Parvodinium umbonatum</i> (F.Stein) Carty	-	- 2	-	-	-	-
<i>Peridiniella catenata</i> (Levander) Balech	-	2 2	- 5-7	-	-	-
<i>Preperidinium meunieri</i> (Pavillard) Elbrächter	-	-	-	-	-	- 6
<i>Pronoctiluca pelagica</i> Fabre-Domergue	-	-	-	-	-	2 2
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich III	-	-	-	5 -	-	-
<i>P. micans</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	8-11 7-11
<i>P. triestinum</i> J.Schiller	-	-	-	-	-	7, 8 8
<i>Protodinium simplex</i> Lohmann	-	-	-	-	7 -	-
<i>Protoperidinium bipes</i> (Paulsen) Balech	-	-	-	-	- 6	-
<i>P. brevipes</i> (Paulsen) Balech	-	-	-	- 1, 5	2 2	-

Отдел, вид	Озера					
	Ч	В	Т	И	П	Б
<i>P. conicum</i> (Gran) Balech	-	-	-	-	- 6	-
<i>P. curtipes</i> (Jørgensen) Balech	-	-	-	- 9	-	-
<i>P. depressum</i> (Bailey) Balech	-	-	-	- 6	-	-
<i>P. oblongum</i> (Aurivillius) Parke et Dodge	-	-	-	-	- 6	-
<i>P. pallidum</i> (Ostenfeld) Balech	-	-	-	- 5	-	- 2
<i>P. pellucidum</i> Bergh	-	-	-	- 8, 10	- 6, 8, 9	-
<i>P. steinii</i> (Jørgensen) Balech	-	-	-	-	- 8, 10	-
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez	-	-	-	9 9, 10	2, 8–11 2, 8–11	-
<i>T. longipes</i> (Bailey) F.Gómez	-	-	-	-	7 7, 9, 10	-
<i>T. muelleri</i> Bory	-	-	- 6	-	-	-

Примечание: Цифра на чертой – месяц, когда вид доминировал по численности, под чертой – по биомассе. Обозначения лагун те же, что на рисунке 3.1.1.

Приложение 3 – Краткая характеристика сезонных фитопланктонных комплексов лагунных озер юго-восточного Сахалина
 Таблица 1 – Краткая характеристика фитопланктонных комплексов Вавайских озер по данным съемки в мае–ноябре 2007 г. и феврале 2008 г.

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели		Показатели обилия			Доминирующие отделы		Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	O ₂ , мг/л	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	по численности (%)	по биомассе (%)	по численности	по биомассе
V	<i>Komma caudata</i> + <i>Aulacoseira granulata</i>	0, дно	0–6	4,8–5,4	11,4–12,3	104	2,66	0,266	Сyanobacteria (84)	Bacillariophyta (52) Cryptophyta (22) Сyanobacteria (10)	<i>Microcystis aeruginosa</i> (62%)	<i>Komma caudata</i> (12%), <i>Aulacoseira granulata</i> (12%)
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0, дно	0–3	4,8–6,4	11,3–12,5	137	1,01	0,287	Сyanobacteria (73)	Bacillariophyta (52)	<i>M. aeruginosa</i> (27%)	<i>Tabellaria flocculosa</i> (25%)
	<i>Aulacoseira ambigua</i> + <i>Peridiniella catenata</i>	дно	3–6	4,8–6,5	11,3–12,8	113	2,06	0,321	Сyanobacteria (86)	Bacillariophyta (61)	<i>Microcystis pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (45%)	<i>Aulacoseira ambigua</i> (15%), <i>Peridiniella catenata</i> (14%)
VI	<i>Aulacoseira granulata</i> + <i>Entomoneis ornata</i> + <i>Tabellaria flocculosa</i>	0, дно	0–6	16,3–17,7	6,9–7,8	73	22,14	0,558	Сyanobacteria (97)	Bacillariophyta (69)	<i>Microcystis pulvereae</i> (27%), <i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (47%)	<i>Aulacoseira granulata</i> (16%), <i>Entomoneis ornata</i> (10%), <i>Tabellaria flocculosa</i> (10%)
	<i>Nitzschia gracilis</i>	0, дно	0–5	16,8–17,1	6,7–7,7	107	27,25	1,348	Сyanobacteria (94)	Bacillariophyta (68)	<i>M. pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (27%), <i>Aphanocapsa delicatissima</i> (24%)	<i>Nitzschia gracilis</i> (12%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели		Показатели обилия			Доминирующие отделы		Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	O ₂ , мг/л	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	по численности (%)	по биомассе (%)	по численности	по биомассе
VII	<i>Aulacoseira granulata</i> + <i>Aulacoseira ambigua</i>	0, дно	0–6	17,3– 21,1	64,5–98	148	8,81	1,066	Цyanobacteria (88)	Bacillariophyta (90)	<i>Aphanocapsa planctonica</i> (10%), <i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (17%), <i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (49%)	<i>Aulacoseira granulata</i> (16%), <i>Aulacoseira ambigua</i> (25%)
	<i>Aulacoseira granulata</i> + <i>Tabellaria flocculosa</i> + <i>Aulacoseira subarctica</i>	0, дно	0–5	18,9– 20,1	93–97,1	96	9,62	0,454	Цyanobacteria (94)	Chlorophyta (16), Bacillariophyta (80)	<i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (76%)	<i>Aulacoseira granulata</i> (30%), <i>Tabellaria flocculosa</i> (12%), <i>Aulacoseira subarctica</i> (10%)
	<i>Dinobryon cylindricum</i>	0	0	21,4	99,1	42	0,68	0,053	Цyanobacteria (94)	Bacillariophyta (54), Ochrophyta (35)	<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>minor</i> (85%)	<i>Dinobryon cylindricum</i> (35%)
	<i>Tabellaria fenestrata</i>	дно	2	19,8	52,3	69	18,89	12,59	Цyanobacteria (66), Bacillariophyta (33)	Bacillariophyta (99)	<i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (36%), <i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (29%)	<i>Tabellaria fenestrata</i> (24%)
VIII	<i>Aulacoseira granulata</i>	0	0	20,6– 21,0	86,9– 93,3	110	17,76	0,623	Цyanobacteria (96)	Цyanobacteria (17), Chlorophyta (20), Bacillariophyta (62)	<i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (11%), <i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (75%)	<i>Aulacoseira granulata</i> (24%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели		Показатели обилия			Доминирующие отделы		Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	O ₂ , мг/л	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	по численности (%)	по биомассе (%)	по численности	по биомассе
	<i>Aulacoseira subarctica</i>	0, дно	0–3	20,6–20,6	64–94	67	20,95	0,741	Цyanobacteria (93)	Цyanobacteria (22), Chlorophyta (14), Bacillariophyta (63)	<i>Microcystis flosaquae</i> (10), <i>M. pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (42%)	<i>Aulacoseira subarctica</i> (29%)
	<i>Aulacoseira ambigua</i> + <i>Desmodesmus brasiliensis</i>	0, дно	0–6	20,3–21,5	83,3–93,5	131	21,73	1,143	Цyanobacteria (91)	Цyanobacteria (13), Chlorophyta (27), Bacillariophyta (59)	<i>Microcystis pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (18%), <i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (57%)	<i>Aulacoseira ambigua</i> (28%), <i>Desmodesmus brasiliensis</i> (16%)
	<i>Aulacoseira ambigua</i> + <i>Microcystis viridis</i>	0, дно	0–6	20–20,8	72,5–91	98	47,58	1,189	Цyanobacteria (97)	Цyanobacteria (43), Chlorophyta (19), Bacillariophyta (36)	<i>M. pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (67%), <i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (10%)	<i>Aulacoseira ambigua</i> (10%), <i>M. viridis</i> (27%)
	<i>Dinobryon cylindricum</i>	0	0	21,1	82	48	12,43	0,682	Цyanobacteria (94)	Bacillariophyta (33), Ochrophyta (44)	<i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (89%)	<i>Dinobryon cylindricum</i> (43%)
	<i>Tabellaria fenestrata</i>	дно	2	16,9	67	73	15,98	3,02	Цyanobacteria (84), Bacillariophyta (14)	Bacillariophyta (91)	<i>Microcystis pulvereae</i> f. <i>minor</i> (76%)	
	<i>Asterionella formosa</i> + <i>M. aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i>	0, дно	0–1	14,1–14,4	83–89,7	84	331,56	7,39	Цyanobacteria (98)	Цyanobacteria (37), Bacillariophyta (51)	<i>Microcystis aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i> (35%)	<i>Asterionella formosa</i> (42%)
IX	<i>Aulacoseira ambigua</i>	0, дно	0–6	13,5–14,5	79,8–91,3	139	203,01	6,30	Цyanobacteria (97)	Цyanobacteria (22), Bacillariophyta (63)	<i>Microcystis pulvereae</i> f. <i>minor</i> (52%)	<i>Aulacoseira ambigua</i> (26%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели		Показатели обилия			Доминирующие отделы		Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	O ₂ , мг/л	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	по численности (%)	по биомассе (%)	по численности	по биомассе
X	<i>Aulacoseira granulata</i> + <i>Tabellaria flocculosa</i>	0, дно	0–6	7,5–8,6	78–94,1	87	70,10	1,165	Цyanobacteria (99)	Bacillariophyta (82)	<i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (18%), <i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (74%)	<i>Aulacoseira granulata</i> (29%), <i>Tabellaria flocculosa</i> (25%)
	<i>Aulacoseira ambigua</i>	0, дно	0–3	3–3,9	6,6–9,4	99	38,55	1,4	Цyanobacteria (96)	Цyanobacteria (12), Bacillariophyta (77)	<i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (26%), <i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (52%)	<i>Aulacoseira ambigua</i> (34%)
	<i>Aulacoseira subarctica</i> + <i>A. ambigua</i>	дно	0–6	3,0–4,0	6,6–9,9	93	54,91	1,369	Цyanobacteria (96)	Цyanobacteria (21), Chlorophyta (12), Bacillariophyta (65)	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> (14%), <i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (14%), <i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (52%)	<i>Aulacoseira subarctica</i> (18%), <i>A. ambigua</i> (15%)
XI	<i>Microcystis viridis</i> + <i>Aulacoseira granulata</i>	дно	0–6	3,8–4,1	7,8–10,7	87	75,35	0,961	Цyanobacteria (98)	Цyanobacteria (16), Bacillariophyta (42)	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> (15%), <i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (16%), <i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (42%)	<i>Microcystis viridis</i> (10%)
II	<i>Peridiniella catenata</i>	0, дно	0–6	0,2–5,0	4,3–47,6	44	0,081	0,063	Цyanobacteria (76), Bacillariophyta (10)	Miozoa (75), Bacillariophyta (19)	<i>M. pulverea</i> f. <i>minor</i> (48%)	<i>Peridiniella catenata</i> (75%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели		Показатели обилия			Доминирующие отделы		Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	O ₂ , мг/л	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	по численности (%)	по биомассе (%)	по численности	по биомассе
	<i>Frustulia vulgaris</i>	дно	2–5	1–4,5	5,5–69	42	48,99	0,79	Сyanobacteria (91)	Bacillariophyta (99)	<i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (99%)	<i>Frustulia vulgaris</i> (21%), <i>Tabellaria flocculosa</i> (15%)
	<i>Eunotia major</i>	0	0	0,2	9,6	22	6,98	0,058	Сyanobacteria (99)	Сyanobacteria (12), Cryptophyta (20), Bacillariophyta (61)	<i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (93%)	<i>Eunotia major</i> (27%)

Таблица 2 – Краткая характеристика сезонных фитопланктонных комплексов оз. Тунайча по данным съемок в апреле–октябре 2002 г. и феврале–октябре 2003 г.

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	pH	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
IV	<i>Mallomonas</i> sp.(cyst)+ <i>Ankistrodesmus convolutus</i>	0, дно	0–10	2,5–4,7	2,1–2,5	7,44–8,15	70	494,89	222,881	1,00	0,94	<i>Mallomonas</i> sp. (cyst) (70%), <i>Ankistrodesmus convolutus</i> (21%)	<i>Mallomonas</i> sp. (cyst) (81%)
	<i>Melosira varians</i> + <i>Ankistrodesmus convolutus</i>	дно	10	2,8	2,4	7,67	19	99,43	65,754	1,29	1,15	<i>Melosira varians</i> (27%), <i>Ankistrodesmus convolutus</i> (56%)	<i>Melosira varians</i> (70%)
V	<i>Peridiniella catenata</i> + <i>Diatoma vulgare</i> + <i>Ankistrodesmus convolutus</i>	0, дно	0–10	7,1–8,2	2,2–2,3	7,71–7,89	70	260,91	116,196	1,86	1,97	<i>Ankistrodesmus convolutus</i> (45%), <i>Diatoma vulgare</i> (18%)	<i>Diatoma vulgare</i> (17%), <i>Peridiniella catenata</i> (41%)
	<i>Melosira varians</i> + <i>Diatoma vulgare</i> + <i>Ankistrodesmus convolutus</i>	дно	3	6,9	2,3	7,71	39	550,58	391,671	2,30	2,45	<i>Melosira varians</i> (15%), <i>Diatoma vulgare</i> (16%), <i>Ankistrodesmus convolutus</i> (31%)	<i>Melosira varians</i> (37%)
VI	<i>Melosira varians</i> + <i>Mallomonas</i> sp. (cyst)+ <i>Dolichospermum spiroides</i> + <i>Pyramimonas</i> sp.	0, дно	0–10	12,6–12,8	2,3–2,4	7,46–7,51	81	105,22	30,336	2,20	2,83	<i>Mallomonas</i> sp. (cyst) (16%), <i>Dolichospermum spiroides</i> (28%), <i>Pyramimonas</i> sp. (17%)	<i>Melosira varians</i> (19%), <i>Mallomonas</i> sp. (cyst) (12%), <i>Dolichospermum spiroides</i> (11%)
	<i>Melosira varians</i> + <i>Chaetoceros subtilis</i> + <i>Ankistrodesmus convolutus</i> + <i>Pyramimonas</i> sp.	дно	10	12,6	2,3	7,4	17	32,84	11,801	1,93	1,93	<i>Chaetoceros subtilis</i> (19%), <i>Pyramimonas</i> sp. (19%), <i>Ankistrodesmus convolutus</i> (34%)	<i>Chaetoceros subtilis</i> (44%), <i>Melosira varians</i> (18%)
VII	<i>Chaetoceros subtilis</i> + <i>Cryptomonas</i> sp.	0, дно	0–10	12,7–12,8	2,3	7,48	30	77,06	47,238	1,67	1,36	<i>Chaetoceros subtilis</i> (51%), <i>Cryptomonas</i> sp. (21%)	<i>Chaetoceros subtilis</i> (65%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	pH	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Dolichospermum spiroides</i> + <i>Diplopsalopsis orbicularis</i>	0, дно	0–10	12,6–12,8	2,3	7,01–7,53	18	204,88	64,264	0,79	1,72	<i>Dolichospermum spiroides</i> (83%)	<i>Diplopsalopsis orbicularis</i> (33%), <i>Dolichospermum spiroides</i> (30%)
	<i>Melosira varians</i> + <i>Bacillaria paradoxa</i>	0, дно	0–10	12,7–12,8	2,3	7,46–7,47	27	927,97	1083,315	2,32	1,71	<i>Melosira varians</i> (23%), <i>Bacillaria paradoxa</i> (15%)	<i>Melosira varians</i> (50%), <i>Bacillaria paradoxa</i> (14%)
VII	<i>Dolichospermum spiroides</i> + <i>Diplopsalopsis orbicularis</i>	0, дно	0–10	15,1–15,6	2,3–2,5	7,55–7,71	42	416,60	103,000	0,22	1,27	<i>Dolichospermum spiroides</i> (96%)	<i>Dolichospermum spiroides</i> (44%), <i>Diplopsalopsis orbicularis</i> (41%)
IX	<i>Dolichospermum spiroides</i> + <i>Diplopsalopsis orbicularis</i>	0, дно	0–10	16,2–17,0	2,3–2,4	7,69–7,85	37	1016,65	209,519	0,12	0,99	<i>Dolichospermum spiroides</i> (98%)	<i>Dolichospermum spiroides</i> (54%), <i>Diplopsalopsis orbicularis</i> (40%)
	<i>Dolichospermum spiroides</i> + <i>Coscinodiscopsis commutata</i>	дно	3	16,4	2,4	7,67	10	19	14,736	1,45	1,20	<i>Dolichospermum spiroides</i> (51%)	<i>Coscinodiscopsis commutata</i> (68%)
X	<i>Mallomonas sp.</i> (cyst)+ <i>Coscinodiscopsis commutata</i>	0, дно	0–10	8,7–10,1	2,3–2,5	6,88–7,66	63	16,47	33,621	2,73	1,36	<i>Mallomonas sp.</i> (cyst) (31%)	<i>Coscinodiscopsis commutata</i> (73%)
	<i>Cocconeis placentula</i> + <i>Rhoicosphaenia curvata</i> + <i>Mallomonas sp.</i> (cyst)	0	0	10	2,3	7,41	14	4,87	2,668	2,30	1,98	<i>Cocconeis placentula</i> (16%), <i>Rhoicosphaenia curvata</i> (16%), <i>Mallomonas sp.</i> (cyst) (16%)	<i>Cocconeis placentula</i> (35%), <i>Rhoicosphaenia curvata</i> (14%)
2003 г.													
II	<i>Teleaulax acuta</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i> + <i>Chaetoceros subtilis</i> + <i>Ankistrodesmus convolutus</i>	дно	3	–	–	–	5	0,603	0,094	1,46	1,42	<i>Teleaulax acuta</i> (31%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (31%), <i>Ankistrodesmus convolutus</i> (23%)	<i>Teleaulax acuta</i> (38%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (25%), <i>Chaetoceros sp.</i> (25%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	pH	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Mallomonas sp. (cyst)+Plagioselmis prolonga</i>	0, дно	0–10	0,3–1	2,5–2,6	–	17	18,16	4,852	1,27	1,52	<i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (47%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (37%)	<i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (50%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (17%)
	<i>Ankistrodesmus convolutus+Coscinodiscopsis commutata</i>	0, дно	0–10	0	1,3	7,71	10	2,33	7,599	1,86	0,71	<i>Ankistrodesmus convolutus</i> (33%)	<i>Coscinodiscopsis commutata</i> (81%)
	<i>Thalassiosira baltica</i>	0, дно	0–10	0–0,6	1,3–2,5	7,52–8,3	24	4,77	3,307	2,36	1,18	<i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (16%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (23%)	<i>Thalassiosira baltica</i> (73%)
	<i>Teleaulax acuta+Pyramimonas sp.+Mallomonas sp. (cyst)+Gymnodinium blax</i>	0	0	–	–	–	10	11,96	2,016	2,09	2,06	<i>Teleaulax acuta</i> (18%), <i>Pyramimonas sp.</i> (19%), <i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (11%), <i>Gymnodinium blax</i> (12%)	<i>Teleaulax acuta</i> (19%), <i>Pyramimonas sp.</i> (19%), <i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (19%), <i>Tetraselmis sp.</i> (13%)
V	<i>Thalassiosira baltica+Thalassiosira hyalina+Mallomonas sp. (cyst)</i>	0, дно	0–10	6,7–7,5	–	–	85	457,1	720,778	2,15	1,52	<i>Thalassiosira baltica</i> (12%), <i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (38%)	<i>Thalassiosira baltica</i> (45%), <i>Thalassiosira hyalina</i> (30%)
	<i>Mallomonas sp. (cyst)+Fragilaria crotonensis</i>	0	0	7,3	–	–	21	1047,07	776,702	1,45	1,54	<i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (47%), <i>Fragilaria crotonensis</i> (27%)	<i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (53%), <i>Fragilaria crotonensis</i> (13%)
VI	<i>Thalassiosira baltica+Melosira varians+Mallomonas sp. (cyst)</i>	0, дно	0–10	13–14	2,3	7,52	55	25,16	13,654	2,02	2,20	<i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (50%)	<i>Thalassiosira baltica</i> (33%), <i>Melosira varians</i> (22%), <i>Mallomonas sp. (cyst)</i> (15%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	pH	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Dolichospermum spiroides</i> + <i>Diplopsalopsis orbicularis</i>	0	0	13–14	–	–	36	177,71	38,514	0,47	1,47	<i>Dolichospermum spiroides</i> (92%)	<i>Diplopsalopsis orbicularis</i> (48%), <i>Dolichospermum spiroides</i> (32%)
	<i>Dolichospermum spiroides</i>	0	0	13–14	–	–	25	508,43	77,079	0,31	1,02	<i>Dolichospermum spiroides</i> (95%)	<i>Dolichospermum spiroides</i> (71%)
VII	<i>Dolichospermum spiroides</i>	0, дно	0–10	13,5–16,9	2,5–2,6	7,1–7,7	46	710,23	111,657	0,11	1,02	<i>Dolichospermum spiroides</i> (99%)	<i>Dolichospermum spiroides</i> (71%)
	<i>Coscinodiscopsis commutata</i>	0, дно	0–10	13,5–16,9	2,5–2,6	7,1–7,7	24	31,71	183,904	1,97	0,52		<i>Coscinodiscopsis commutata</i> (90%)
IX	<i>Dolichospermum spiroides</i> + <i>Coscinodiscopsis commutata</i>	0, дно	0–10	18,7–18,9	2,5–2,6	7,65–8,3	40	2873,53	616,100	0,04	0,98	<i>Dolichospermum spiroides</i> (99%)	<i>Dolichospermum spiroides</i> (38%), <i>Coscinodiscopsis commutata</i> (53%)
X	<i>Coscinodiscopsis commutata</i> + <i>Mallomonas</i> sp. (cyst)	0, дно	0–10	11,5–12,9	2,5–2,6	6,6–7,6	51	14,03	128,173	2,21	0,66	<i>Mallomonas</i> sp. (cyst) (30%)	<i>Coscinodiscopsis commutata</i> (84%)

Таблица 3 – Краткая характеристика фитопланктонных комплексов оз. Изменчивое по данным съемок в апреле–октябре 2002 г. и феврале–октябре 2003 г.

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	pH	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
I (2005 г.)	<i>Actinocyclus octonarius</i> + <i>Gyrosigma attenuatum</i>	дно	3	–	–	–	13	11,388	386,858	2,00	1,45	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (14%), <i>Rhabdonema arcuatum</i> (15%), <i>Navicula transitans</i> var. <i>delicatula</i> (29%)	<i>Actinocyclus octonarius</i> (47%)
	<i>Actinocyclus octonarius</i> + <i>Iconella tenera</i>	дно	4	(-1,4)	31,6	7,66	17	5,004	308,236	1,85	1,80	<i>Surirella tenera</i> (45%)	<i>Surirella tenera</i> (27%), <i>Actinocyclus octonarius</i> (26%)
	<i>Actinocyclus octonarius</i> + <i>Amphora ostrearia</i>	дно	4	–	–	–	7	13,107	586,110	1,57	0,85	<i>Amphora ostrearia</i> (24%)	<i>Actinocyclus octonarius</i> (72%), <i>Amphora ostrearia</i> (19%)
	<i>Surirella ovalis</i>	0	0	-1,4	27,1–32,5	7,39–7,75	10	0,70	4,232	2,10	0,59	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (23%)	<i>Surirella ovalis</i> (88%)
	<i>Navicula gelida</i> var. <i>subimpressa</i> + <i>Scoliotropis latestri</i>	0	0	-1,9	25,7	7,9	12	0,932	3,736	1,38	1,43	<i>Navicula gelida</i> var. <i>subimpressa</i> (65%)	<i>Navicula gelida</i> var. <i>subimpressa</i> (35%), <i>Scoliotropis latestriata</i> (39%)
	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> + <i>Protoperidinium brevipes</i>	0	0	–	–	–	12	1,183	3,551	2,20	1,86	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (32%)	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (31%), <i>Protoperidinium brevipes</i> (21%), <i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hiemalis</i> (19%), <i>Navicula transitans</i> var. <i>asymmetrica</i> (13%)
III	<i>Pinnularia quadratarea</i> var. <i>constricta</i>	0	0	(-0,6)–(-1,0)	30,5–32,6	7,15–7,5	17	0,997	18,977	2,07	1,93	<i>Pinnularia quadratarea</i> var. <i>constricta</i> (33%)	<i>P. quadratarea</i> var. <i>constricta</i> (14%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	pH	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
IV	<i>Nitzschia frigida</i> + <i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0-(-0,4)	30,2-31,8	7,43-7,47	23	12,444	29,291	1,52	1,74	<i>Nitzschia frigida</i> (54%)	<i>Nitzschia frigida</i> (43%), <i>Cyclotella meneghiniana</i> (17%)
	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> + <i>Melosira nummuloides</i>	0	0	0	32,6	7,66	11	2,221	15,428	1,40	1,36	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (53%), <i>Pinnularia quadratarea</i> var. <i>constricta</i> (17%), <i>Melosira nummuloides</i> (17%)	<i>T.nordenskioldii</i> (62%)
	<i>Navicula halophila</i>	0	0	-0,5	32	7,48	10	333,130	413,346	0,05	0,08	<i>Navicula halophila</i> (99%)	<i>N. halophila</i> (99%)
V	<i>Protoperidinium pallidum</i> + <i>Gyrodinium spirale</i> + <i>Rhizosolenia setigera</i>	0, дно	0-2	7,6-8,4	26,4-26,8	8,04-8,14	51	3,227	22,418	2,87	2,28	<i>Rhizosolenia setigera</i> (16%)	<i>Protoperidinium pallidum</i> (28%), <i>Gyrodinium spirale</i> (21%), <i>Rhizosolenia setigera</i> (18%)
	<i>Gyrodinium spirale</i> + <i>Odontella aurita</i> + <i>Pyramimonas</i> sp.	0	0	8,3	25,8	8,05	25	6,593	2,40	2,36	35,379	<i>Gyrodinium spirale</i> (17%), <i>Pyramimonas</i> sp. (30%)	<i>Gyrodinium spirale</i> (24%), <i>Odontella aurita</i> (19%)
	<i>Rhizosolenia setigera</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0, дно	0-2	8,2-8,4	25,8-26,8	8,0-8,1	53	5,103	2,66	2,88	22,495	<i>R. setigera</i> (13%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (30%)	<i>R. setigera</i> (24%)
VII	<i>Gonyaulax spinifera</i>	0, дно	0-4	-	-	-	54	1,859	38,394	2,27	1,48	<i>Gonyaulax spinifera</i> (48%)	<i>Gonyaulax spinifera</i> (66%)
VIII	<i>celetonema costatum</i> + <i>Protoperidinium pellucidum</i>	0, дно	0-4	-	-	-	57	201,53	115,966	0,69	2,71	<i>Skeletonema costatum</i> (88%)	<i>Skeletonema costatum</i> (21%), <i>Protoperidinium pellucidum</i> (20%)
	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	0, дно	0-4	-	-	-	47	22,35	133,159	2,84	2,44	<i>Protoperidinium pellucidum</i> (14%)	<i>Protoperidinium pellucidum</i> (27%), <i>Coscinodiscus centralis</i> (27%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	pH	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Gonyaulax verior</i> + <i>Eutreptia lanowii</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0, дно	0–4	–	–	–	44	58,23	270,209	2,16	2,25	<i>Eutreptia lanowii</i> (21%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (39%)	<i>Gonyaulax verior</i> (41%)
	<i>Eutreptia lanowii</i> + <i>Protoperidinium pellucidum</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	–	–	–	24	51,84	52,221	1,14	1,20	<i>Eutreptia lanowii</i> (63%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (23%)	<i>Eutreptia lanowii</i> (23%), <i>Protoperidinium pellucidum</i> (61%)
IX	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0, дно	0–4	–	–	–	82	30,34	235,844	2,18	2,09	<i>Ceratium fusus</i> (39%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (30%)	<i>Ceratium fusus</i> (52%)
	<i>Pleurosigma praelongum</i> + <i>Ceratium fusus</i>	0	0	–	–	–	28	11,46	83,378	1,41	2,08	<i>Ceratium fusus</i> (11%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (15%)	<i>Pleurosigma praelongum</i> (37%)
X	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0, дно	0–4	–	–	–	75	41,50	56,176	1,37	2,76	<i>Plagioselmis prolonga</i> (67%)	<i>Ceratium fusus</i> (32%)
XI	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0, дно	0–4	1,8–3,2	30,5–30,9	8,3	44	6,122	51,198	1,64	0,94	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (27%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (51%)	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (82%)
	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> + <i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	0	3,2	30,9	8,3	6	1,696	5,451	0,77	0,97	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (81%)	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (59%), <i>Thalassionema nitzschioides</i> (32%)
	<i>Coscinodiscus centralis</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	дно	5	1,8	30,5	8,27	10	5,845	77,747	0,67	0,33	<i>Plagioselmis prolonga</i> (86%)	<i>Coscinodiscus centralis</i> (99%)
I (2006 г.)	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	0, дно	0–4	–	–	–	63	90,32	974,043	0,39	0,43	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (94%)	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (98%)
	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> + <i>Pleurosigma strigosum</i> + <i>Gyrosigma balticum</i> + <i>Gyrosigma acuminatum</i>	0	0	–	–	–	12	4,686	115,217	1,76	1,71	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (34%), <i>Gyrosigma acuminatum</i> (32%)	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (15%), <i>Gyrosigma acuminatum</i> (13%), <i>G. balticum</i> (18%)

Таблица 4 – Краткая характеристика сезонных фитопланктонных комплексов лагунного оз. Птичье по данным съемок в апреле–октябре 2002 г. и феврале–октябре 2003 г.

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
V	<i>Thalassiosira sp.</i> + <i>Fragilariopsis oceanica</i>	0, дно	0–13	2,2–3,4 (2,6)	1,5–29,7 (24,9)	10,3–101,1 (90,9)	44	206,89	435,18	1,03	1,10	<i>Thalassiosira sp.</i> (47%), <i>Fragilariopsis oceanica</i> (46%)	<i>Thalassiosira sp.</i> (71%)
	<i>Gyrosigma balticum</i> + <i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	дно	5	2,6	28,8	91,1	14	258,29	57609,81	0,81	0,09	<i>Gyrosigma balticum</i> (52%), <i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (46%)	<i>Gyrosigma balticum</i> (98%)
VI	<i>Euglena sp.</i>	0	0	11,5–14,2 (12,5)	15,3–20,3 (18,8)	94,4–101,1 (97,4)	22	4,08	3,70	1,60	2,08	<i>Euglena sp.</i> (25%)	<i>Euglena sp.</i> (41%)
	<i>Euglena sp.</i> + <i>Noctiluca scintillans</i>	дно	8–12	3,6–9,7 (5,7)	26–29,8 (28,5)	103–132 (120)	30	17,12	92,22	2,04	1,85	<i>Euglena sp.</i> (53%)	<i>Noctiluca scintillans</i> (52%)
	<i>Gonyaulax polygramma</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	12,3	19,3	95,7	5	1,98	3,50	0,68	0,87	<i>Plagioselmis prolonga</i> (83%)	<i>Gonyaulax polygramma</i> (76%)
	<i>Protoperidinium pellucidum</i> + <i>Odontella aurita</i>	0	0	12	20	96	9	1,94	3,97	1,85	1,32		<i>Protoperidinium pellucidum</i> (43%), <i>Odontella aurita</i> (40%)
	<i>Gyrosigma balticum</i> + <i>Gyrosigma distortum</i>	дно	11	3,7	29,8	86,2	11	16,68	265,97	2,08	1,07		<i>Gyrosigma balticum</i> (71%)
	<i>Protoperidinium oblongum</i> + <i>Protoperidinium conicum</i>	дно	4	11,7	20,3	97	12	4,55	11,04	1,45	1,90		<i>Protoperidinium oblongum</i> (29%), <i>Protoperidinium conicum</i> (27%)
VII	<i>Gyrosigma balticum</i>	0, дно	0–5	17,7–18,4 (18,0)	19,2–19,5 (19,3)	74,5–104 (90,0)	32	114,33	8168,92	2,40	0,35		<i>Gyrosigma balticum</i> (94%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Np	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Pleurosigma elongatum</i>	дно	10–11	4,7–5,1 (4,9)	29,5–29,6 (29,55)	97–94 (95,5)	13	611,33	7026,81	1,52	0,70	<i>Pleurosigma elongatum</i> (44%)	<i>Pleurosigma elongatum</i> (84%)
	<i>Plagioselmis prolunga</i>	0	0	18–18,2 (18,1)	19,4–19,5 (19,5)	92,3–92,7 (92,5)	21	10,69	13,82	1,39	2,29	<i>Plagioselmis prolunga</i> (70%)	
	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> + <i>Gyrosigma balticum</i> + <i>Gyrosigma distortum</i>	дно	8	7	29,3	92,7	14	302,10	3480,17	2,28	1,61		<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (41%), <i>Gyrosigma balticum</i> (20%), <i>Gyrosigma distortum</i> (11%)
	<i>Protoperidinium pellucidum</i> + <i>Plagioselmis prolunga</i>	0	0	17,9	19,4	126	6	3,25	4,50	1,12	0,92		<i>Protoperidinium pellucidum</i> (74%)
	<i>Gonyaulax spinifera</i>	0	0	18,3	19,5	107	14	7,92	30,99	1,74	1,71		<i>Gonyaulax spinifera</i> (51%)
	<i>Noctiluca scintillans</i>	дно	13	4,5	29,6	50	14	1,49	77,82	2,19	0,37		<i>Noctiluca scintillans</i> (93%)
	VIII	<i>Teleaulax acuta</i> + <i>Heterocapsa rotundatum</i>	0, дно	0–10	7,7–19,3 (15,3)	3,9–34,3 (17,7)	56–107 (85)	34	62,37	60,79	1,40	2,36	<i>Teleaulax acuta</i> (41%), <i>Heterocapsa rotundatum</i> (32%)
<i>Teleaulax acuta</i>		0, дно	0–5	12,2–20,8 (19,2)	7,7–33,2 (14,0)	85–106 (97,7)	31	127,40	99,53	0,66	1,59	<i>Teleaulax acuta</i> (83%)	<i>Teleaulax acuta</i> (55%)
<i>Gyrosigma balticum</i> + <i>Amphora ocellata</i>		дно	5	12,1	33,4	96	8	76,37	4218,98	1,91	0,66	<i>Gyrosigma balticum</i> (15%), <i>Amphora ocellata</i> (21%)	<i>Gyrosigma balticum</i> (84%)
<i>Gyrosigma distortum</i> + <i>Odontella aurita</i>		дно	11	7,2	32,3	56	18	102,40	639,05	2,43	1,67	<i>Gyrosigma distortum</i> (27%)	<i>Gyrosigma distortum</i> (55%), <i>Odontella aurita</i> (17%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Np	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Pleurosigma elongatum</i> + <i>Teleaulax acuta</i>	дно	8	10,3	33,9	95	17	19,40	47,64	1,90	2,27	<i>Teleaulax acuta</i> (53%)	<i>Pleurosigma elongatum</i> (23%)
	<i>Pleurosigma formosum</i>	дно	10	8,4	34,3	49	4	10,40	218,66	0,40	0,14	<i>Pleurosigma formosum</i> (91%)	<i>Pleurosigma formosum</i> (98%)
IX	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	15,9–17,0 (16,4)	12,3–12,7 (12,5)	83,7–84,4 (84,1)	5	3,76	46,93	1,13	0,88	<i>Plagioselmis prolonga</i> (44%), <i>Ceratium fusus</i> (42%)	<i>Ceratium fusus</i> (63%), <i>Ceratium longipes</i> (30%)
	<i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	17,0–17,9 (17,5)	5,2–12,3 (7,7)	80,8–83,7 (83,0)	8	73,02	13,53	0,06	1,13	<i>Plagioselmis prolonga</i> (99%)	<i>Plagioselmis prolonga</i> (67%)
	<i>Gyrosigma balticum</i>	дно	5–10	8,5–10,4 (9,7)	36,6–37,4 (36,9)	67,2–88 (79,9)	25	61,24	19055,95	2,64	0,13		<i>Gyrosigma balticum</i> (98%)
	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Gyrodinium fusiforme</i>	дно	12	7,6	37,7	60,4	12	8,01	64,90	2,08	1,66	<i>C. fusus</i> (19%), <i>Gyrodinium fusiforme</i> (19%)	<i>C. fusus</i> (43%), <i>Gyrodinium fusiforme</i> (27%)
	<i>Pleurosigma elongatum</i> + <i>Thalassiosira sp.</i> + <i>Odontella a</i>	дно	11	7,6	37,7	40,8	9	15,35	44,22	1,66	1,30		<i>Pleurosigma elongatum</i> (52%), <i>Thalassiosira sp.</i> (23%), <i>Odontella aurita</i> (17%)
	<i>Pleurosigma elongatum</i>	дно	10	8,2	37,5	76,5	4	10,40	200,21	0,52	0,13	<i>Pleurosigma elongatum</i> (87%)	<i>Pleurosigma elongatum</i> (98%)
X	<i>Plagioselmis prolonga</i> + <i>Nematopsides vigilans</i>	0	0	10,6–11,1 (10,9)	11,9–14,1 (12,6)	99,3–109,7 (106,2)	34	65,20	40,56	1,16	2,44	<i>Plagioselmis prolonga</i> (70%)	<i>Nematopsides vigilans</i> (22%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (14%), <i>Euglena sp.</i> (18%)
	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Ceratium longipes</i> + <i>Dinophysis acuminata</i>	дно	8–11	7,6–8,7 (8,2)	32,9–33,1 (33,0)	08,–40,5 (20,6)	29	19,09	107,68	2,55	2,22	<i>Plagioselmis prolonga</i> (29%)	<i>Ceratium longipes</i> (29%), <i>Dinophysis acuminata</i> (19%), <i>C. fusus</i> (17%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Np	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	дно	4–10	8,0–12,4 (10,2)	32,1–33,0(32,5)	1,3–84,5 (40,3)	32	54,18	520,59	1,25	0,61	<i>C. fusus</i> (46%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (43%)	<i>C. fusus</i> (87%)
	<i>Protoperidinium steinii</i> + <i>Protoperidinium pellucidum</i> + <i>Ceratium fusus</i> + <i>Cocconeis scutellum</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	10,5	12,7	102,2	12	2,70	9,95	2,13	1,95	<i>Cocconeis scutellum</i> (28%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (24%)	<i>Protoperidinium steinii</i> (20%), <i>C. fusus</i> (20%), <i>Protoperidinium pellucidum</i> (17%),
XI	<i>Dinophysis acuminata</i> + <i>Ceratium fusus</i>	дно	4–10	6,6–9,9 (8,4)	10,7–30,6 (24,8)	5,8–79,4 (32,2)	36	4,84	41,31	2,44	1,42	<i>Dinophysis acuminata</i> (20%), <i>C. fusus</i> (17%)	<i>Dinophysis acuminata</i> (49%), <i>C. fusus</i> (35%)
	<i>Plagioselmis prolonga</i>	дно	0–11	5,2–10,2 (6,3)	2,5–30,8 (13,1)	6,5–94,3 (72,7)	42	692,60	154,01	0,09	1,23	<i>Plagioselmis prolonga</i> (99%)	<i>Plagioselmis prolonga</i> (56%)
II	<i>Plagioselmis prolonga</i> + <i>Ceratium fusus</i>	0, дно	0–10	0,1–4,2 (2,0)	104–27,9 (14,6)	10–51,1 (26,7)	7	0,25	1,49	1,53	0,12	<i>C. fusus</i> (36%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (27%)	<i>C. fusus</i> (98%)
	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Teleaulax acuta</i>	0, дно	0–13	0–4 (1,4)	2,4–29 (11,7)	8,6–57 (37,6)	3	0,15	0,15	0,72	0,60	<i>Teleaulax acuta</i> (71%)	<i>C. fusus</i> (79%), <i>Teleaulax acuta</i> (18%)
	<i>Gymnodinium sp.</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	0	0,3	53	2	0,13	0,14	0,69	0,24	<i>Gymnodinium sp.</i> (50%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (50%)	<i>Gymnodinium sp.</i> (94%)
	<i>Gymnodinium frigidum</i> + <i>Katodinium glaucum</i>	0	0	0,1	3	44	5	1,12	5,40	1,49	0,52	<i>Katodinium glaucum</i> (14%), <i>Gymnodinium galeatum</i> (21%), <i>Teleaulax acuta</i> (35%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (21%)	<i>Gymnodinium frigidum</i> (87%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, °C	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Np	Nb	по численности	по биомассе
	<i>Ceratium fusus</i> + <i>Heterocapsa rotundatum</i> + <i>Gymnodinium albul</i>	дно	6	3,6	25,8	17,1	3	0,13	0,72	1,10	0,22	<i>Heterocapsa rotundatum</i> (33%), <i>Gymnodinium albulum</i> (33%), <i>Ceratium fusus</i> (33%)	<i>C. fusus</i> (97%)
	<i>Protoperidinium brevipes</i>	дно	11	4,2	28,7	10,1	1	0,05	0,39	0,00	0,00	<i>Protoperidinium brevipes</i> (100%)	<i>P. brevipes</i> (100%)

Таблица 5 – Краткая характеристика сезонных фитопланктонных комплексов лагуны Буссе по данным съемок в мае–ноябре 2014 г. и феврале 2015 г.

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, оС	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
V	<i>Rhizosolenia setigera</i>	0, дно	0–6	3,0–11,7 (6,3)	20,5–30,8 (29,1)	65–119 (104,8)	134	73	336,4	1,51	1,24	<i>Rhizosolenia setigera</i> (70%)	<i>Rhizosolenia setigera</i> (75%)
VI	<i>Preperidinium meunieri</i> + <i>Plagioselmis prolunga</i>	0, дно	0–7	10,5–12,6 (11,3)	26,7–30,6 (29,6)	111–157 (123)	128	32,0	63,23	1,51	2,41	<i>Plagioselmis prolunga</i> (70%)	<i>Preperidinium meunieri</i> (36%)
VII	<i>Plagioselmis prolunga</i>	0, дно	0–4	17–23,4 (19,1)	23,8–30,7 (29,9)	83–125 (103,3)	79	10,64	9,78	0,93	3,17	<i>Plagioselmis prolunga</i> (84%)	<i>Plagioselmis prolunga</i> (15%)
	<i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Cocconeis scutellum</i> + <i>Paralia sulcata</i> + <i>Plagioselmis prolunga</i>	дно	4–5	17,0–18,2 (17,6)	30,1–30,6 (30,4)	98,2–99,3 (98,8)	43	51,3	204,59	1,71	1,18	<i>Actinoptychus senarius</i> (20%), <i>Cocconeis scutellum</i> (15%), <i>Paralia sulcata</i> (18%), <i>Plagioselmis prolunga</i> (40%)	<i>Actinoptychus senarius</i> (76%)
VIII	<i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Pleurosigma strigosum</i> + <i>Plagioselmis prolunga</i>	0, дно	0–2	21,9–21,9 (21,7)	29,8–30,3 (30,1)	86–95 (90,5)	38	42,96	127,91	1,24	1,89	<i>Plagioselmis prolunga</i> (69%)	<i>Actinoptychus senarius</i> (41%), <i>Pleurosigma strigosum</i> (29%)
	<i>Prorocentrum triestinum</i> + <i>Plagioselmis prolunga</i>	0, дно	0–5	20,9–22,0 (21,6)	29,2–30,4 (29,9)	60–95 (84)	60	43,41	57,00	1,24	1,59	<i>Prorocentrum triestinum</i> (52%), <i>Plagioselmis prolunga</i> (36%)	<i>Prorocentrum triestinum</i> (63%)
	<i>Pleurosigma strigosum</i> + <i>Actinoptychus senarius</i>	дно	4	–	–	–	14	15,95	339,05	1,90	1,16	<i>Pleurosigma strigosum</i> (32%), <i>Actinoptychus senarius</i> (24%)	<i>Pleurosigma strigosum</i> (63%), <i>Actinoptychus senarius</i> (21%)
	<i>Prorocentrum micans</i>	0, дно	0.3	21,5	30,1	79	40	66,37	181,94	1,01	0,74	<i>Prorocentrum micans</i> (75%)	<i>Prorocentrum micans</i> (86%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, oC	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
IX	<i>Prorocentrum micans</i>	0, дно	0–5	15,7– 16,9 (16,2)	26,7– 30,2 (29,5)	104–118 (111,6)	75	100,9	482,6	0,54	0,53	<i>Prorocentrum micans</i> (89%)	<i>Prorocentrum micans</i> (90%)
	<i>Pleurosigma strigosum</i> + <i>Pleurosigma angulatum</i> + <i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Prorocentrum micans</i>	дно	4	16,7	29,9	99	34	51,46	846,0	2,33	2,09	<i>Actinoptychus senarius</i> (16%), <i>Prorocentrum micans</i> (30%)	<i>Pleurosigma strigosum</i> (31%), <i>Pleurosigma angulatum</i> (19%), <i>Actinoptychus senarius</i> (14%)
X	<i>Prorocentrum micans</i>	0, дно	0–6	11,3– 12,5 (12,1)	27,4– 30,5 (29,8)	100–126 (114)	101	31,91	133,4	1,41	1,02	<i>Prorocentrum micans</i> (70%)	<i>Prorocentrum micans</i> (81%)
	<i>Skeletonema costatum</i> + <i>Actinoptychus senarius</i>	дно	4	11,8	29,3	109	14	292,3	134,6	0,15	1,77	<i>Skeletonema costatum</i> (98%)	<i>Skeletonema costatum</i> (98%), <i>Actinoptychus senarius</i> (27%)
XI	<i>Prorocentrum micans</i> + <i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Plagioselmis prolunga</i>	0, дно	6	2,3–4,7 (3,4)	28,7– 30,1 (29,2)	87,0– 95,2 (92,1)	94	10,7	40,9	1,51	2,55	<i>Plagioselmis prolunga</i> (66%)	<i>Actinoptychus senarius</i> (27%), <i>Prorocentrum micans</i> (17%)
	<i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Pleurosigma strigosum</i> + <i>Paralia sulcata</i>	дно	5	4,4	29,2	78	33	27,367	402,9	2,47	1,32	<i>Pleurosigma strigosum</i> (15%), <i>Actinoptychus senarius</i> (11%), <i>Paralia sulcata</i> (25%)	<i>Pleurosigma strigosum</i> (66%), <i>Actinoptychus senarius</i> (16%)
	<i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Prorocentrum micans</i>	дно	4	2,3	28,7	95	9	4,84	60,4	1,51	0,70	<i>Actinoptychus senarius</i> (49%), <i>Prorocentrum micans</i> (19%)	<i>Actinoptychus senarius</i> (84%)
	<i>Prorocentrum micans</i> + <i>Plagioselmis prolunga</i>	0, дно	5	2,7–4,3 (3,3)	28,8– 29,0 (29,2)	73,1– 91,1 (83,4)	37	19,88	74,4	1,12	1,04	<i>Prorocentrum micans</i> (61%), <i>Plagioselmis prolunga</i> (30%)	<i>Prorocentrum micans</i> (74%)

Месяц	Название комплекса	Локализация		Гидрологические показатели			Показатели обилия					Доминирующие виды	
		Горизонт	h, м	T, оС	S, psu	O ₂	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м ³	Nn	Nb	по численности	по биомассе
II	<i>Prorocentrum micans</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i> (3_пов)	0	0	-1,38	25,35	88,3	24	9,24	21,7	0,95	2,24	<i>Prorocentrum micans</i> (16%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (76%)	<i>Prorocentrum micans</i> (33%)
	<i>Prorocentrum micans</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i> (5_пов)	0	0	-1,18	21,13	94,1	14	11,00	24,4	1,23	0,99	<i>Prorocentrum micans</i> (35%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (44%)	<i>Prorocentrum micans</i> (76%)
	<i>Prorocentrum micans</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i> (6 пов)	0	0	-1,29	23,97	58,7	19	22,38	10,1	0,33	1,73	<i>Plagioselmis prolonga</i> (94%)	<i>Prorocentrum micans</i> (34%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (33%)
	<i>Gyrodinium spirale</i> + <i>Prorocentrum micans</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	-0,69	11,76	63,7	27	5,61	13,6	1,54	2,41	<i>Plagioselmis prolonga</i> (66%)	<i>Gyrodinium spirale</i> (20%), <i>Prorocentrum micans</i> (18%)
	<i>Protoperidinium crassipes</i> + <i>Prorocentrum micans</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	0	0	-0,41	6,86	72	22	5,27	13,7	1,62	2,15	<i>Plagioselmis prolonga</i> (63%)	<i>Protoperidinium crassipes</i> (24%), <i>Prorocentrum micans</i> (15%)
	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> + <i>Chaetoceros diadema</i>	дно	4–6	(-0,8)–(-1,0) (-0,8)	31,0–31,1 (31,0)	69,9–76,3 (71,3)	39	43,7	136,7	1,51	1,32	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (57%), <i>Chaetoceros diadema</i> (14%)	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> (57%), <i>Chaetoceros diadema</i> (11%)
	<i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Paralia sulcata</i>	дно	4	-0,3	31,18	59,2	17	10,933	67,9	2,47	1,32	<i>Paralia sulcata</i> (34%)	<i>Actinoptychus senarius</i> (45%)
	<i>Actinoptychus senarius</i> + <i>Pleurosigma strigosum</i> + <i>Prorocentrum micans</i> + <i>Plagioselmis prolonga</i>	дно	4.7	-0,8	31,3	81,1	26	22,4	162,3	1,80	1,80	<i>Prorocentrum micans</i> (33%), <i>Plagioselmis prolonga</i> (34%)	<i>Pleurosigma strigosum</i> (31%), <i>Actinoptychus senarius</i> (28%), <i>Prorocentrum micans</i> (22%)

Примечание. Условные обозначения: h – глубина в месте образования фитопланктонного комплекса, T – температура, S – соленость, N – численность, B – биомасса, Nn – индекс Шеннона по численности, Nb – индекс Шеннона по биомассе; гидрологические показатели, указанные в скобках – средние величины в пределах комплекса; «–» – данные отсутствуют.