

ИЗ ФОНДОВ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ

Палагушкина, Ольга Викторовна

1. Экология фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья

1.1. Российская государственная Библиотека

Палагушкина, Ольга Викторовна

Экология фитопланктона карстовых озер  
Среднего Поволжья [Электронный ресурс]:  
Дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 . -М.:  
РГБ, 2005 (Из фондов Российской  
Государственной Библиотеки)

Экология

Полный текст:

<http://diss.rsl.ru/diss/05/0229/050229043.pdf>

Текст воспроизводится по экземпляру,  
находящемуся в фонде РГБ:

Палагушкина, Ольга Викторовна

Экология фитопланктона карстовых озер  
Среднего Поволжья

Казань 2004

Российская государственная Библиотека, 2005  
эод (электронный текст).

*61; 05-3/217*

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Казанский государственный университет  
им. Ульянова-Ленина»

*Палагушкина Ольга Викторовна*

На правах рукописи

Палагушкина Ольга Викторовна

ЭКОЛОГИЯ ФИТОПЛАНКТОНА  
КАРСТОВЫХ ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Специальность 03.00.16 – Экология

диссертация на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
д.б.н., профессор кафедры  
прикладной экологии,  
зав.лаборатории водных экоси-  
стем экологического  
факультета КГУ  
Н.М. Мингазова

Научный консультант:  
д.б.н., ведущий научный со-  
трудник лаборатории гидро-  
биологии Института озероведе-  
ния РАН  
(г.Санкт-Петербург)  
И.С.Трифонова

Казань - 2004

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
Глава 1. Физико-географическая характеристика района и лимнологическая характеристика исследованных озер и антропогенного воздействия на них.....	5
1.1. Общая характеристика озер Среднего Поволжья.....	5
1.2. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево.....	18
Глава 2. Материал и методы исследований.....	62
Глава 3. Видовой состав фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья.....	68
3.1. Сравнительный анализ и эколого-флористическая характеристика летнего фитопланктона исследованных озер.....	68
3.2. Сезонная и межгодовая динамика видового состава фитопланктона озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево.....	88
3.3. Массовые виды фитопланктона.....	100
Глава 4. Биомасса фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья...	109
4.1. Биомасса летнего фитопланктона.....	109
4.2. Сезонная и межгодовая динамика биомассы озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево.....	117
4.3. Вертикальное распределение фитопланктона озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево.....	128
Глава 5. Первичная продукция летнего фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья.....	153
Глава 6. Факторы среды, определяющие структуру и продуктивность фитопланктона в озерах Среднего Поволжья.....	159
6.1. Влияние гидрохимических и гидрологических факторов на летний фитопланктон.....	159
6.2. Влияние зоопланктона на структуру и продуктивность фитопланктона.....	168
Глава 7. Оценка трофического статуса озер по фитопланктону и первичной продукции.....	182
Выводы.....	188
Литература.....	191
Приложение	

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение биологического разнообразия континентальных водоемов – одно из актуальных направлений современных научных исследований в экологии. Территория России богата различными по площади и глубинам озерами (более 2,7 млн.), среди которых хорошо изучены крупные озера Байкал, Онежское, Телецкое, Ладожское и др. Однако, большинство озер России (98%) – небольшие и мелководные с площадью менее 1 км<sup>2</sup> и глубинами до 1 – 1,5 м (Россия..., 2000). Среди малых озер, различных по происхождению, особый интерес представляют карстовые озера, химический состав вод которых определяется не особенностями поверхностного стока, а происхождением на месте карстовых провалов, образовавшихся при вымывании подземными водами растворимых горных пород. В Среднем Поволжье по кадастровым данным 1970 – х гг., насчитывалось около 12 тысяч малых озер, в 1990 – х гг. – около 10 тысяч, при этом около 10 % карстовых, которые относятся к категории малоизученных объектов (Озера..., 1976, Мингазова, 2001). На необходимость исследования биологического разнообразия, структуры и функционирования экосистем карстовых озер указывалось в решении VII Съезда ГБО РАН (Казань, 1996).

Важнейшим компонентом любой водной экосистемы является фитопланктон - один из основных продуцентов органического вещества в водоемах. Его структура и функционирование во многом определяют структуру и функционирование водных экосистем в целом, тем самым определяется важная роль сообщества фитопланктона в системе мониторинга водоемов (Трифонова, 1990).

Альгофлора большинства карстовых озер Среднего Поволжья ранее не исследовалась. Обобщенных опубликованных сведений о структуре, функционировании сообществ фитопланктона, о влиянии зональности и факторов водной среды на характеристики фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья в литературе очень мало.

**Цель и задачи исследования.** Основная цель проведенной работы – выявить структурные особенности фитопланктонных сообществ карстовых озер (на примере Среднего Поволжья) и их связь с основными абиотическими и биотическими факторами среды. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Определить таксономический состав и провести эколого-географический анализ водорослей планктона карстовых озер Среднего Поволжья.
2. Выявить состав структурообразующих видов фитопланктона.
3. Изучить сезонную и межгодовую динамику биомассы фитопланктона.
4. Оценить уровень первичной продукции летнего фитопланктона.
5. Выявить факторы, определяющие структуру и продуктивность летнего фитопланктона.
6. Оценить трофический статус исследованных озер по уровню биомассы фитопланктона и первичной продукции.

**Научная новизна.** Впервые проведены исследования фитопланктона 61 карстового озера Среднего Поволжья. Впервые изучен видовой состав и особенности фитопланктона лесной и лесостепной зон, приведен таксономический список водорослей и проведен их эколого-географический анализ. Впервые изучены сезонная и межгодовая динамика биомассы фитопланктона, выявлены доминирующие виды, факторы среды, определяющие структуру и продуктивность фитопланктона. Впервые установлен уровень первичного производства фитопланктона и оценен трофический статус карстовых озер.

**Практическое значение.** Результаты работы могут использоваться для экологического мониторинга состояния карстовых озер, при составлении кадастров, атласов и определителей водорослей региона, а также в образовательном процессе.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. С переходом лесной зоны Среднего Поволжья в лесостепную в видовом составе фитопланктона озер происходит снижение доли видов диатомовых и золотистых водорослей и увеличение доли сине-зеленых и зеленых хлорококковых, а в его биомассе - снижение роли золотистых и диатомовых водорослей и увеличение роли динофитовых и сине-зеленых.
2. Основным фактором водной среды, определяющим структуру и продуктивность сообществ летнего фитопланктона карстовых озер, является концентрация биогенных элементов. Роль минерализации, рН, морфометрических и гидрологических показателей менее значима.

Автор приносит глубокую благодарность д.б.н., в. н. с. лаборатории гидробиологии Института озероведения РАН (г. Санкт-Петербург) И.С.Трифоновой за научные консультации по теоретическим и практическим вопросам при работе над диссертацией; д.б.н., с.н.с. лаборатории альгологии Института биологии внутренних вод РАН С.И.Генкалу за помощь в определении мелких диатомовых водорослей; к.б.н., с.н.с. лаборатории водных экосистем экологического факультета КГУ О.Ю.Деревенской - за определение проб зоопланктона и консультации, с.н.с. ВКГПЗ Е.Н.Унковской - за предоставленные пробы фитопланктона по озерам заповедника и фоновые данные по физико-химическому режиму исследованных озер, к.б.н., н.с. Ф.Ф.Бариновой - за материалы по фитопланктону некоторых озер Республики Татарстан, ведущему инженеру Лаборатории водных экосистем Л.Р.Павловой - за фоновые материалы лаборатории по физико-химическому режиму исследованных карстовых озер, а также всем сотрудникам Лаборатории водных экосистем экологического факультета КГУ, оказавшим поддержку при выполнении диссертационной работы.

# **Глава 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙ- ОНА И ЛИМНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАН- НЫХ ОЗЕР И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НИХ**

## **1.1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Регион Среднего Поволжья – это крупный фрагмент Русской равнины площадью 146,4 тыс.км<sup>2</sup>, находящийся в центральной части Волжско-Камского бассейна. На данной территории располагаются четыре крупных субъекта Российской Федерации – Республики Марий Эл, Татарстан, Чувашия и Ульяновская область. На севере регион граничит с Кировской областью по параллели 57<sup>0</sup> 20', на юге – с Самарской (параллель 51<sup>0</sup> 47'), на западе – с Нижегородской – по меридиану 45<sup>0</sup> 55', а на востоке – с Республикой Башкортостан (меридиан 54<sup>0</sup>18').

Исследования фитопланктона затронули карстовые озера лесной зоны провинций Низменного Заволжья и Вятско-Камской возвышенности двух подзон – южнотаежных темнохвойных и широколиственно-хвойных лесов, а также озера лесостепной зоны провинций Низменного Заволжья и Высокого Заволжья подзон северной лесостепи и типичной лесостепи. Провинции размещены на территории двух Республик – Марий Эл и Татарстан. Климат провинций, как и в целом по Среднему Поволжью, характеризуется как умеренно-континентальный с теплым, иногда даже сравнительно жарким летом и умеренно холодной морозной зимой с устойчивым снежным покровом. Сезоны года выражены отчетливо, погода устойчивая. Среднегодовые температуры по Республикам близки и составляют в Марий Эл +2,5<sup>0</sup>, в Татарстане – выше +2<sup>0</sup>. Абсолютный минимум в Марий Эл наблюдается в январе – 49<sup>0</sup> С, а максимум – в июле + 37<sup>0</sup> С. Преобладающие направления ветра – юго-восточное и южное. Количество выпадаемых осадков по Республике Марий Эл колеблется от 497 до 500 мм в год, а по Республике Татарстан – от 430 до 510 мм в год. Максимальная глубина снежного покрова в Марий Эл – 50 см достигает в феврале. Высота снежного покрова в северо-западной части Республики Татарстан в малоснежные зимы достигает в среднем 48 см,

в многоснежные годы в лесу – 85 см, в поле - на 40-60% меньше. В целом по двум провинциям средняя дата появления снежного покрова – вторая декада ноября, средняя дата схода снега – середина апреля, глубина промерзания почвы – 50-90 см. Средняя дата первых осенних заморозков – 20-25 сентября, средняя дата последних заморозков – 10-12 мая, реже в первой декаде июня. По Республике Марий Эл теплый период наблюдается с 5.04. по 25.10 (203 дня), вегетационный – с 21.04. по 5.10. (167 дней), летний – с 11.05. по 15.09 (127 дней). Снежный покров лежит в среднем 145 дней. Продолжительность теплого периода по Республике Татарстан составляет 200 – 207 дней, а безморозного – не более 130 дней (Агроклиматический..., 1961, Озера..., 1976).

**Лесная зона провинции Низменного Заволжья**, включающая в себя две подзоны – южнотаежных темнохвойных лесов (с величиной радиационного баланса 26 – 28 ккал./см<sup>2</sup> \* год и «индексом сухости» 0,90) и широколиственно-хвойных лесов ( с радиационным балансом 27-29 ккал./см<sup>2</sup> \* год, «индексом сухости» 1.00), представлена, в основном, территорией Республики Марий Эл или Марийским Заволжьем. Западная и центральная часть Марийского Заволжья, которую еще называют Марийским Полесьем, представляет собой залесенную низменную территорию (абсолютные отметки 80-140 м) со слабоволнистым песчаным рельефом. Марийское Полесье представляет собой зону избыточного увлажнения (до 497 мм в год атмосферных осадков), которую расчленяют многочисленные реки, обращенные на юг к долине Волги (гидрографические системы рек Большая и Малая Кокшага, Ветлуга). Между долинами рек разбросаны многочисленные озера, преимущественно, суффозионно-карстового генезиса: Паленое, Кошаер – междуречье Рутка – Большая Кокшага; Зрыв (Табашинское), Шап, Соленое, Чуркан, Карась, Таир, Кузничиха – междуречье Большая Кокшага – Малая Кокшага; Шильма, Оръер, Серебряное, Шарьер – междуречье Малой Кокшаги и Юшута. Меньшее количество озер приурочено к руслам рек: Ширенга (в правом притоке р.М.Кундыш) и Шушьер (в правом притоке р.Большая Кокшага) (табл.1прилож., рис.1). Слабая дренированность территории вызывает по-

всеместную заболоченность междуречий с развитием болот верхового и переходного типов. Рельефообразующие породы - древнеаллювиальные и флювиогляциальные рыхлые слоистые сцепментированные пески и супеси большой мощности (более 100 м), которые залегают на размытой и неровной поверхности коренных пород пермского возраста. Основной лесной фон Низменного Заволжья образуют хвойные леса, преимущественно сосняки. В северной части встречаются еловые и елово-липовые леса с пихтой. Песчаные почвы слабоплодородны – дерново-слабоподзолистые и дерново-среднеподзолистые, торфяно-подзолисто-глеевые – неблагоприятны для сельскохозяйственного пользования. Агрикультурный ландшафт составляет всего 10-15% площади и приурочен к супесчаным дерново-подзолистым почвам (Озера..., 1976).

Восточную часть Марийского Заволжья занимает возвышенность, известная под названием Вятского Увала, с отметками рельефа от 180 до 260 м (высшая точка 267.9 м абс.высоты). Возвышенность слагают древние пермские породы, представленные известняками, доломитами, мергелями, песчаниками, глинами казанского и отчасти татарского ярусов. На склоновых поверхностях залегают маломощные делювиальные суглинистые чехлы. Для территории характерна глубокая врезанность долин, плосковершинность водораздельных пространств, типичен эрозионно-денудационный и карстовый ландшафт. Облик рельефа указывает на его значительную древность. Почвы отличаются значительным плодородием, при этом на карбонатных породах развитырендзины (перегнойно-карбонатные), а в пределах долин - дерново-луговые. Для склонов и плакоров типичны суглинистые дерново-слабоподзолистые и дерново-среднеподзолистые почвы. Сельскохозяйственная освоенность за счет сведения еловых лесов с примесью пихты достигает 70% (Озера..., 1976).

Несмотря на то, что осадков выпадает до 500 мм в год, трещиноватые и закарстованные породы значительную их часть уводят вглубь водораздельных массивов.

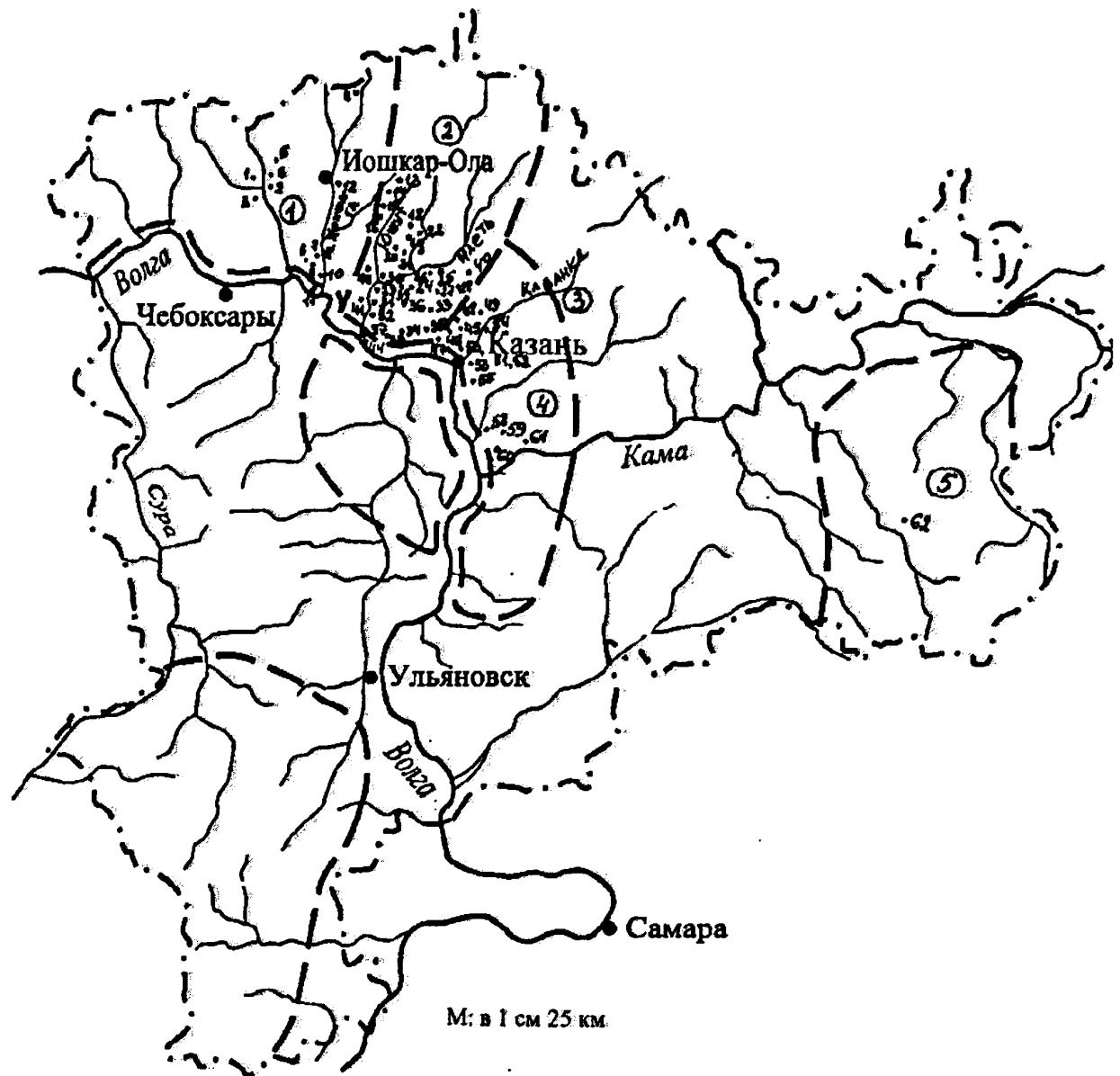


Рис. Районы карстовых озер Среднего Поволжья.

Лесная зона, Низменное Заволжье: 1 – Марийское Полесье, 2 – Вятский Увал,  
3 – Вятско-Камская возвышенность; лесостепная зона: 4 – Низменное Заволжье,  
5 – Высокое Заволжье.

Список исследованных озер.

- 1. Шушар 2. Кошаер 3. Пеленое 4. Табашинское (Эрын) 5. Шундоер 6. Соленое 7. Шап 8. Большой Чуркан 9. Карась 10. Тайр 11. Кузничика 12. Лесная сказка 13. Шильма 14. Серебряное 15. Орьер 16. Бойня 17. Сайвер 18. Юрдур 19. Кужерь 20. Шутерь 21. Тотъер 22. Эргежерь 23. Шешерь 24. Пужаньер 25. Морской Газз 26. Пезмучаш 27. Еланьер 28. Изтер 29. Кононьер 30. Кожла-Сола 31. Кичнер 32. Мельничное 33. Глухое 34. Большой Яльчик 35. Малый Яльчик 36. Большой Муннандер 37. Каракнер 38. Зеленое 39. Шунгальдан 40. Долгое 41. Голубая Старица 42. Старица кв. 14–43. Старица кв. 40–44. Югидем 45. Белое 46. Раифское 47. Ильинское 48. Карасиха 49. Линево 50. Большое Голубое 51. Малое Голубое – 1 52. Малое Голубое – 2 53. Большое Глубокое 54. Осиново 55. Нижний Кабан 56. Средний Кабан 57. Верхний Кабан 58. Моховое 59. Чистое 60. Ковалинское 61. Архиерейское (Тарлашинское) 62. Акташский провал

Зонами разгрузки являются обширные карстовые озера, в размещении которых четко улавливается их приуроченность к определенным элементам рельефа. Карстово-провальные озера тяготеют к карстовым рвам или поясам, располагаясь на дне или в нижних частях рва, образуя цепочки, часто соединенные между собой протоками. К такой категории озер в наших исследованиях были отнесены группы карстово-провальных озер карстового пояса северной части уступа Сотнурской возвышенности – Пезмучаш, Морской Глаз, Пужаньер, Шешьер, Изъер; у подножия восточного и юго-восточного склонов Керебелякской возвышенности – Кужьер, Шутьер, Тутьер; юго-западного склона Кленовой горы - Мушандер (Большое, Среднее, Малое), Кононьер.

Значительное количество исследованных карстово-провальных озер приурочено к речным долинам: в долине нижнего течения р.Илети находятся озера Кичиер, Яльчик (Большой и Малый), Глухое, Кожла-Сола, Югидем, Голубая Старица, Шунгалдан. Несколько меньшее количество озер приурочено непосредственно к руслам рек, например оз. Юрдур в русле р.Вончи, оз.Долгое в русле р.Петъялка. Процессу закарстовывания способствуют леса (так как наблюдается лучшее просачивание грунтов и почв), произрастающие на подзолистых, кислой реакции ( $\text{pH } 4-4,9$ ) почвах, которые также способствуют процессу растворения пород (Озера...,1976).

По характеру питания озера Низменного Заволжья относятся к смешанному типу с обязательными составляющими из атмосферного и грунтового питания, по водному балансу озера разделяются на бессточные, сточные и озера с перемежающимся стоком. Цвет озер изменяется от абсолютно прозрачного до зеленоватого, изумрудно-зеленого, желтовато-коричневого и темно-вишневого. В Марийском Полесье преобладают озера с водой темного цвета, что связано с их расположенностю на заболоченных территориях и поступлением болотных вод. Прозрачность воды в озерах колеблется от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. Озера, имеющие подпитку болотными водами, как правило, отличаются низкими значениями

прозрачности. Большая прозрачность у провальных озер Марийского Полесья наблюдается на озерах, расположенных в сухих незаболоченных массивах (озера Шап, Таир, Карась). Озера Вятского Увала отличаются в целом большими значениями прозрачности (Озера..., 1976).

Все исследованные озера Низменного Заволжья, как правило, димиктические, т.е. в них наблюдается устойчивая стратификация в летний период и 2 кратких периода весенней и осенней гомотермий. По химическому составу воды относятся к двум гидрохимическим формациям – гидрокарбонатной и сульфатной. Большая часть озер Марийского Полесья относятся к двум гидрохимическим фациям – гидрокарбонатно-кальциево-сульфатной и гидрокарбонатно-кальциево-хлоридной и имеют малую минерализацию (от 19,53 мг/л до 150 мг/л). Воды озер Вятского Увала в основном относятся к гидрокарбонатно-кальциево-магниевой фации и отличаются повышенной минерализацией (более 150 мг/л). Кроме того, среди изученных озер Низменного Заволжья выделяется небольшая группа озер с повышенной минерализацией в пределах от 1 – 1,5 до 10 – 12 г/л с сульфатно-кальциевым и хлоридным типами воды – Соленое, Каракаер, Голубая Старица, Югедем, Шунгалдан (Озера..., 1976, Мингазова, 2001).

**Лесная провинция Вятско-Камской возвышенности (Предкамье, или Лесное Заволжье)** – занимает северную часть Республики Татарстан, с юго-запада ограничена Волгой, с юга – Камой, находится в подзоне широколиственno-хвойных лесов (радиационный баланс 27-29 ккал./см<sup>2</sup> \* год, «индекс сухости» = 1.00). Площадь Предкамья – 21,8 тыс.км<sup>2</sup>, достаточно увлажненная (атмосферных осадков в год выпадает до 500-510 мм), долиной р.Вятки делится на две неравные части: западную – 17,9 тыс.км<sup>2</sup> и восточную – 3,9 тыс.км<sup>2</sup>. По рельефу это невысокая увалистая равнина, наибольшие высоты которой (230-240 м) приурочены к южным окончаниям Вятского Увала, Можгинской и Сарапульской возвышенностей. Западное Предкамье отличается густой овражно-балочной сетью, в пределах Вятского Увала на поверхность выходят известняки и доломиты. Водораздельные поверхности брони-

рут древние коренные породы верхнепермского возраста (казанского и татарского ярусов), покрытые тонким плащом элювия, местами обогащенного карбонатной щебенкой (Озера..., 1976). По долинам рек Волги, Вятки, Ижа, Шумбула и Берсуга развиты песчаные, легко проницаемые отложения. В восточной части широко распространены терригенно-карбонатные отложения татарского и казанского ярусов, что предопределяет преимущественно суглинистый и глинистый состав почв. Широколиственно-хвойные леса произрастают на серых лесных и дерново-подзолистых почвах (лесистость по республике не превышает 18%). На территории Предкамья сосредоточено около 50% озер Татарстана, особенно много - по левобережью р.Волги. На ее первой надпойменной террасе располагаются озера системы Кабан (Нижний, Средний, Верхний), происхождение которых связано с провальными явлениями в старице р.Волги. Подобное происхождение характерно для системы Голубых озер – Большого и двух Малых, расположенных на первой надпойменной террасе р.Казанка – стариечные, осложненные карстовыми провалами.

На водоразделах Волга-Казанка-Меша в пределах второй и третьей надпойменных террас выделяют обширную карстовую зону с большим количеством крупных воронок, значительная часть которых занята озерами карстового генезиса (Раифское, Глубокое, Осиновое), которые также называются эрозионно-суффозионно - карстовыми. Процесс формирования таких озер сложен и поэтапен: первый этап - скопление поверхностного стока в эрозионных ложбинах, второй - переход его в подземный сток, и третий - после выщелачивания растворимых пород - образование глубоких провальных озер. Приказанский участок характеризуется значительным развитием карста в бассейнах рек. Так, озера Волжско-Камского государственного заповедника - Белое, Раифское, Ильинское находятся в бассейне реки Сумки; Линево, Карасиха – реки Сер-Булак. Время образования крупных озерных котловин относится к микулинскому межледниковью, когда произошло общее понижение базиса эрозии и активизировались карстовые процессы.

В карстово-суффозионном процессе и возникновении озерных котловин определенную роль сыграли, очевидно, термокарстовые понижения, разбросанные по территории района (Озера..., 1976).

По характеру питания исследованные озера Вятско-Камской возвышенности относятся к смешанному типу, но главная роль принадлежит различным типам подземных вод, поступление которых может уменьшаться в результате заполнения котловин наносами. По типу водного баланса озера сточные (проточные) и бессточные, по физико-химическим показателям делятся на две группы – пресные и минерализованные. Воды большого числа пресных озер относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы с малой и средней минерализацией. Прозрачность воды в таких озерах невысокая, от нескольких десятков сантиметров до 1,5 - 2 м. Цвет воды зависит от вод, которыми питается озеро и меняется от желтовато-зеленого (озера Раифское, Ильинское, Кабан) до коричневого (Белое, Карасиха). В глубоких дилютических водоемах в летний период наблюдается температурная и кислородная стратификация (Раифское, Ильинское, Карасиха, озера Кабан). В менее глубоких озерах – Линево и Белое – складываются условия, близкие к гомотермии.

Вода немногочисленных минерализованных озер (Голубые) относится к сульфатному классу кальциево-магниевой группы с высокой минерализацией (2,2, - 2,5 г/л). Для озер характерная высокая прозрачность – до дна (15,7 м) и голубой цвет воды, холодноводность, отсутствие стратификации (температура воды на поверхности в теплое время года  $7,5^{\circ}\text{C}$ , в придонном слое –  $6^{\circ}\text{C}$ ) (Мингазова, 2001).

**Лесостепные провинции Низменного и Высокого Заволжья (Лесостепное Заволжье)** занимают юго-восточную часть Республики Татарстан (площадь 36,4 тыс.  $\text{km}^2$ ). Радиационный баланс по подзонам меняется от 28 до 30 ккал. /  $\text{cm}^2$  в год (подзона северной лесостепи) и от 27 – 34 ккал./ $\text{cm}^2$  в год (подзона типичной лесостепи), «индекс сухости» - от 1,12 до 1,35 – 1,4 соответственно. Абсолютные высоты в пределах провинций меняются от 120

– 140 м до 380 м. Территории провинций сложены пермскими и плиоценовыми отложениями, прикрыты с поверхности делювиальными и элювиальными суглинками голоценового возраста. В террасовых толщах Волги и Камы встречаются озера карстово-суффозионного происхождения, а на юго-востоке, в местах близкого залегания к поверхности гипсов – карстовые глубокие озера (долина р.Ик, Степной Зай) (Озера..., 1976).

Из изученных озер лесостепной зоны к провинции **Низменного Заволжья** относятся озера Моховое, Чистое, Тарлашинское (Архиерейское), а к провинции **Высокого Заволжья** – озеро Акташский провал.

Исследованные озера провинций испытывают различную степень антропогенного воздействия. Часть исследуемых озер Низменного Заволжья – Кошаер, Шушьер, Шундоер, Паленое, Соленое – располагаются на территории государственного заповедника «Большая Кокшага» и его охранной зоны. Эти озера либо не подвержены прямому влиянию хозяйственной деятельности человека, либо воздействие минимально и проявляется, в основном, в виде рыбной ловли (оз. Паленое). Озеро Соленое в 1970–е гг. испытывало сильное влияние от деятельности утиной фермы, когда использовалось как место выпаса. Значительная часть озер является местом рекреации – Карась, Шап, Таир, Зеленое, озера Национального парка «Марий Чодра» - Яльчик, Глухое, Мушандер, Кононьер, Кичиер. Большая группа озер находится на малоосвоенных лесных территориях, они малопосещаемые и антропогенное влияние на них минимально – Кужьер, Эргежьер, Шутьер, Тотьер, Шунгалдан, Долгое, Голубая Старица, Серебряное, Шильма, Бойня. Многие водоемы расположены либо вблизи, либо непосредственно на территории населенных пунктов. Эта категория озер, как правило, подвергается наибольшему воздействию деятельности человека – от использования воды в питьевых целях, купания, рыбной ловли (Морской Глаз, Пужаньер, Пезмучаш, Шешьер) до выпаса водоплавающей птицы, водопоя крупного рогатого скота, сброса коммунально – бытовых сточных вод и отходов животноводства (Югидем, Каракаер, Юрдур).

Для исследованных озер Вятско-Камской возвышенности характерно антропогенное воздействие в виде рекреации (Голубые озера, Глубокое, Осиновое), сельскохозяйственной деятельности и влияния неочищенных бытовых сточных вод от населенных пунктов (озера Волжско-Камского заповедника и его охранной зоны). Наибольшее влияние хозяйственной деятельности человека испытывают городские озера (система Кабан). Помимо воздействия рекреации и водозaborа, здесь наблюдается поступление подогретых и загрязненных промышленных сточных вод, вод ливневой канализации. Исследованные озера лесостепных провинций испытывают влияние как сельскохозяйственной деятельности, так и рекреации.

## **1.2. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ ЯЛЬЧИК, ГЛУХОЕ, РАИФСКОЕ И ЛИНЕВО**

Подробные исследования фитопланктона были проведены на пяти карстовых озерах, принадлежащих к двум лесным провинциям: **Низменного Заволжья** (Вятский Увал) - озера Большой Яльчик, Малый Яльчик и Глухое и **Вятско-Камской возвышенности** – озера Раифское и Линево. Основные лимнологические характеристики этих озер представлены в таблице 2. Исследованные озера располагаются в бассейнах малых рек лесной зоны: в бассейне р.Иletь (Большой, Малый Яльчик и Глухое), р.Сумка (Раифское) и Сер-Булак (Линево). Исследуемые объекты находятся на территориях НП «Марий Чодра» Республики Марий Эл и Волжско-Камского заповедника Республики Татарстан.

### **Озера Низменного Заволжья Республики Марий Эл**

Мониторинг физико-химических показателей озер Национального парка «Марий Чодра» ведется лабораторией водных экосистем КГУ с 1989 г..

Таблица 2

Лимнологическая характеристика исследованных озер.

Озеро	Площадь, га	Глубина Макс., м	Глубина ср., м	Объем, тыс.м <sup>3</sup>	Длина, м	Ширина макс., м	Средняя ширина, м	Длина береговой линии, м	Характер водообмена
Большой Яльчик	128,5	28,8	7,89	10439	3010	1290	426,9	9460	бессточное
Малый Яльчик	53,6	32,0	8,7	4469	2580	537	207,75	5590	приточное, бессточное
Глухое	28,85	22,2	8,85	2815,325	1640	210	176	4280	приточное, бессточное
Райфское	31,99	19,6	6,49	2077,629	1296	320	247	34600	проточное
Линево	6,97	5,75	2,02	141,028	558	195	125	1330	проточное

**Примечание:** лимнологическая характеристика озер Большой и Малый Яльчик, Глухое приводится по данным исследований Лаборатории водных экосистем, экологический факультет КГУ; по озерам Раифское и Линево – по данным исследований Волжско-Камского заповедника.

Исследуемые контрольные водоемы относятся к крупным водным объектам РМЭ со значительными максимальными и средними глубинами. Многолетние исследования температурного режима позволяют отнести эти водоемы к стратифицированным димиктическим. На всех трех озерах в летний период отмечается явление прямой температурной и кислородной стратификации, а в зимний период - наличие обратной температурной стратификации.

### **Озеро Яльчик (Большой и Малый)**

Яльчик представляет собой систему из двух озер – **Большого и Малого**, соединенных протокой (рис.2, 3). В отдельные летние периоды протока пересыхает, превращая водоемы в изолированные и самостоятельные озера. Малый Яльчик расположен выше (89,8 м абс.отм.) Большого Яльчика (88,4 м абс.отм.) по уровню, но течение воды наблюдается только весной при поднятии уровня воды на 0,5-1 м. На данный момент это самое большое по площади и объему озеро в Республике Марий Эл с тенденцией его дальнейшего увеличения (в районе озера интенсивно идут карстовые процессы, способствующие увеличению площади озера). Из-за разновозрастных провалов озеро Большой Яльчик имеет сложную лопастную форму с двумя вытянутыми концами-заливами, а Малый Яльчик – вытянутую. В 1906 г. М.Д.Рузским отмечалось наличие 12 впадин на дне, с глубинами от 3 до 33,7 м (рис.3), к настоящему времени отмечается 11 углублений. Котловина дна озера Малый Яльчик более глубокая (максимальная глубина -32 м), северная и юго-западная части Большого Яльчика - мелководные, заросшие растительностью, максимальная глубина, отмеченная в центральной его части, составляет 28,8 м. В озеро Малый Яльчик впадают две малые реки - от села Алексеевского и речка Бахуткина, длиной до 10 км, с расходом воды в летний период около 3300 и 11800 м<sup>3</sup>/сут. соответственно.

Оптические свойства воды озера **Большой Яльчик** заметно отличаются от таковых озера Малый Яльчик. Вода этого бессточного, самого большого

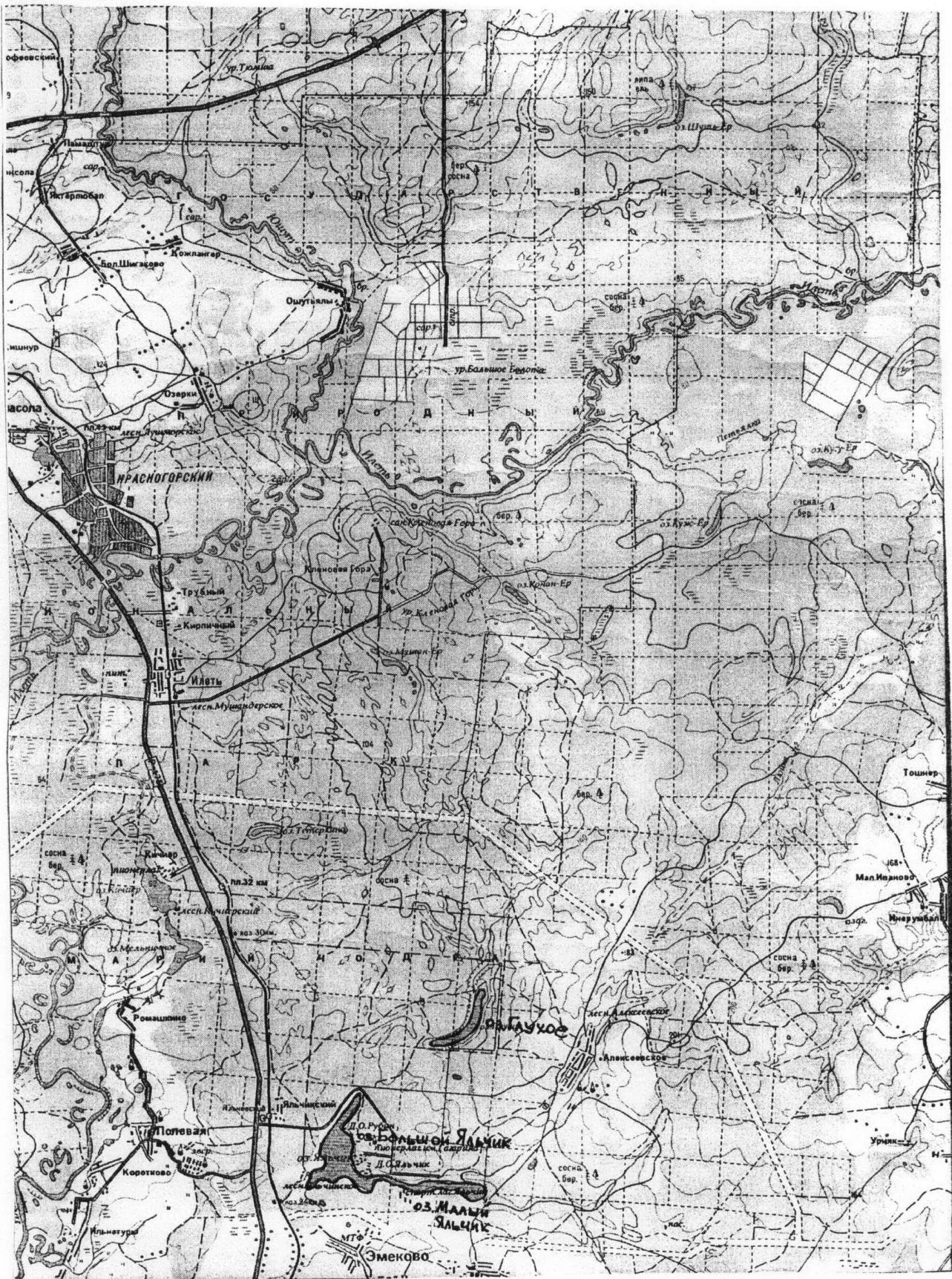
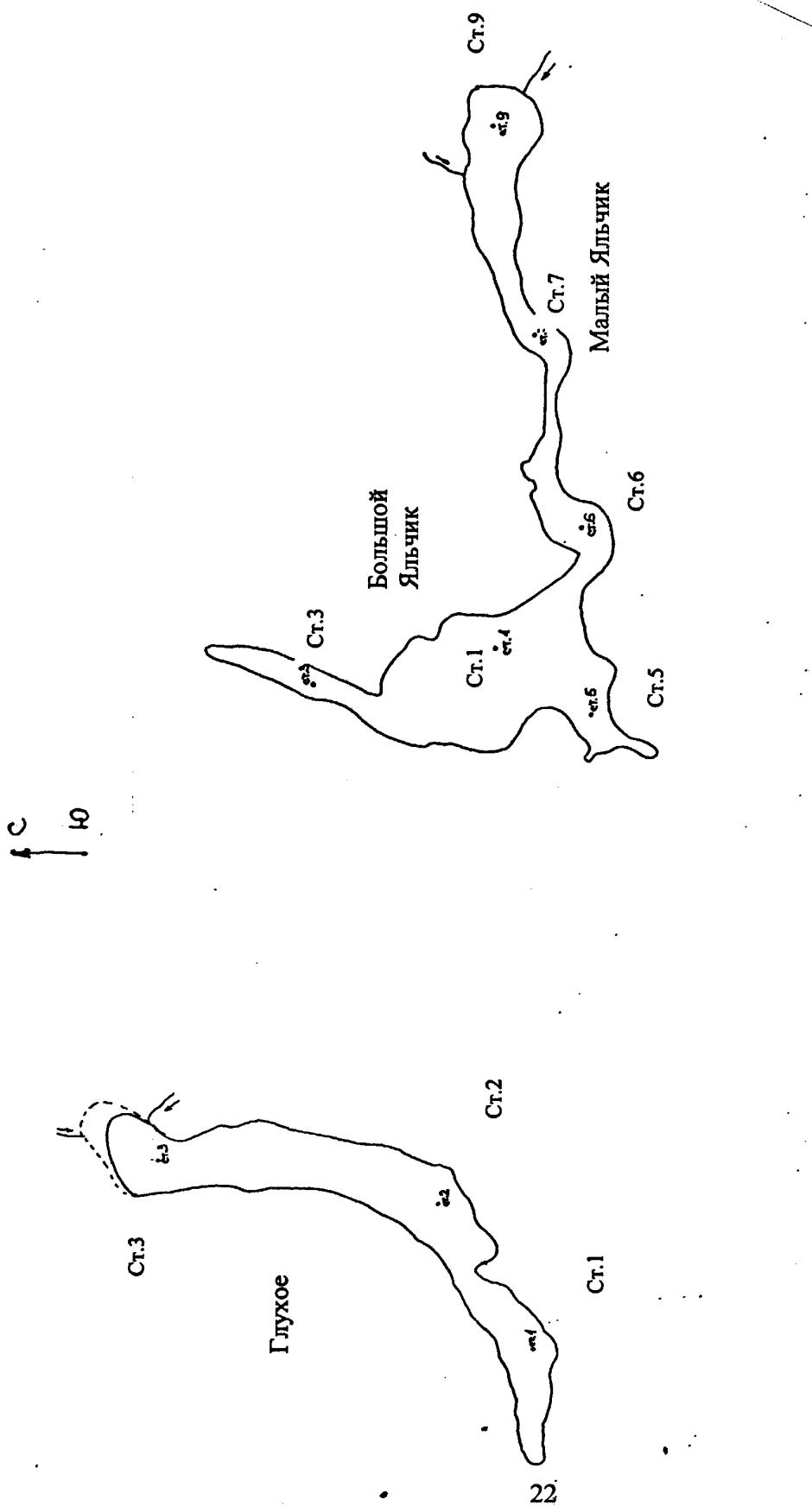


Рис. 2. Карта – схема расположения озер ГУНП Марий Чодра

Рис.3. Схема расположения станций отбора проб на озерах Большой и Малый Яльчик, Глухое.



по площади из изучаемых озер характеризуется высокими значениями прозрачности – до 4,7 м в летний период и 6,5 м в зимний. Цвет воды в зависимости от сезона исследований может меняться от зеленоватого до желтовато-зеленого. Вода поверхностного слоя в летний период прогревается до 22<sup>0</sup>С – 24<sup>0</sup>С, на глубине 23 м – 26 м температура достаточно низкая - от 5 до 5,2<sup>0</sup> С, что также является свидетельством постоянной грунтовой подпитки озера. Область температурного скачка приходится на глубины от 4 до 10 м. В зимний период температура поверхностных слоев может составлять от 0 до 1<sup>0</sup>С, постепенно повышаясь до 4<sup>0</sup>С на глубинах более 15 м. Содержание растворенного в воде кислорода также стратифицировано, на поверхности его концентрация в летний период может составлять от 9,8 до 22 мгО<sub>2</sub>/л, в придонном слое - от 2,1 до 19,2 мгО<sub>2</sub>/л. Исследования концентраций кислорода в зимний период показали, что в целом по столбу воды она может меняться от 8,7 мг/л на поверхности до 5,8 мг/л на глубине 21 м. В отдельные годы в летний период в придонных слоях отмечается присутствие сероводорода и отсутствие кислорода. По результатам многих лет исследований в воде озера среди катионов преобладает кальций (28,6 – 36,9 мг/л), среди анионов – гидрокарбонаты (88,9 – 130,8 мг/л). Вода озера «мягкая» (1,7 – 2,1 мг.экв./л), характеризуется «малой» минерализацией, «средней» перманганатной окисляемостью (5,7 – 6,3 мгО/л), pH 7-8. Из определяемых биогенных элементов превышения ПДК для рыбохозяйственных водоемов отмечались только для железа: в поверхностном слое его содержание достигало до 1,2 ПДК (0,2 мг/л), а в придонном – до 1,3 ПДК (0,28 мг/л). Определяемые минеральные формы азота и фосфора в летний период находились в пределах нормы, либо вообще не были обнаружены (нитриты). Нитриты появляются в воде озера в весенний и осенний периоды, их концентрация меняется от 0,003 до 0,007 мг/л. Концентрация аммонийного азота в течение года может меняться от 0,2 до 0,57 мг/л, концентрация нитратов – от 1,52 до 3,41 мг/л, фосфатов – от 0 до 0,09 мг/л. По эколого-санитарной классификации вода озера характеризу-

ется II классом – чистые воды, разрядом - «вполне чистые» (Отчет о НИР..., 1989 – 2002).

**Озеро Малый Яльчик** - самое глубокое из исследуемых водоемов. Прозрачность воды, по сравнению с оз.Большой Яльчик, ниже и за период исследований менялась от 0,5 м до 2,4 м в летнее время, достигая максимальных значений зимой – 2,9 м. Цвет воды в различные сезоны характеризовался как зеленый или желтовато-зеленый. В летний период вода поверхности может прогреваться до 26,5<sup>0</sup>С, в придонных слоях на глубине 32 м в течение лета температура сохраняется в пределах 3,2 – 5<sup>0</sup>С. Зона температурного скачка находится в пределах 4 – 10 м. Исследования температурного режима в зимний период показали наличие обратной температурной стратификации с минимальными значениями поверхностного слоя воды – 0<sup>0</sup>С и наибольшими + 4<sup>0</sup>С - на глубине ниже 8 м. Озеру свойственна также и кислородная стратификация в летний период. Насыщенность кислородом поверхностных слоев может достигать 21 – 22 мг О<sub>2</sub>/л, концентрация кислорода в придонных слоях может меняться от 0 – 5,1 до 21,74 мг О<sub>2</sub>/л. В слоях воды ниже 16 м часто отмечается присутствие сероводорода. Величина общей жесткости воды характеризовала ее как «мягкую» с «малой» минерализацией и «средней» перманганатной окисляемостью (6,7 – 8,8 мг/л), pH менялся от 8,6 до 8,8. Тип воды по результатам многолетних исследований - гидрокарбонатный (85,6 – 90,6 мг/л) с преобладанием кальция (25,8 – 32,3 мг/л). Как и для оз.Большой Яльчик, для воды озера Малый Яльчик свойственны превышения ПДК по железу, которые менялись от 1,0 до 1,3 ПДК (0,04 мг/л) для поверхностного и придонного слоев соответственно. Определяемые в летний период минеральные формы азота и фосфора отмечались в низких концентрациях, не превышающих ПДК, либо отсутствовали, увеличение концентраций биогенных элементов отмечалось в осенний и весенний периоды. В целом, содержание нитритов в течение вегетационного периода менялось от 0,003 до 0,101 мг/л, аммонийного азота - от 0,34 до 0,49 мг/л, нитратов – от 1,74 до 5,75 мг/л, фосфатов – от 0,001 до 0,34 мг/л. Качество воды в озере

характеризуется классом «чистые воды», разрядами «вполне» и «достаточно чистые» воды в поверхностном и придонном слоях соответственно (Отчет о НИР..., 1989 – 2002).

Донные отложения в озерах автохтонного происхождения, песчано-илистые в Большом Яльчике, серый сапропель со слабым запахом сероводорода – в Малом Яльчике. Мелководные литоральные участки озер и протока характеризуются зарастанием водной растительностью. Озера отличаются высоким разнообразием флоры и фауны, водной и прибрежной. Активно используются для рекреационных целей, по берегам расположены 19 объектов организованного отдыха.

Большую роль в приносе загрязняющих веществ в озеро играют два притока – река Бахуткина и река от села Алексеевское. Вода рек того же гидрокарбонатного типа с преобладанием ионов кальция, но отличается от воды озера большими значениями жесткости, удельной электропроводности, количеством биогенных элементов. Большее количество биогенных элементов поступает с рекой от с.Алексеевское, значительная часть площади водосбора которой занята сельскохозяйственными угодьями (пашней, пастбищами). Содержание аммонийного азота в реке в летний период может составлять 1,45 мг/л (2,9 ПДК), нитратов – 15,1 мг/л, ортофосфатов – 0,245 мг/л. Площадь водосбора р.Бахуткина располагается на лесных территориях, но перед впадением в озеро воды реки обогащаются смытыми с берегов, используемых под место выпаса крупного рогатого скота, органическими и минеральными формами азота и фосфора Содержание аммонийного азота в реке в летнее время может составлять 1,05 мг/л (2,1 ПДК), содержание нитритов – 0,13 мг/л (Отчет о НИР..., 1989-1991).

### **Озеро Глухое**

Озеро расположено в 2 км севернее Яльчика, на более высокой террасе р.Иletь (97,4 м абс. отм.). Имеет длинную, узкую, серпообразную форму (рис.2,3), длиной до 1640 м, расширенную в северной части.

Берега ступенчатые, с явными следами уменьшения уровня в виде продольных береговых террас, в восточной части - крутые. Площадь озера – 28,85 га (в 1906 г. - 32,2), макс. глубина -22,2 м (в 1906 г. - 23,7; в 1955 г. – указывалось 30 м) (Озера..., 1976, Отчет о НИР..., 1991- 2002). Озеро карстового происхождения, дно падает круто, имеется 4 впадины. Приточное, в озеро впадает два ручья, часто пересыхающие летом – Овражка и Рябиновый ключ. Рябиновый ключ с 1980-х г.г. проходит через трассу газопровода “Уренгой - Помары - Ужгород”, из-за текущих процессов эрозии площади водосбора ручей при впадении в озеро образует мощный конус выноса песка, что ведет к заилению северной части озера..

Озеро отличается высокими значениями прозрачности – в летнее время она достигает 5 – 5,1 м, а в осенне – 3,5 м, цвет воды – зеленоватый. В летний период наблюдается прямая температурная стратификация. Толщина эпилимниона составляет не менее 4 м, слой температурного скачка находится между глубинами 4 и 6 м. С глубины 6 м и до дна (20 - 22 м) температура воды меняется незначительно и составляет, в среднем, 4,4<sup>0</sup>С. Исследования температурного режима в зимний период на озере не проводились, но следуя аналогии со стратифицированными озерами системы Яльчик, в зимний период на озере наблюдается обратная температурная стратификация с минимальными значениями в поверхностном слое и максимальными – в глубинном. Вода в озере «мягкая» (менее 3 мг экв/л), с «малой» минерализацией, pH меняется в пределах 6,8 – 8,3. Тип воды - гидрокарбонатный (содержание гидрокарбонатов - 59,2 – 130,8 мг/л), из катионов преобладает кальций (33,7 – 35 мг/л). Перманганатная окисляемость характеризуется как «средняя» (6,2 – 9 мгO<sub>2</sub>/л). Содержание кислорода отмечает большую насыщенность поверхности горизонта – от 17,24 до 20,7 мгO<sub>2</sub>/л, на глубине 19 – 20 м содержание растворенного в воде кислорода может составлять от 3,3 до 12,8 мгO<sub>2</sub>/л. В воде придонного слоя иногда отмечается запах сероводорода. В летний период биогенные вещества отмечаются в воде озера в следовых количествах, не превышающих ПДК для рыбохозяйственных водоемов, либо

отсутствуют совсем. Рост концентраций соединений азота, в частности аммонийного азота, отмечается в осенний период - до 1,2 – 1,3 ПДК (0,60 – 0,66 мг/л) на поверхности и 2,4 ПДК (1,22 мг/л) – у дна. Для воды озера характерно превышение ПДК по содержанию железа, в поверхностном слое это превышение может составлять до 2,3 ПДК, в придонном – 1,0 ПДК (0,19 – 0,21 мг/л). Качество воды в озере за многие годы наблюдений характеризуется разрядами «очень» - «вполне чистая» у поверхности и «вполне чистая» у дна (Отчет о НИР..., 1991-2002).

Донные отложения в 1906 . (Рузский, 1916) отмечались как песчано-известковые, беловато-серого цвета, в 1993г. - как глеевые, тяжело-глинистые, слабощелочные, с высоким содержанием гумуса (11,7 %). Немногочисленные мелководья слабо застают. Берега и террасы заняты лесом. Озеро активно используется туристами для отдыха.

### **Озера Вятско-Камской возвышенности Республики Татарстан**

Озера Раифское и Линево находятся на территории Раифского участка Волжско-Камского заповедника. Раифский участок ВКГЗ расположен на второй надпойменной террасе р.Волги, образованной в риское время в результате заполнения песчаным материалом, принесенным рекой, а также водами таявшего ледника (Гуслицер, 1957).

#### **Озеро Раифское**

Это самое большое по площади и объему озеро в Раифском лесничестве Волжско-Камского заповедника (рис.4). В своем питании и режиме связано с рекой Сумкой и ее деятельностью и интенсивно заиливается, сокращаясь в своих размерах. Современное Раифское озеро - остаток крупного и глубоко-го полузамкнутого водоема, образовавшегося в результате карстового провала и впоследствии “захваченного” рекой Сумкой. Озеро вытянуто с севера на юг, со всех сторон окружено лесом. По результатам гидрологической съемки заповедника длина озера составляет 1296 м при максимальной ширине 320 м, максимальная глубина - 19,6 м, площадь озера составляет 31,99 га, объем воды – 2077,63 тыс.м<sup>3</sup> (Унковская, 2002).

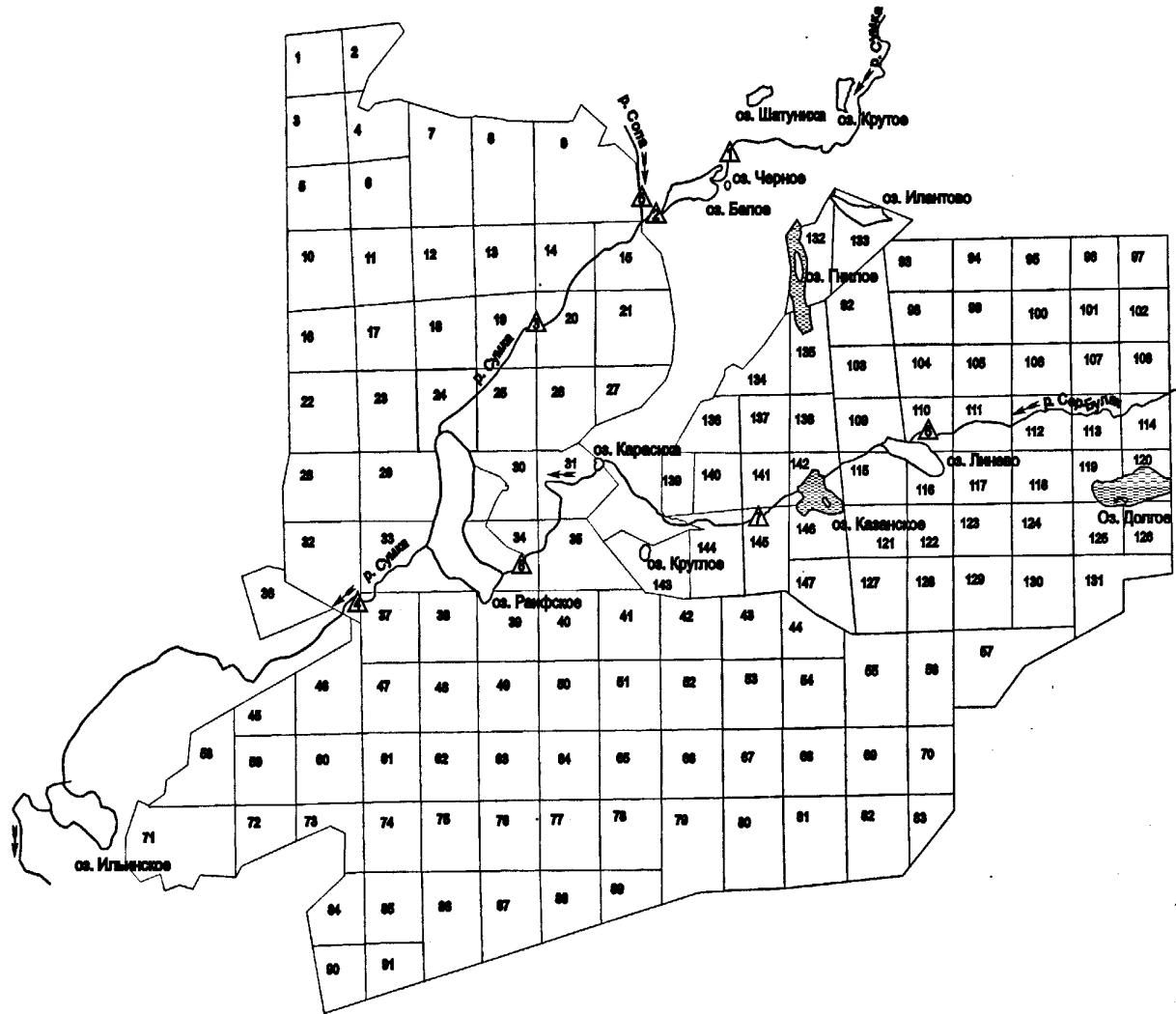


Рис.4. Схема расположения озер Раифское и Линево Раифского участка ВКГПЗ.

Около 350 лет назад длина озера достигала 6 км, а площадь - 105 га (Гуслицер, 1957). Озеро Раифское, находясь в русле р.Сумки (длина реки 37,5 км, протяженность по территории заповедника – 3,4 км), также имеет приток – р.Сер-Булак (длина – 11,5 км, протяженность по территории заповедника – 6,4 км), которая заканчивает свое течение в оз.Раифское. Водосборный бассейн р.Сер-Булак практически полностью залесен. Бассейн р.Сумка на 46% покрыт лесом, остальная территория занята сельскохозяйственными угодьями, на которых протекают интенсивные эрозионные процессы, что в свою очередь вызывает заилиение озера в месте впадения реки. Водный режим рек подобен равнинному, для которого характерны весеннее половодье, низкая летняя и зимняя межень, небольшой паводок осенью. Но в настоящее время обе реки на протяжении летнего периода в среднем и нижнем течении пересыхают (тип «сухие реки»). В весенний период (начало апреля) в р.Сумка отмечается максимальный расход воды  $15\text{--}24,5 \text{ м}^3/\text{с}$  при скорости течения 1,3 – 2,7 м/с. В целом на территории заповедника ее общий годовой сток составляет порядка 13 млн.  $\text{м}^3$ , в том числе около 10 млн.  $\text{м}^3$  (более 76%) приходится на весеннее половодье, что свидетельствует о нарушении водного режима реки. Общий годовой сток р.Сер-Булак составляет порядка 3 млн.  $\text{м}^3$ , более 2,5 млн.  $\text{м}^3$  также приходится на весеннее половодье.

Физико-химические показатели воды озера Раифское тесно связаны со стоком рек. Вода озера характеризуется невысокой прозрачностью в летний период – 0,6 – 1,73 м, которая резко снижается во время весеннего половодья – до 0,15 м. Цвет воды при этом меняется от обычного желтовато-зеленого на коричневый в связи с поступлением большого количества взвешенных частиц с водами впадающих рек. Самые высокие значения прозрачности отмечаются в зимний период – до 2 м (Унковская, 2002).

Озеро димиктическое, распределение температуры воды соответствует режиму глубоких стратифицированных водоемов. В летний период верхние слои воды прогреваются до  $19\text{--}27^\circ\text{C}$ , на глубине 4-6 м отмечается температурный скачок – температура снижается до  $16\text{--}14^\circ\text{C}$ . На глубине 8-17 м темпера-

тура воды составляет  $6-4^{\circ}\text{C}$ . Зимой наблюдается обратная температурная стратификация с наименьшими значениями на поверхности – от  $0,8$  до  $1^{\circ}\text{C}$  до  $1,8 - 2,2^{\circ}\text{C}$  – в придонных слоях.

Газовый состав воды в летний период характеризуется нормальным содержанием растворенного кислорода у поверхности – в среднем  $6-13$  мг/л и его недостатком на глубинах  $10-18$  м –  $1,5 - 4$  мг/л. Зимой содержание кислорода на поверхности может достигать  $5,3$  мг/л, а в придонном слое –  $1,1 - 3,7$  мг/л. Количество свободной углекислоты в разные сезоны колеблется от  $1,8$  до  $19,2$  мг/л, достигая наиболее высоких значений в придонных слоях (Унковская, 2002). В ионном составе преобладают гидрокарбонаты –  $85-268$  мг/л, при содержании карбонатов до  $24,5$  мг/л или их полном отсутствии. По общей жесткости вода относится к категории «мягкой и умеренно-жесткой» – до  $5,9$  мг экв./л. Количество сульфатов невелико – до  $7$  мг/л, хлоридов –  $35-43$  мг/л. Активная реакция среды слабощелочная – в среднем  $7,1 - 8,5$ , но значения pH увеличиваются, особенно у поверхности озера, в период массового развития фитопланктона – до  $9,5$ . Содержание аммонийного азота изменяется в пределах  $0,01 - 0,6$  мг/л (до  $1,5$  ПДК), нитритов –  $0 - 1,87$  мг/л (до  $93$  ПДК), фосфатов –  $0,01 - 0,3$  мг/л (до  $1,5$  ПДК). Количество общего железа достигает  $2,7$  мг/л ( $5$  ПДК). Накопление в озере органических веществ косвенно подтверждается величиной перманганатной окисляемости – от  $4,4 - 38,5$  мг $\text{O}_2$ /л при ПДК для рыбохозяйственных водоемов  $15$  мг $\text{O}_2$ /л (Унковская, 2002).

Класс качества воды оз. Раифское в разные годы изменялся от «чистые» до «загрязненные» воды. Разряды в пределах классов менялись от «вполне чистые воды» (что больше соответствовало поверхностным слоям) до «слабозагрязненные воды» (придонные слои).

### **Озеро Линево**

Это небольшое по площади, глубине и объему проточное озеро расположено в русле р. Сер-Булак в ее среднем течении в юго-восточной части Раифского лесничества в  $2,4$  км к востоку от центра пос. Садовый (рис.4). В

месте впадения реки в озеро во время весеннего половодья уровень воды достигает 1,5-1,6 м с максимальным расходом воды 1,3 м<sup>3</sup>/с, по выходу из озера средний расход воды увеличивается до 1,45 м<sup>3</sup>/с. Озеро овальной формы, с вытянутостью с запада - северо-запада на восток - юго-восток. Берега сильно заилены и заболочены. С севера, запада и юга зарастает сплавиной, дно озера покрыто илом (Гуслицер, 1957). На дне отмечается мощный слой сапропеля, подстилаемый слоем плотной темно-серой глины с остатками сосны, березы и других растений. Ниже сохранился тонкий слой в 2-3 см спрессованного мха (гипнум) без примесей. Очевидно, озеро возникло на месте хвойного леса путем образования глубокого провала. Мощность озерных отложений - до 5 м - равна толщине воды в озере, что свидетельствует о длительном процессе заиления (Тайсин, 1996). Современная максимальная глубина озера – 5,75 м, ширина - 195 м, длина - 558 м, общая площадь озера – 6,97 га (Унковская, 2002). В летний период температура воды постепенно снижается от поверхности к придонным слоям, достигая 26<sup>0</sup>С на поверхности и 12<sup>0</sup>С – на глубине 4 м. В зимний период наблюдается обратное распределение температуры – на поверхности от 0,3 до 0,8<sup>0</sup>С, в придонном слое – от 3 до 3,3<sup>0</sup>С, в суровые зимы озеро промерзает до дна. Озеро быстро зарастает и заносится материалами, приносимыми р. Сер-Булак. Современное экологическое состояние озера определяется экстремально высоким загрязнением водоема в результате сброса неочищенных сточных вод птицефабрики «Казанская» в июне 1986 г. в р. Сер-Булак. Естественно-заболачивающийся водоем до аварийного сброса имел следующие характеристики: прозрачность воды – от 0,43 до 1,2 м, концентрации растворенного кислорода – 2,6 – 19 мг/л, аммонийного азота – 0,1 – 4,5 мг/л, перманганатной окисляемости – 1,7 – 22 мг О<sub>2</sub>/л. В 1986 г. после загрязнения прозрачность воды не превышала 0,15 м и отличалась насыщенно-черным цветом. Наблюдалось отсутствие растворенного в воде кислорода, концентрации аммонийного азота достигали 90 мг/л, величины перманганатной окисляемости – 17 - 36,5 мгО<sub>2</sub>/л. Качество воды озера Линево характеризовалось V классом, «загрязненные» воды, разрядом

«сильно загрязненные воды». В последующем, в результате процессов самоочищения, произошло увеличение прозрачности воды (от 0,32 до 0,95 м), концентраций растворенного в воде кислорода (в летний период - от 5 до 15 мг/л, в зимний – 3,2 – 3,8 мг/л); величины перманганатной окисляемости снизились до 9 – 25 мгО<sub>2</sub>/л. Но содержание биогенных элементов остается высоким: концентрации аммонийного азота составляют 0,7 – 8,9 мг/л (до 22 ПДК), нитритов – до 0,2 мг/л (10 ПДК), фосфатов – 0,02 – 0,7 мг/л (до 3,5 ПДК). Концентрации сероводорода и сульфидов, особенно в зимний период, составляют до 0,01 – 0,2 мг/л (до 40 ПДК). В настоящее время поверхностные воды озера оцениваются как «достаточно чистые», а придонные соответствуют разряду «слабозагрязненные воды» (Унковская, 2002).

### **Гидрофизические показатели и кислородный режим контрольных озер в 1997-98 гг.**

Для всех контрольных озер проводились измерения таких гидрофизических показателей, как температура воды по горизонтам через 1- 2 м (с помощью термометров, закрепленных на батометрах), прозрачности (по диску Секки) и цвета воды (визуальное определение). Исследования кислородного режима проводились также по горизонтам с помощью кислородомера или титриметрическим методом Винклера. Исследования на озерах Большой и Малый Яльчик, Глухое проводились автором, сведения об озерах Раифское и Линево за указанный период приводятся по данным летописи ВКГЗ.

В гидрологическом режиме озер умеренной зоны выделяют четыре периода, которые соответствуют периодам весенней и осеннеей циркуляции и зимней и летней стагнаций водных масс. Зимний период продолжается в среднем 3-5 месяцев и длится с конца ноября до марта, весенний период начинается в конце марта – апреле, летний период начинается с установления термической стратификации в конце мая – первой половине июня и длится до полного ее нарушения при ветровом перемешивании в конце августа. Осенний период начинается с конца августа – начала сентября после перемешивания вод с началом осеннеей циркуляции и продолжается до ледостава

(Трифонова, 1990). Исследования на озерах Большой и Малый Яльчик, Глухое в 1997-98 г.г. охватывали периоды со второй половины - конца мая по первую половину - конец сентября, что соответствовало летне-осеннему периоду. Исследования на озерах Раифское и Линево в 1997 г. включали в себя весенне-летние (апрель-июль), и летне-осенние (июль, август, октябрь) исследования. В 1998 г. на этих двух озерах большая часть исследований проводилась в течение вегетационного сезона – с конца марта – начала апреля по первую декаду октября.

Морфологические и морфометрические особенности озер обуславливают их термический режим, вертикальное распределение температуры и растворенного в воде кислорода. Основным показателем, определяющим условия стратификации в озерах, является коэффициент открытости (соотношение площади водного зеркала и средней глубины, чем он меньше, тем лучше условия для стратификации), а также форма котловины и направление оси озер относительно преобладающих ветров (Трифонова, 1990). Значения коэффициента открытости для пяти исследованных озер невелики и меняются от 3,26 (оз. Глухое – самые лучшие условия для создания стратификации) до 16,28 (оз. Большой Яльчик). Коэффициенты открытости других озер распределяются следующим образом – оз. Малый Яльчик – 6,16, оз. Раифское – 4,93 и оз. Линево – 3,45.

### Озеро Большой Яльчик

Температура воздуха за вегетационный период 1997 г. (с 26.05 по 24.09) менялась от 7 °C (наименьшее значение отмечалось 26.05.) до 27 °C (самое высокое значение температуры за сезон – 28.06.). Воздух прогрелся до температуры выше 20 °C уже в первой декаде июня, снижение температуры в результате небольшого похолодания наблюдалось во второй половине июля (17.07.), а также с конца августа до завершения периода исследований. Температура воздуха за период исследований 1998 г. менялась с 22 °C в начале сезона (29.05) до 17 °C – в конце сезона (14.09.). Максимальная температура

воздуха отмечалась во второй половине июля (18.07.) и достигала 33  $^{\circ}\text{C}$  (табл. 1,2 прилож.).

Исследования термического режима оз.Большой Яльчик в 1997-98 г. г. показали, что это стратифицированный водоем, причем прогреванию подвергаются слои воды до 6 - 8 м глубины, температура остальной водной массы до глубины 24 – 26 м на протяжении всего периода исследований находится в пределах от 5 – до 6,8  $^{\circ}\text{C}$  (табл.2,3 прилож.). Прогревание верхних слоев воды (до 6-8 м) идет интенсивно в первой половине лета, температура воды достигает наибольших значений в конце июня – начале июля (рис.5,6). Наступление явления летней температурной стратификации зависит от погодных условий года исследований и может варьировать. Так, летняя стратификация в 1997 г. на ст.1 наблюдалось в конце июня (с 28.06.), в 1998 г. в силу более высоких температур воздуха температурная стратификация наблюдалась несколько раньше, во второй половине июня (17.06.). При этом объем воды озера разделился на 3 термические зоны: в 1997 г. зона эпилимниона находилась до глубины 4 –6 м, зона металимниона – от 4-6 м до 6-8 м, зона гиполимниона - с 6-8 м до придонных слоев. В 1998 г. слой эпилимниона располагался от поверхности до глубины 2 м (температура 27 $^{\circ}\text{C}$ ), металимнион – на глубинах от 2 до 4 м (19,8 $^{\circ}\text{C}$ ), слой гиполимниона – от 4 до 24 м (5-10 $^{\circ}\text{C}$ ). Четкость стратификации с расширением слоя эпилимниона до глубины 4 м наблюдалась в течение месяца (до 18.07).

Охлаждение воды озера отмечается со второй половины июля – второй половины августа и продолжается до конца сентября. Исследования температурных режимов мелководных станций в 1998 г. (с глубинами от 6 до 8,7 м), показали больший уровень прогрева воды (до 27,6  $^{\circ}\text{C}$ ) с сохранением стратификации. Исследования на ст.3 и 5 показали, что в период летней стратификации (вторая половина июня) на них можно выделить три температурных зоны – эпилимнон – от поверхности до 2 м, металимнион – от 2 до 4 м, слой гиполимниона находился между глубинами 4 – 6,6 м (ст.3) и 4- 8,7 м (ст.5).

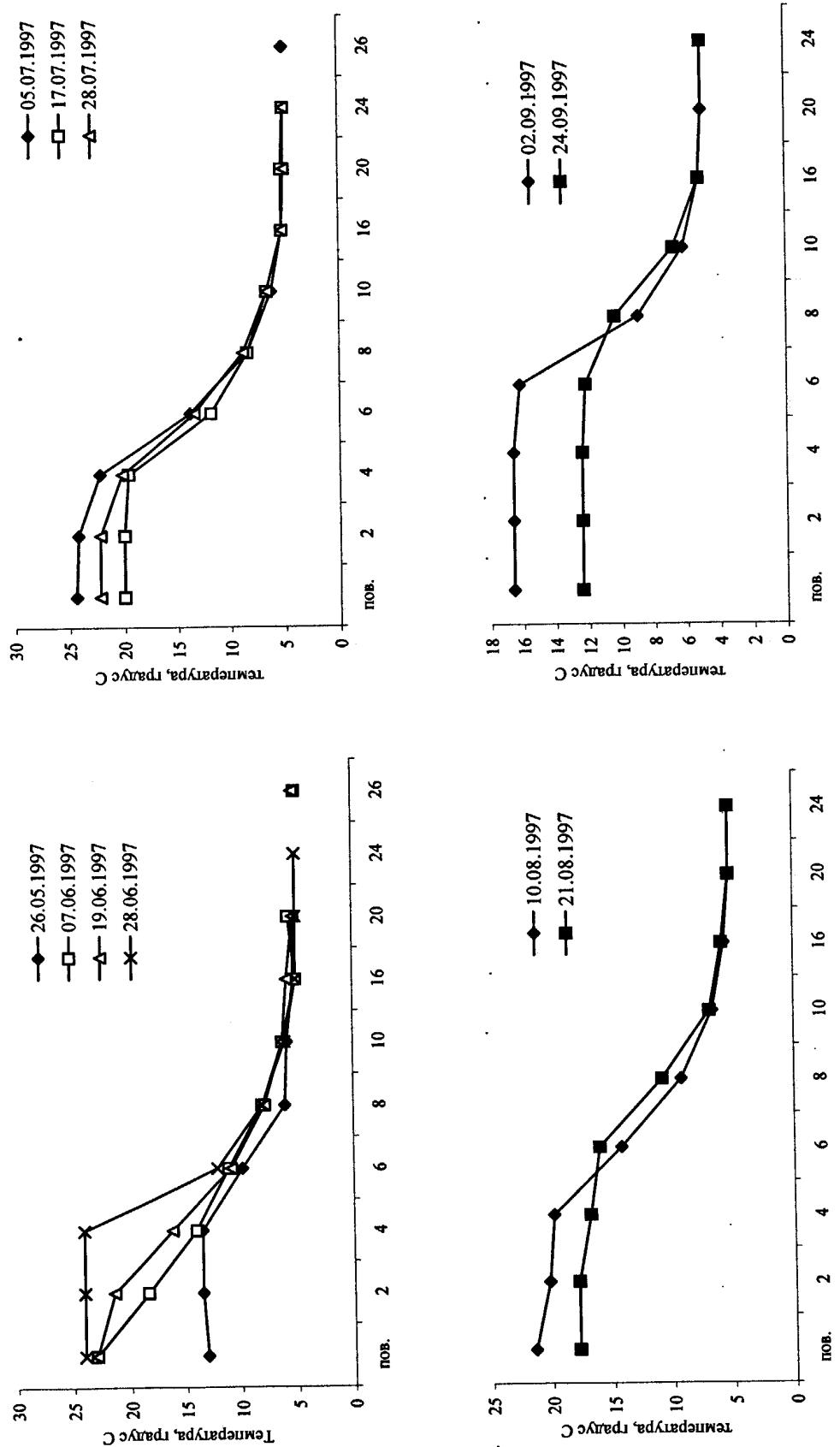


Рис.5. Изменение температуры воды по горизонтам в оз.Большой Яльчик ст.1 ( 1997 г.).

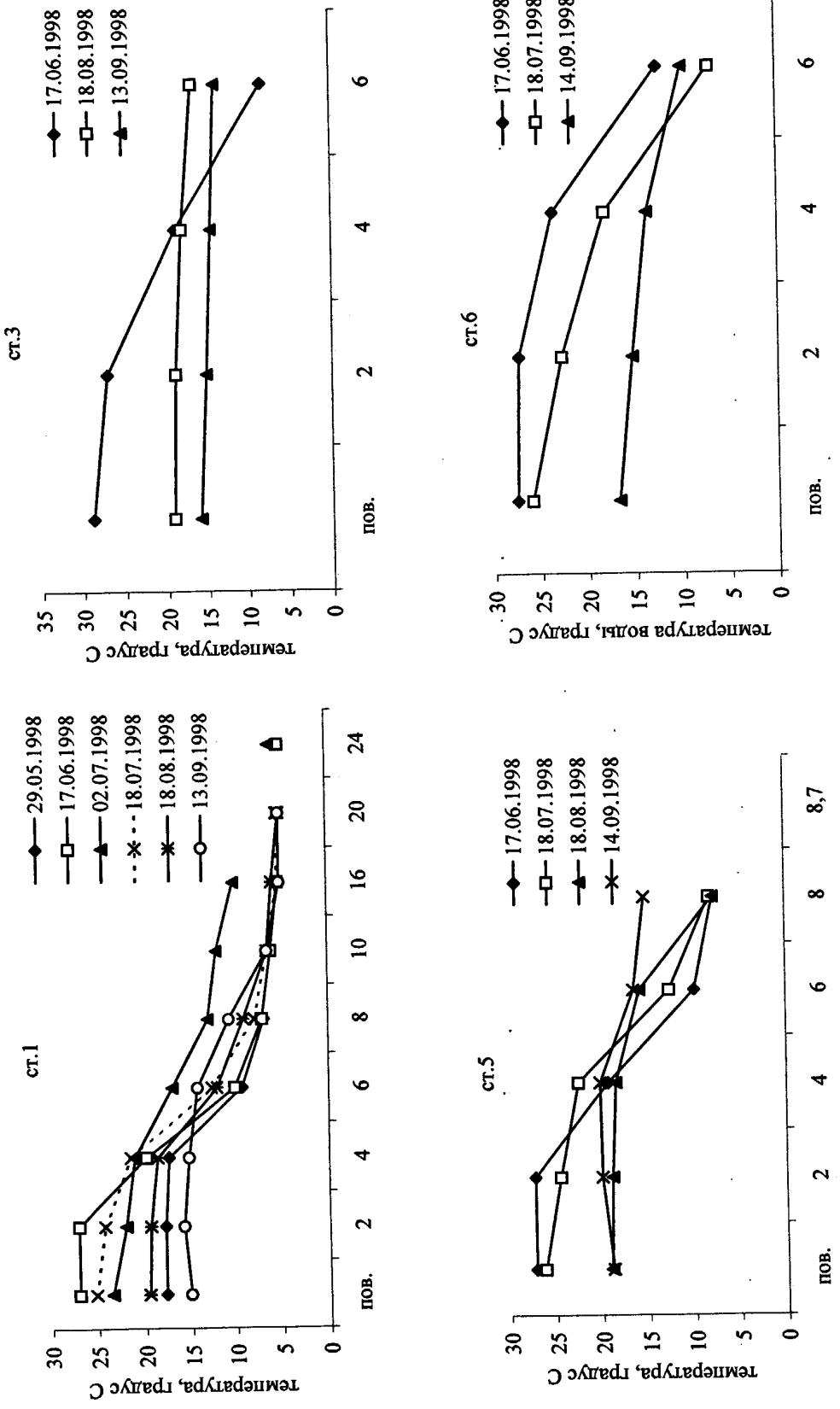


Рис.6. Изменение температуры воды по горизонтам и станциям (ст.1,3,5,6) в оз.Большой Яльчик (1998 г.).

На ст.6 стратификация образует только два различных по температуре слоя - от поверхности до глубины 4 м и от 4 до 6 м (рис.6).

Остывание прогретых слоев мелководных станций начинается так же как и на глубоководной, со второй половины августа и длится до конца периода исследований.

Исследования оптического режима оз.Большой Яльчик показали, что прозрачность воды в 1997 г. менялась в диапазоне от 1,7 м до 3,8 м, а в 1998 г. от 1,6 до 3,6 м. Для динамики прозрачности воды оз.Большой Яльчик свойственно наличие двух периодов с высокими значениями прозрачности. В 1997 г. первый период соответствовал середине лета (28.06.- прозрачность 3,8 м) и совпадал с началом летней температурной стратификации в водоеме; второй был приурочен к началу осени (02.09.- 2,8 м) (табл.2,3,4 прилож., рис.7). В 1998 г. первый период высоких значений прозрачности приходился на начало июля (02.07.) и составлял 3,1 м, второе и наибольшее значение - 3,6 м - приходилось на вторую половину августа (18.08).

Похожий ход кривых изменения прозрачности в 1998 г. наблюдался для трех мелководных станций. Первый летний пик прозрачности отмечался во второй половине июня (17.06.), значения прозрачности менялись от 2,1 м (ст.5) до 3,8 м (ст.6) и 4 м (ст.3). Второе повышение прозрачности приходилось на начало осени (18.08 - ст.5- 3,6 м; 14.09. – ст.6 – 2,3 м) (рис.7). В целом, летние значения прозрачности на мелководных станциях оказываются выше, чем на глубинной станции. Вероятно, это связано с очищающей деятельностью погруженной водной растительности, которая обильно произрастает в зоне исследуемых мелководных станций.

Цвет воды озера Большой Яльчик в зависимости от периода исследований характеризовался как желтоватый, желтовато-зеленый, зеленый, зелено-голубой (табл.2,3,4 прилож.).

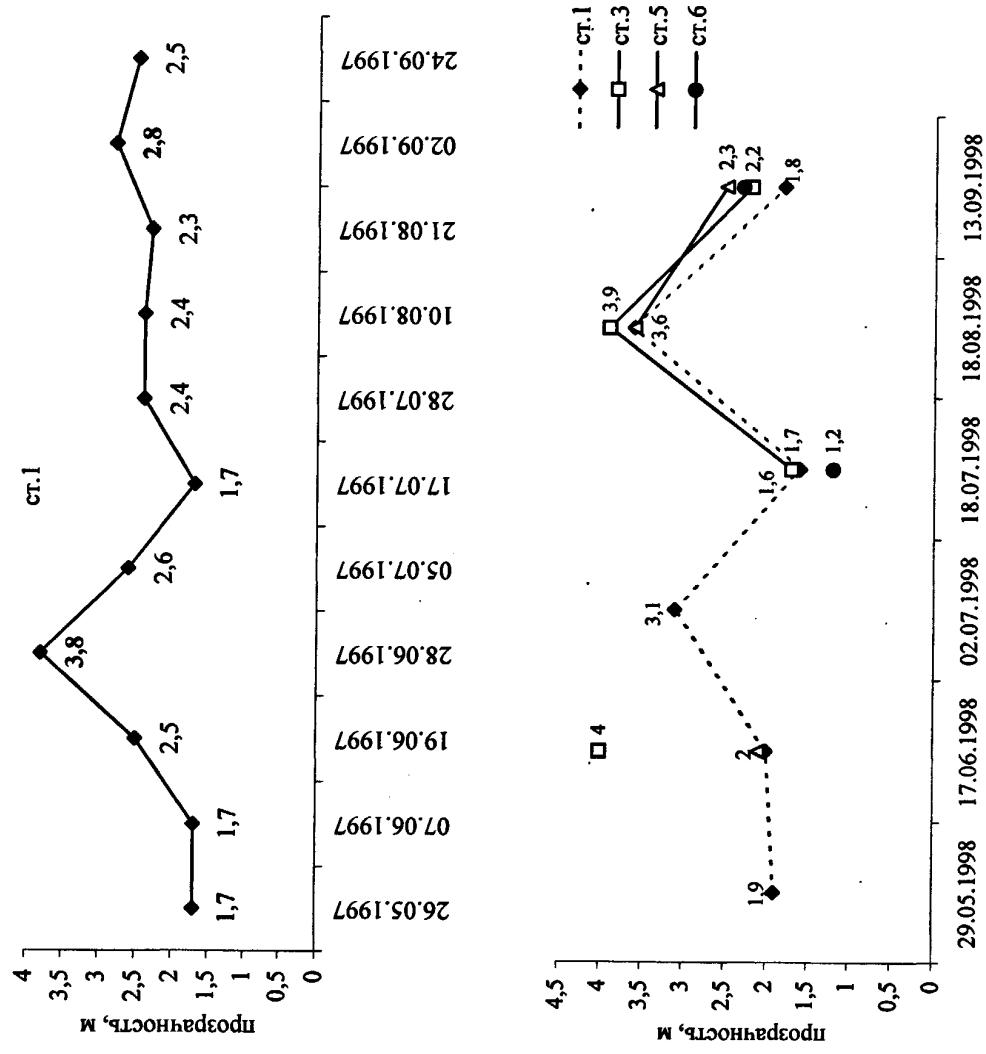


Рис.7. Изменение прозрачности воды оз Большой Яльчик в 1997-1998 гг.

Исследования кислородного режима показали сложность сезонной динамики и вертикального распределения концентрации кислорода в периоды 1997 – 1998 г.г. исследований.

Изучение кислородного режима на ст.1 оз.Большой Яльчик в 1997 г. показало, что наименьшие концентрации кислорода отмечались в конце мая – от 6,01 – до 8,32 мгO<sub>2</sub>/л (табл.5, прилож., рис.8). Увеличение насыщенности кислородом воды шло до начала июня (07.06), его содержание колебалось в пределах от 13,3 до 26,26 мгO<sub>2</sub>/л. Затем, со второй половины июня произошло общее понижение концентрации растворенного в воде кислорода практически до уровня конца мая, разница заключалась лишь в большей насыщенности кислородом слоев воды от 10 до 24 м (содержание кислорода менялось от 5,31 до 12,53 мгO<sub>2</sub>/л,. Повышение насыщенности кислородом слоев от поверхности до 8-10 м стало прогрессировать с начала июля (05.07), а явление четкой кислородной стратификации наблюдалось только в начале осени (21.08). В этот период по насыщенности воды кислородом можно было выделить три слоя: первый - от поверхности до глубины 4 м (концентрации кислорода менялись от 19,3 до 18,88 мг O<sub>2</sub> /л), второй – от 4 до 6 м глубины (13,55 мг O<sub>2</sub> /л) и придонный слой воды от глубины 6 м до 24 (26) м (концентрации кислорода составляли от 8,55 до 6,61 O<sub>2</sub> /л). Стратифицированность сохранялась до конца периода исследований (24.09). На протяжении 1997 г. не отмечалось дефицита кислорода в придонных слоях, где концентрации находились в пределах от 3,33 до 12,72 мг O<sub>2</sub> /л.

Кислородной режим озера Большой Яльчик и его динамика в 1998 г. сильно отличается от результатов 1997 г. Самые высокие концентрации растворенного кислорода отмечались в конце мая – вся толща воды была интенсивно аэрирована, концентрации растворенного газа менялись от 19,04 до 22,98 мг O<sub>2</sub> /л (табл.6, прилож., рис.9). С ростом температуры воды в период с середины июня до середины августа наблюдалось последовательное снижение концентрации кислорода во всей толще воды с отсутствием кислорода на глубинах 20 м и ниже (18.08.).

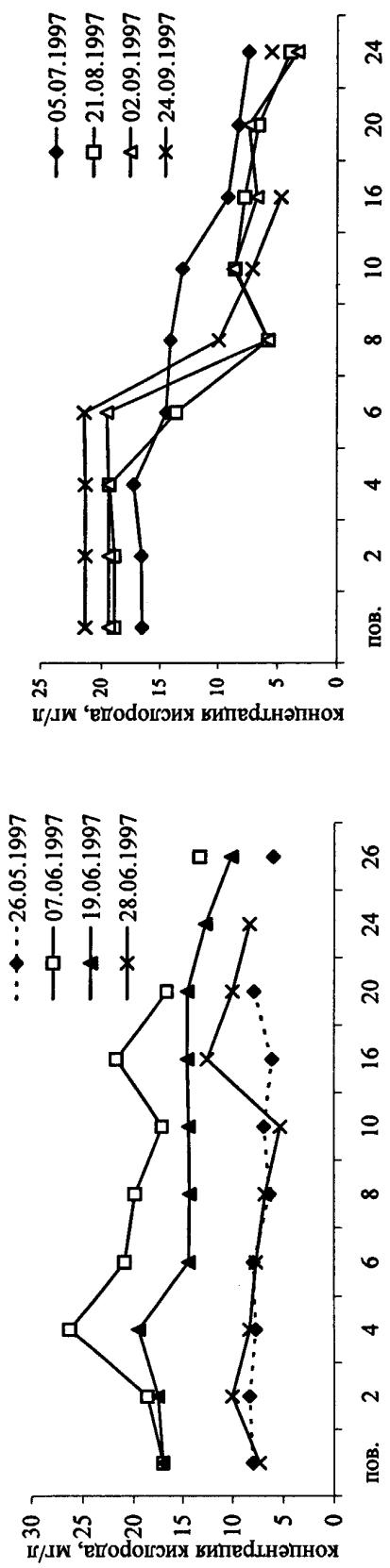


Рис.8. Изменение концентрации кислорода в воде оз. Большой Яльчик (ст.1) 1997 г. по горизонтам.

Увеличение концентраций кислорода наблюдалось осенью (13.09.), когда интенсивно насыщались поверхностные слои воды (до глубины 6 м) и установилась четкая кислородная стратификация. При этом выделялись три горизонта, отличавшиеся по насыщенности кислородом: от поверхности до 4 м глубины ( $20,02 - 18,14 \text{ мг О}_2 / \text{л}$ ), от 4 до 6 м ( $19,58 - 14,31 \text{ мг О}_2 / \text{л}$ ) и от 6 до 24 м ( $0 - 4 \text{ мг О}_2 / \text{л}$ ).

Для мелководных станций можно отметить плавное понижение концентраций кислорода от поверхности к придонным слоям. Для ст.3, также как и для ст.1, характерно снижение общей насыщенности кислородом ко второй половине августа (18.08.). Для всех мелководных станций характерно увеличение уровня насыщения воды кислородом осенью с отсутствием четкой стратификации (ст.3,5) или наличием двух сильно отличающихся по насыщенности кислородом зон (ст.6) – от поверхности до 4 м ( $19,3 - 20,62 \text{ мг/л}$ ) и от 4 – до 6 м ( $1,69 \text{ мг/л}$ ) (табл. 7, прилож., рис.9).

### Озеро Малый Яльчик

Термический режим озера на ст.9 также свидетельствует о стратифицированности водоема. Большой объем воды – от глубины 6 м и до 32 м остается мало прогретым в течение вегетационного сезона, при этом его температура меняется незначительно – от 3 до  $8,8^{\circ}\text{C}$ . Большие изменения температуры происходят в толще воды от поверхности до глубины 6 м. Самый высокий уровень прогрева верхних слоев воды связан с наступлением летней температурной стратификации и наблюдается либо в июле (с 04.07. по 28.07. 1997 г.), либо во второй половине июня (18.06.1998 г.). В толще воды выделяются три температурных слоя, разница между которыми может достигать  $7 - 12^{\circ}\text{C}$ . Зона эпилимниона располагается от поверхности до глубины 4 м, зона металимниона – от 4 до 6 м и зона гиполимниона – от 6 до 32 м (табл.8, прилож., рис.10). Охлаждение поверхностных вод наблюдается либо с конца июля (28.07.1997 г.), либо со второй половины августа (19.08.1998 г.) и продолжается до конца периода исследований в сентябре.

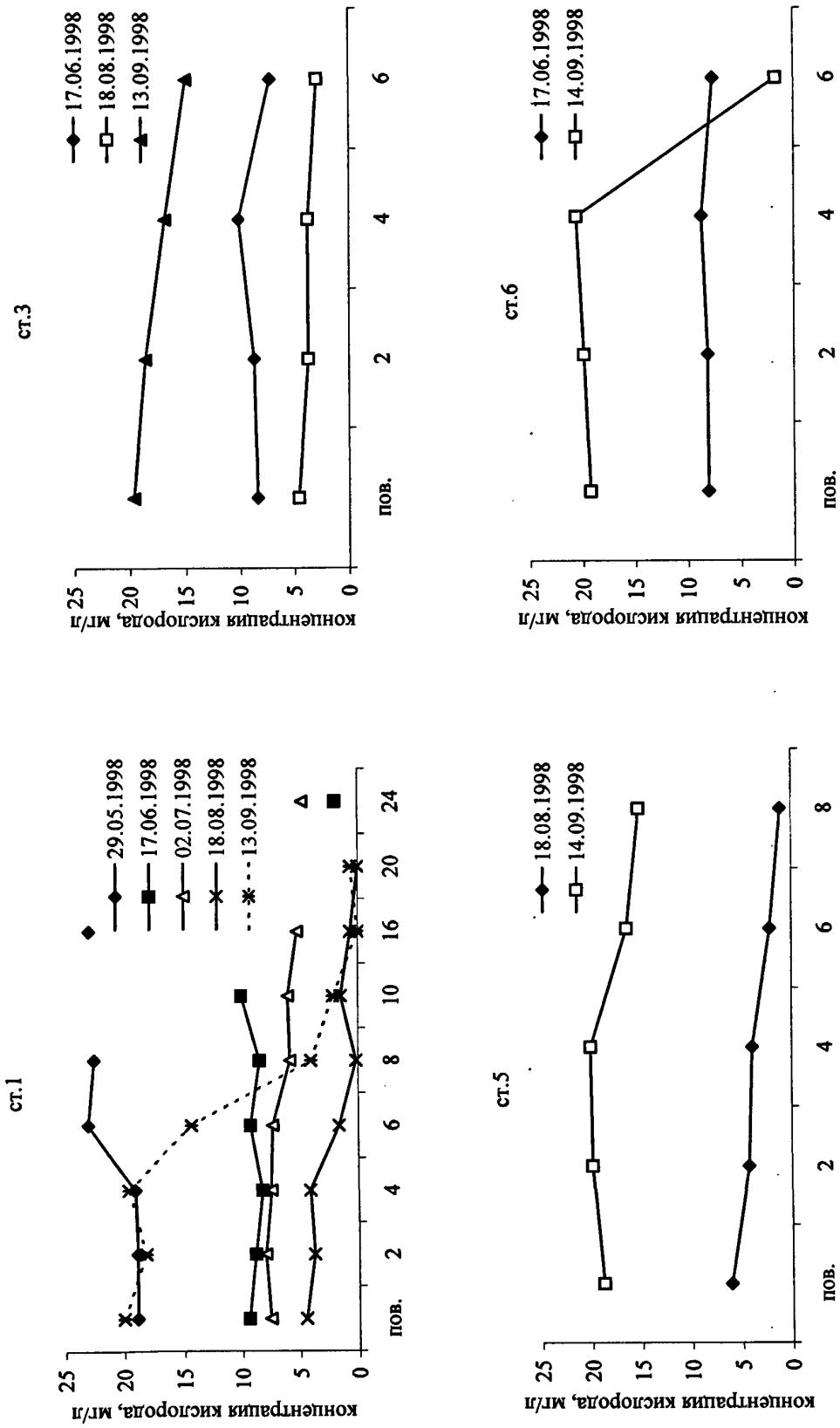


Рис.9. Изменение концентрации кислорода в воде оз.Большой Яльчик по станциям (ст.1,3,5,6) и горизонтам (1998 г.).

Исследования термического режима воды в районе более мелководной ст.7 в 1998 г. подтверждает, что явление термической стратификации свойственно озеру в целом. Прогрев воды за период исследований отмечался на глубинах от поверхности до 6 м, объем воды от 6 до 16 м также обладал низкими температурами и не прогревался выше  $3 - 8,2^{\circ}\text{C}$ . Четкая послойная термическая стратификация отмечалась так же, как и на глубинной станции, со второй половине июня (18.06), были выделены три термические зоны – от поверхности до 4 м – эпилимнион, от 4 до 6 м – металимнион, ниже 6 м и до дна – гиполимнион. Охлаждение вод эпилимниона и выравнивание температурной разницы наблюдается одновременно с глубинной станцией 9 со второй половины августа, продолжаясь до конца периода исследований (12.09) (табл.9, прилож., рис.11). Сравнение хода кривых температур по сезонам и по горизонтам между станциями показывают высокую степень сходства, что может свидетельствовать об однообразии происходящих термических процессов во всем озере.

Оптический режим воды ст.9 оз.Малый Яльчик в целом ниже, чем оз.Большой Яльчик. В течение 1997 г. исследований прозрачность воды менялась от 1,3 до 2,4 м, а в 1998 г. от 0,55 до 2,3 м (рис.12). Динамика значений прозрачности в 1997 г. имеет два пика – один, составляющий 2,4 м приходится на период стратификации - начало июля (04.07), а второй – в 2,2 м – на начало августа (7.08). Значения прозрачности в 1998 г. на ст.9 и 7 близки между собой и показывали наличие только одного пика. Наибольшее значение прозрачности на двух станциях приходились вторую половину июня (18.06.) – период четкой температурной стратификации в толще воды всего озера Малый Яльчик. В дальнейшем, до конца периода исследований осенью наблюдалось только понижение прозрачности до наименьших значений – 0,55 м (ст.9) и 0,74 м (ст.7).

Цвет воды в годы исследований характеризовался как желтовато-коричневый, желтовато-зеленый, желтый, зеленый.

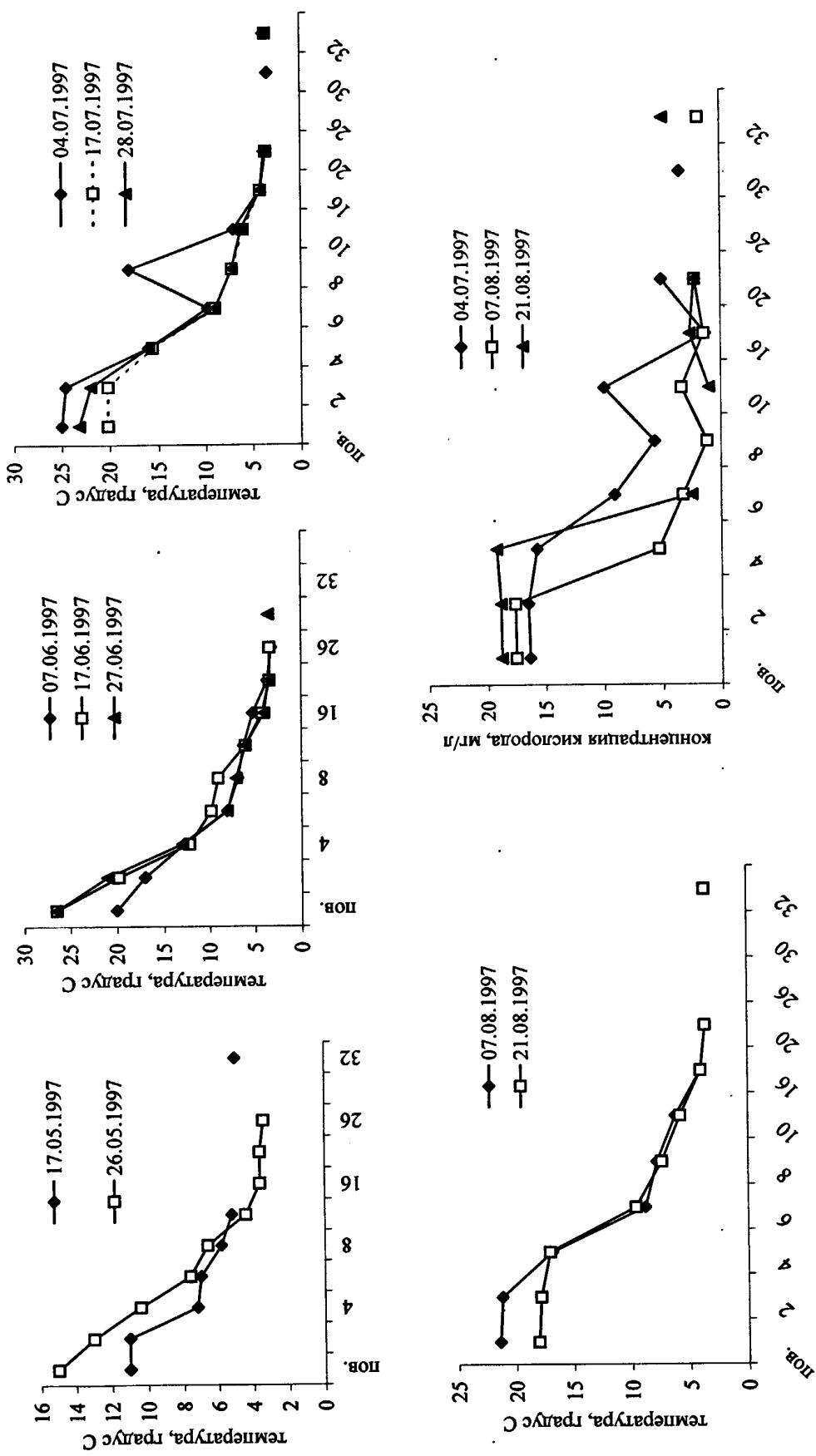


Рис.10. Изменение температуры воды оз.Малый Яльчик (ст.9) по горизонтам (1997 г.).

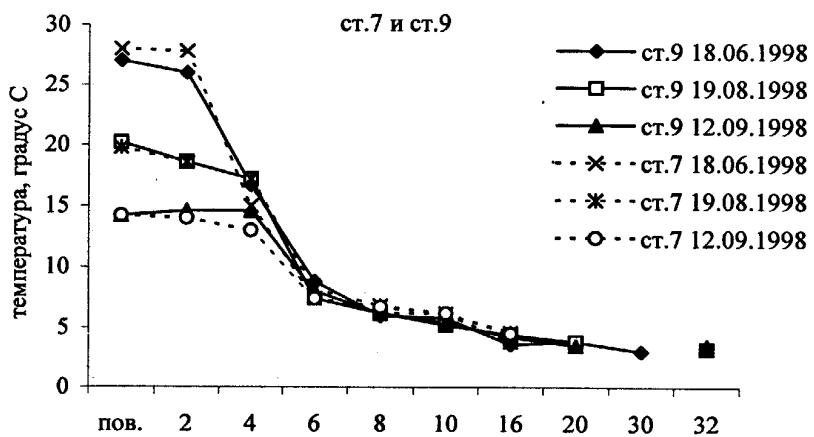
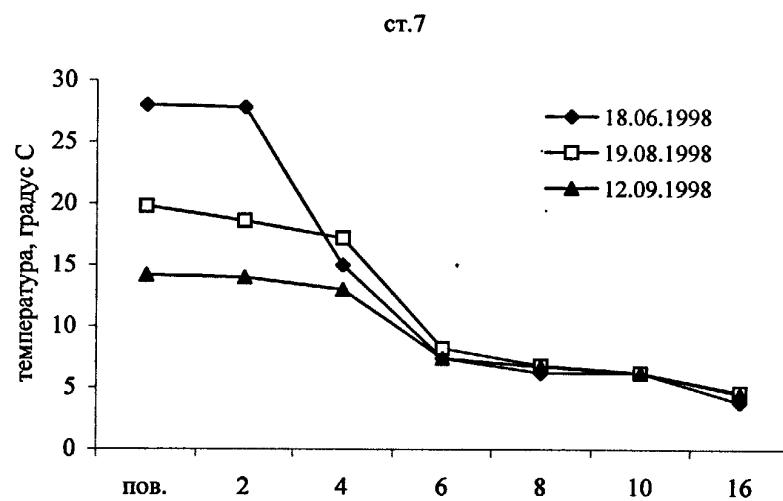
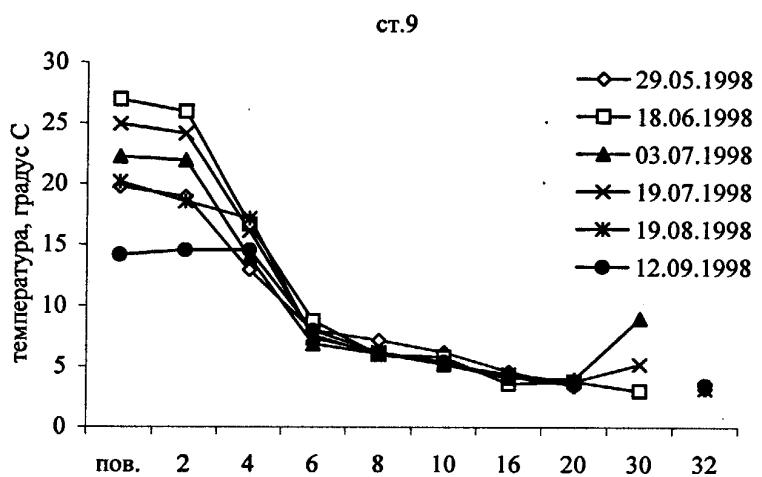


Рис.11. Изменение температуры воды оз.Малый Яльчик (ст.7,9) по горизонтам (1998 г.).

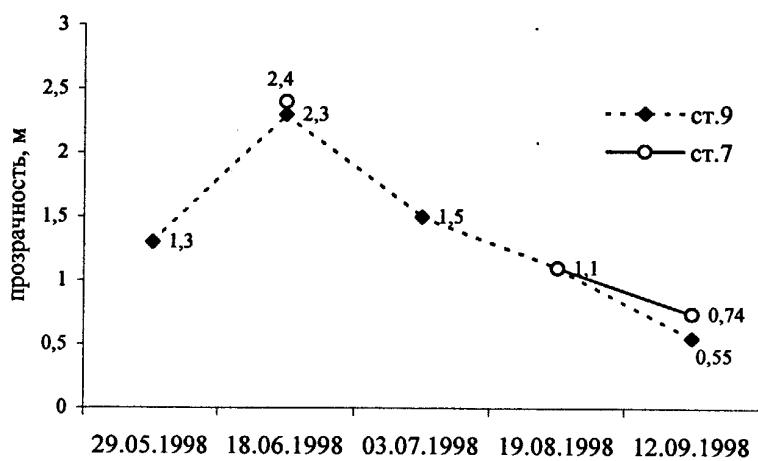
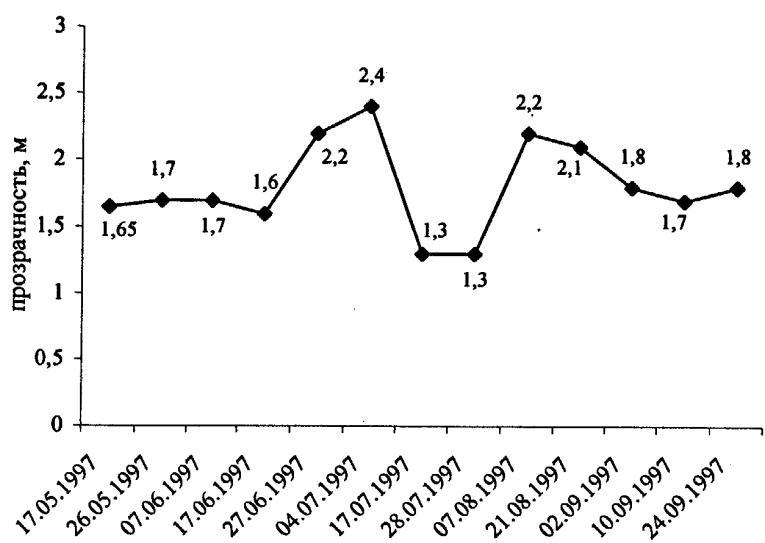
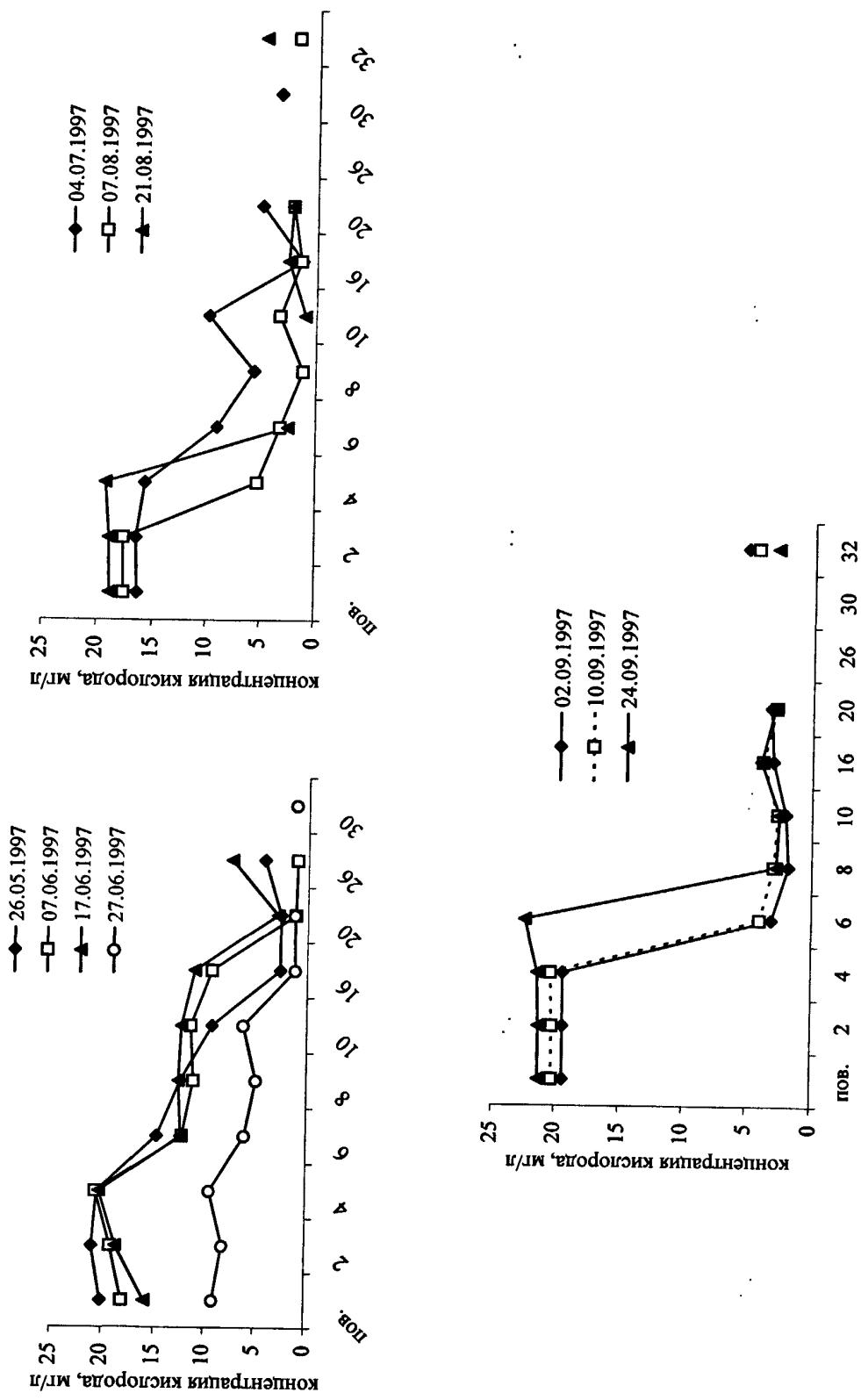


Рис.12. Изменение прозрачности воды оз.Малый Яльчик, 1997-98 г.г.

Исследования кислородного режима показало наличие стратификации по содержанию кислорода. Распределение кислорода в объеме воды от поверхности ко дну и по сезонам исследований в 1997 г. показали, что высокие значения, свойственные концу мая (26.05), постепенно заменялись более низкими концентрациями в верхних слоях воды (до 6 м). Также отмечалось увеличение насыщения кислородом слоев воды от 6 до 20-26 м. Самые низкие концентрации кислорода отмечались в конце июня (27.06). Затем, с начала июля (с 4.07) и до конца периода исследований (24.09) наблюдался рост насыщенности кислородом слоев воды до 6 м (табл.10 прилож., рис.13). Изменение концентрации кислорода в 1998 г. представляло собой более сложный процесс. Самые высокие концентрации растворенного газа отмечались в конце мая (29.05). В дальнейшем наблюдалось только уменьшение имеющихся концентраций вплоть до отсутствия кислорода в толще воды от 6 до 32 м глубины во второй половине августа (19.08). Аэрированность воды повышается к первой половине сентября (12.09), но уровень насыщенности меньший, чем в конце мая (табл.11, прилож., рис.14).

Ход изменения кислородного насыщения на ст.7 совпадает по динамике содержания кислорода на ст.9. Со второй половины июня (18.06) по вторую половину августа (19.08) наблюдается снижение концентрации растворенного в воде кислорода вплоть до его отсутствия на глубинах от 6 до 16 м, затем наблюдается рост насыщения кислородом поверхностных слоев воды к середине сентября (12.09) с сохранением низких концентраций в придонном слое воды. Во все годы исследований на ст.9 на глубинах ниже 20 м (иногда ниже 16 м) до придонных слоев (32 м) и на ст.7 на глубинах от 6 м до 16 м, отмечалось присутствие сероводорода. В 1998 г. его концентрации были большими, что привело к полному исчезновению кислорода на указанных горизонтах во второй половине августа (19.08).



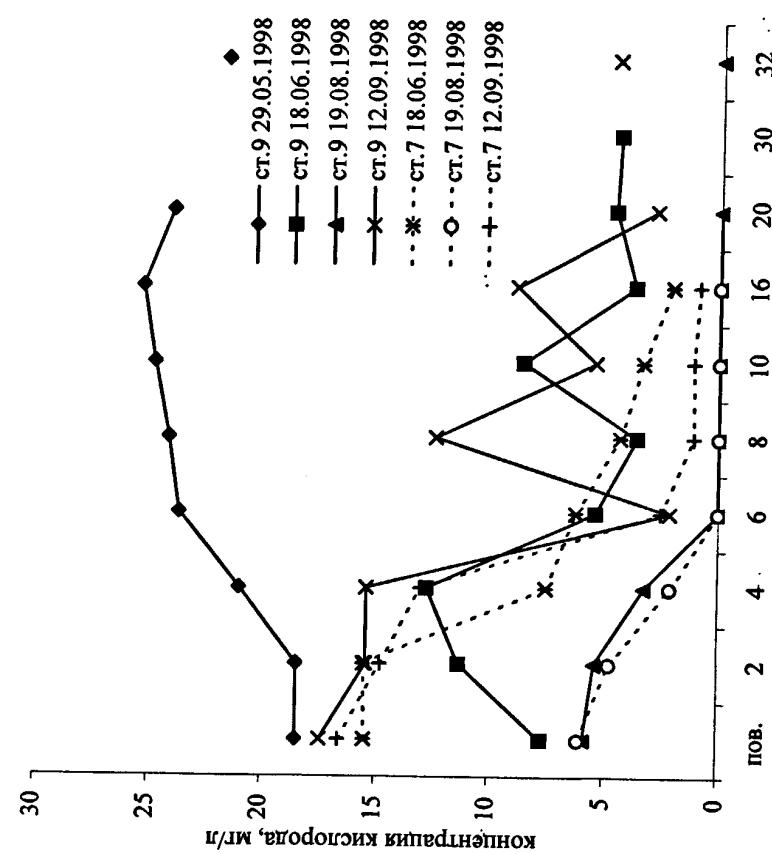
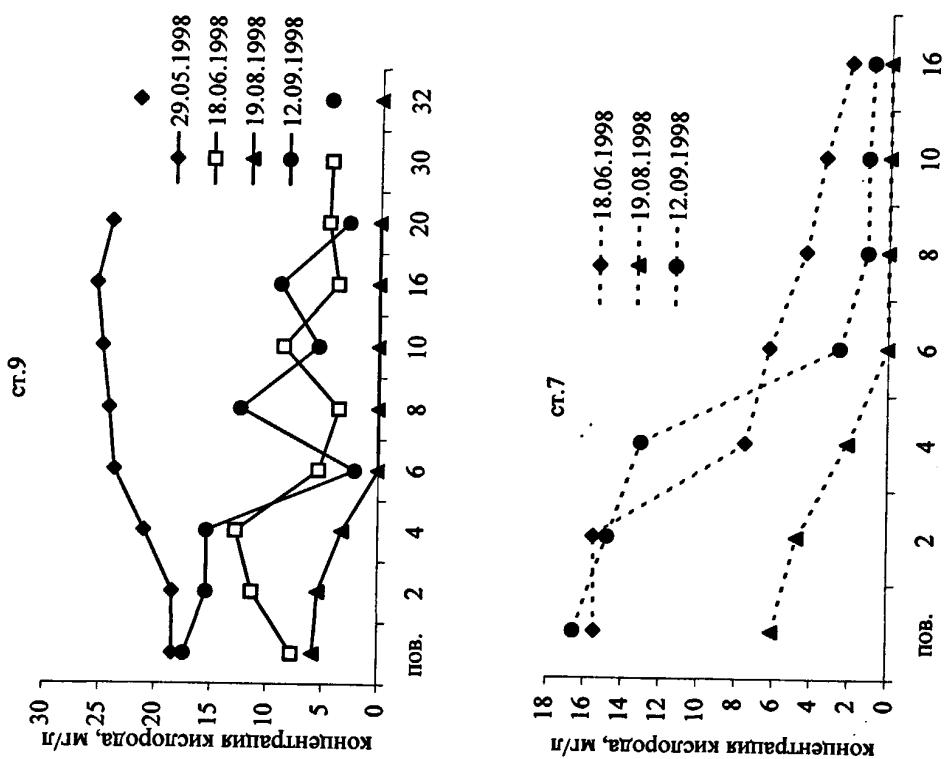


Рис.14. Изменение концентрации кислорода в воде оз.Малый Яльчик (ст.9,7) по горизонтам (1998 г.).

Сравнение кислородных кривых ст.7 и ст.9 показало меньшую разницу кислородного насыщения между горизонтами на ст.7., полное совпадение хода кривых по ст.7 и ст.9 во второй половине августа и больший уровень насыщения кислородом воды в осенний период на ст.9.

### Озеро Глухое

Изучение температурного режима воды озера по двум – трем станциям в 1997 - 1998 г.г. показало его стратифицированность. В озере существуют обширные слои воды ниже глубины 8 м, которые не прогреваются выше 6,2<sup>0</sup>С. (табл.12, прилож., рис.15). Явление летней температурной стратификации в 1997 г. наблюдалось к концу июля (31.07), в 1998 г. – во второй половине июня (19.06). При этом выделяется в целом по озеру три температурные зоны: эпилимнион от поверхности до 4 м, металимнион – от 4 до 6 м, гиполимнион – от 6 м до придонных слоев (18 – 20 м). Понижение температуры в поверхностных слоях отмечается с конца августа (30.08. 1997 г.) – середины сентября (14.09.1998 г.).

Данному водоему свойственны самые высокие значения прозрачности диапазон которой находится в пределах от 1,6 до 5,5 м (табл.12, прилож., рис.16). Сезонные изменения прозрачности имеют одинаковые тенденции как в 1997, так и в 1998 гг. Самые низкие значения отмечаются в конце мая – начале июня, тенденция роста прозрачности сохраняется до осени. Наибольшие значения прозрачности в 1997 г. соответствовали явлению летней стратификации в водоеме. В 1998 г. такой приуроченности отмечено не было, и наибольшие значения прозрачности отмечались в середине сентября (14.09). Если сравнивать значения прозрачности между различными частями озера, которым соответствовал выбор станций, то можно отметить самые высокие значения на ст.1, а самые низкие - на ст.3. Расположение ст.3 связано с районом устья впадающего в озеро Рябинового ключа, приносящего с собой взвеси, снижающие прозрачность воды (рис.16).

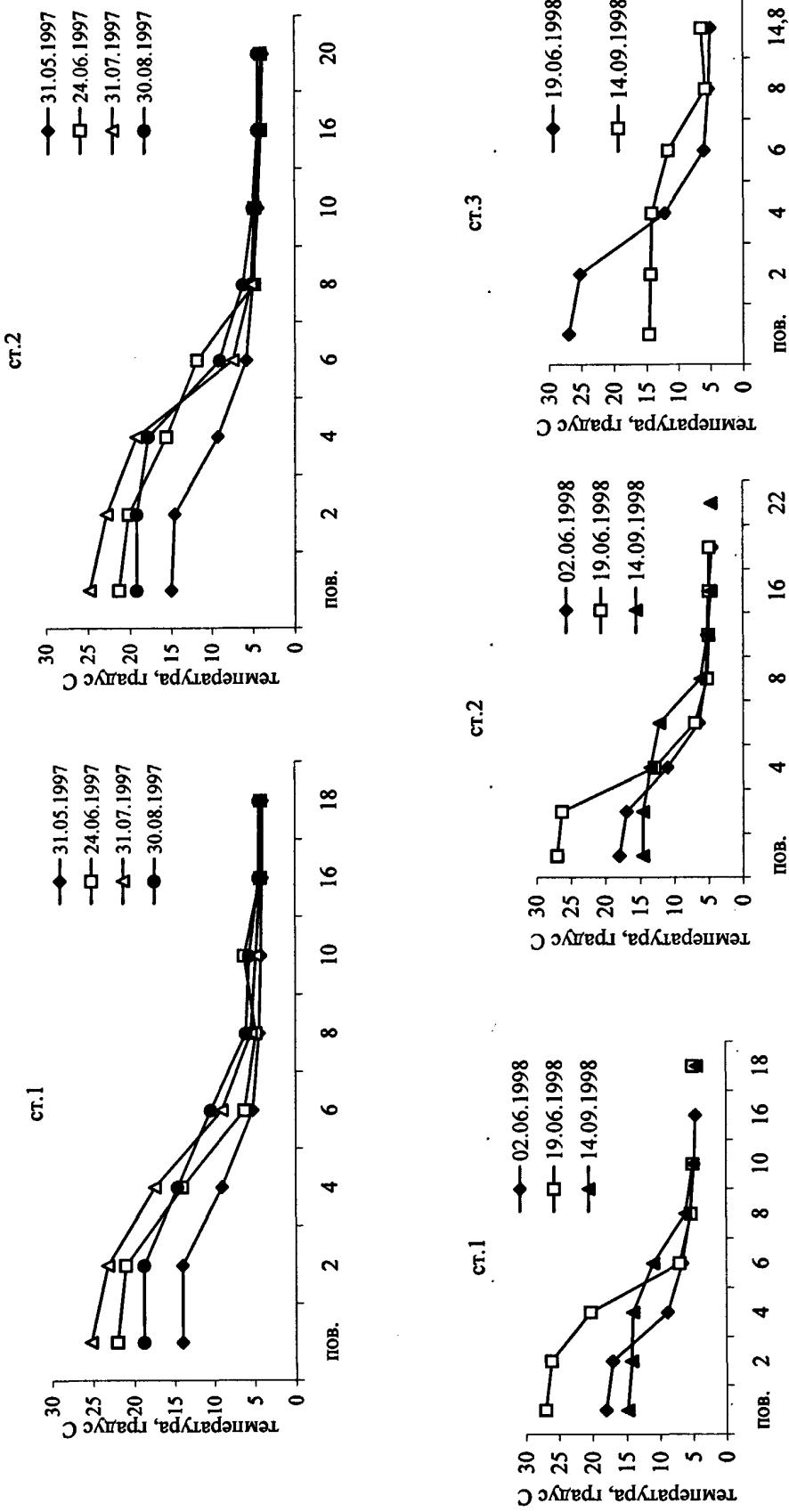


Рис.15. Изменение температуры воды оз.Глухое по горизонтам, 1997 - 1998 гг.

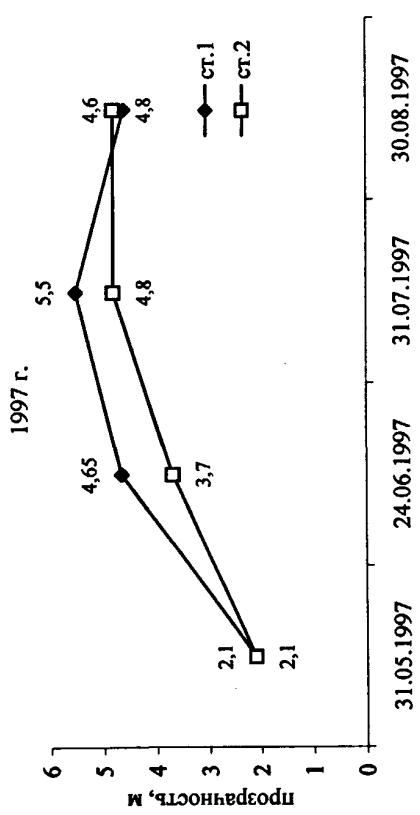


Рис.16. Изменение прозрачности воды оз.Глухое по станциям в 1997-98 г.г.

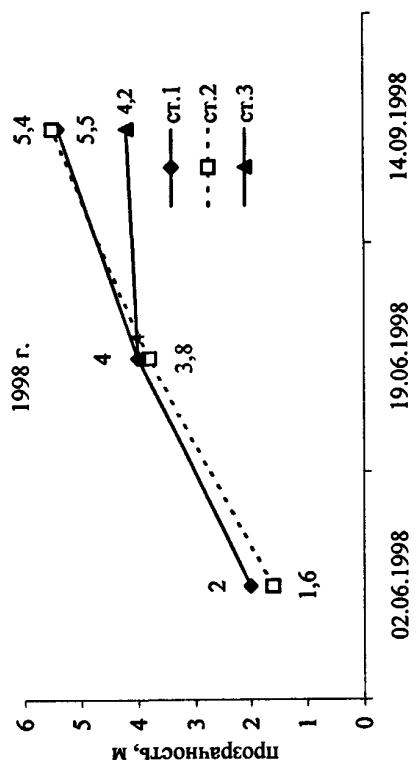


Рис.16. Изменение прозрачности воды оз.Глухое по станциям в 1997-98 г.г.

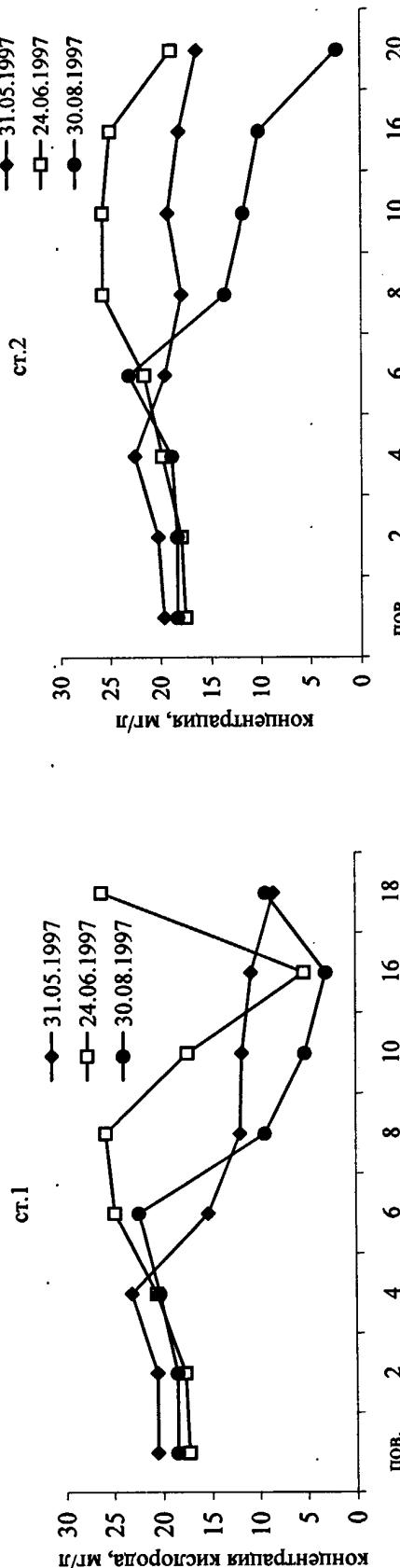


Рис.17. Изменение концентрации кислорода в воде оз.Глухое по горизонтам в 1997 г.

Цвет воды в озере в 1997 г. характеризовался категориями «голубоватый – зелено-голубоватый – зеленый», а в 1998 г. «желтовато-зеленый - желтый – зеленый».

Исследования кислородного режима оз. Глухое показали его сложность и изменчивость. Данные 1997 г. отмечали большую кислородную насыщенность поверхностных слоев воды (до 4 м глубины), в конце мая (31.05) содержание растворенного кислорода составляло от 23,1 мг/л до 19,7 мг/л (табл.13, прилож.). К концу июня (24.06) отмечалось снижение насыщения кислородом слоев воды до глубины 4 м, но наблюдалось насыщение кислородом глубинных слоев (от 17,36 до 25,72 мг/л). К концу августа (30.08) содержание растворенного в воде кислорода на глубинах ниже 6 м опустилось ниже уровня конца мая (рис.17). Исследования 1997 г. выявили незначительные колебания концентрации кислорода в поверхностных горизонтах (до 6 м) и значительные изменения концентрации кислорода в ходе сезонной динамики на глубинах от 6 до 18-20 м. Прямой кислородной стратификации в 1997 г. отметить не удалось. Исследования 1998 г. были немногочисленны, но охватили три станции (табл.14, прилож.). Особенностью кислородного режима в озере в 1998 г. было наличие самых высоких концентраций растворенного в воде кислорода и кислородная стратификация осенью (14.09) (рис.18). На ст.1 выделены три горизонта со следующими концентрациями: от поверхности до 4 м с концентрациями от 18,06 до 20,16 мг О<sub>2</sub>/л, с 4 до 6 м – содержание кислорода 13,2 мг О<sub>2</sub>/л, ниже 6 м до 18 м – с концентрациями кислорода от 0,78 до 3,73 мг О<sub>2</sub>/л. На ст. 2 были выделены также три горизонта: от поверхности до 6 м с насыщенностью от 16,26 до 20,76 мг О<sub>2</sub>/л, с 6 до 10 м – от 11,19 до 16,26 О<sub>2</sub>/л, и ниже 10 м до 22 м с концентрациями кислорода от 2,59 до 5,95 мг О<sub>2</sub>/л. На ст.3 выделяется только два горизонта – от поверхности до 6 м с концентрациями от 16,76 до 20,24 мг О<sub>2</sub>/л и ниже 6 м до 14,8 м с концентрациями 7,78 – 7,89 мг О<sub>2</sub>/л (табл.14, прилож., рис.18). Сопоставление кислородной насыщенности по станциям показало самое высокое содержание кислорода в воде ст.2 и самое низкое – в воде ст.1.

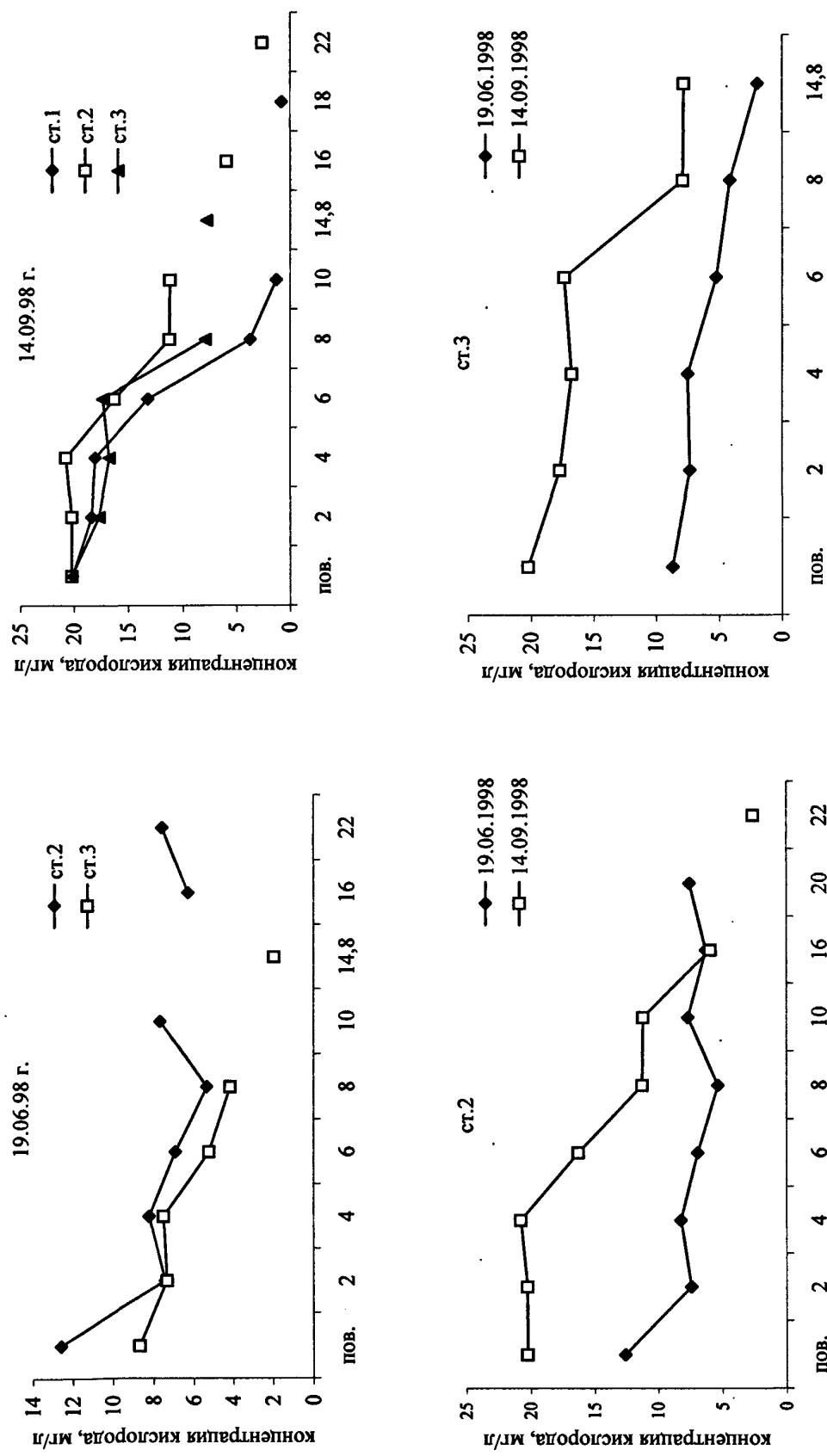


Рис.18. Изменение концентрации кислорода в воде оз.Глухое по горизонтам, 1998 г.

### Озеро Раифское

Исследования температурного режима озера Раифское в 1998 г. показало наличие температурной стратификации, которая наибольшей четкости достигала в первой декаде августа (10.08). В этот период весь объем воды озера разделился на три различных по температуре слоя: эпилимнион (от поверхности до 4 м), металимнион (от 4 до 6 м), гиполимнион (от 6 м до глубины 13 м). Сезонный ход изменений температуры воды показывает прогрев от поверхности до 6 м от весны к лету и охлаждение к осени. Температура слоев воды ниже 6 м в течение периода исследований менялась незначительно в пределах от 4,6 до 7,6  $^{\circ}\text{C}$  (табл.3, рис.19).

Прозрачность воды озера Раифское на период исследований в 1998 г. была невысока и менялась от 1,8 м (01.07) до 0,7 м (1.10).

Исследования кислородного режима в начале июля (01.07) показали, что концентрации кислорода на дне и поверхности озера в пределах нормы и выше – от 5,16 до 9,19 мг  $\text{O}_2$  /л (табл.3).

### Озеро Линево

Исследования термического режима озера в период ледостава 1997-1998 гг. (в конце зимы, начале весны) показывают наличие обратной температурной стратификации (табл.4, рис.20). Температура воды на поверхности может составлять 0,2 $^{\circ}\text{C}$ , на глубине 4 м – 1,8  $^{\circ}\text{C}$ . С ростом температур воздуха происходит постепенное нагревание воды, наибольший уровень прогрева приходится на конец июня. Несмотря на то, что разница температур между поверхностным слоем и придонным (4 - 4,5 м) может достигать 7 $^{\circ}\text{C}$ , это не приводит к явлению термической стратификации с выделением термических зон. Температура воды постепенно снижается от больших значений на поверхности к меньшим в придонном слое. Постепенное остывание воды в озере начинается с начала августа (рис.21).

Исследования прозрачности воды в 1997-98 г.г. показали ее невысокие значения - от 0,35 до 0,6 -0,7 м (рис.22) Отмечается тенденция снижения прозрачности от весны к лету и повышения ее к осеннему периоду.

Таблица 3

Изменение температуры, концентрации растворенного кислорода, прозрачности воды оз. Раифское, ст.2 (1998 г.).

дата	01.07.1998	01.07.1998	10.08.1998	09.10.1998
показатели	t, градус.	O2, мг/л	t, градус.	t, градус.
пов.	23,0	9,19	22,4	6,4
2	17,5		22,2	6,6
4	11,6		18,6	6,2
6	6,7		7,6	5,9
8	5		6	6,2
10	5		5,4	6
13			4,9	5,4
14				
15	4,6	5,16		
прозрачность, м	1,8		1	0,7

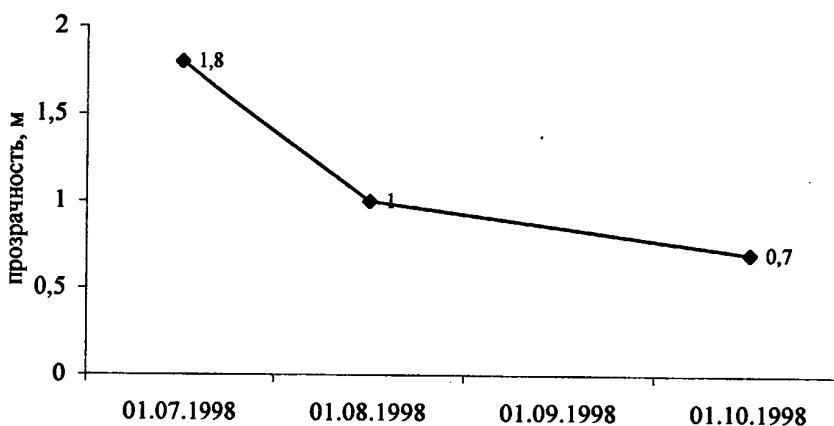
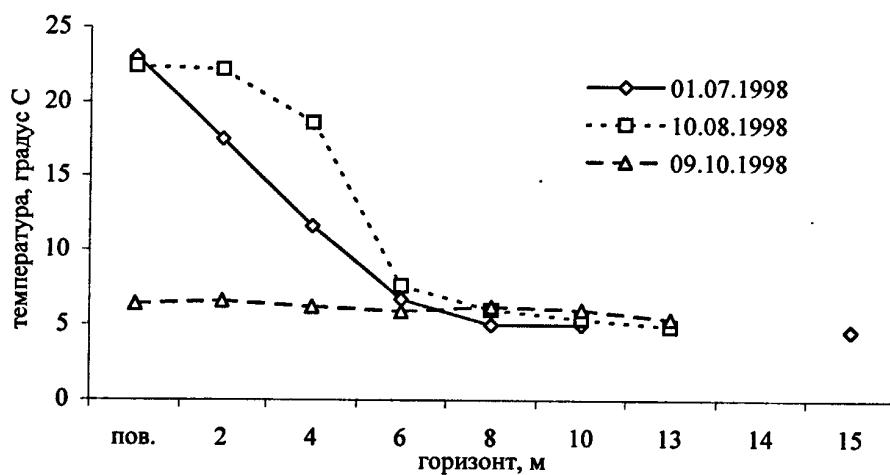


Рис.19. Изменение температуры и прозрачности воды оз. Раифское, ст.2 (1998 г.).

Таблица 4

Изменение температуры, концентрации растворенного кислорода, прозрачности воды оз.Линево, ст.3 (1997- 1998 гг.).

дата	03.04.1997	03.04.1997	13.07.1997	13.07.1997
показатели	t, градус.	O <sub>2</sub> , мг/л	t, градус.	O <sub>2</sub> , мг/л
пов.	0,2	3,2	21	9
4	1,8	2,3	14	
4,5			13,8	3,48
прозрачность, м	0,7		0,4	

дата	17.03.1998	30.06.1998	14.07.1998	14.07.1998	05.08.1998	10.08.1998	08.10.1998
показатели	t, градус.	t, градус.	t, градус.	O <sub>2</sub> , мг/л	t, градус.	t, градус.	t, градус.
пов.	0,2	22,2	24,9	9,96	26,4	4,8	4,8
2	0,6	19,6	21	1,78	18,6	4,7	4,7
3,5		16					
4	1,2		15,2		12	4,6	4,6
4,5							
прозрачность, м	0,6	0,45	0,45		0,35	0,56	0,56

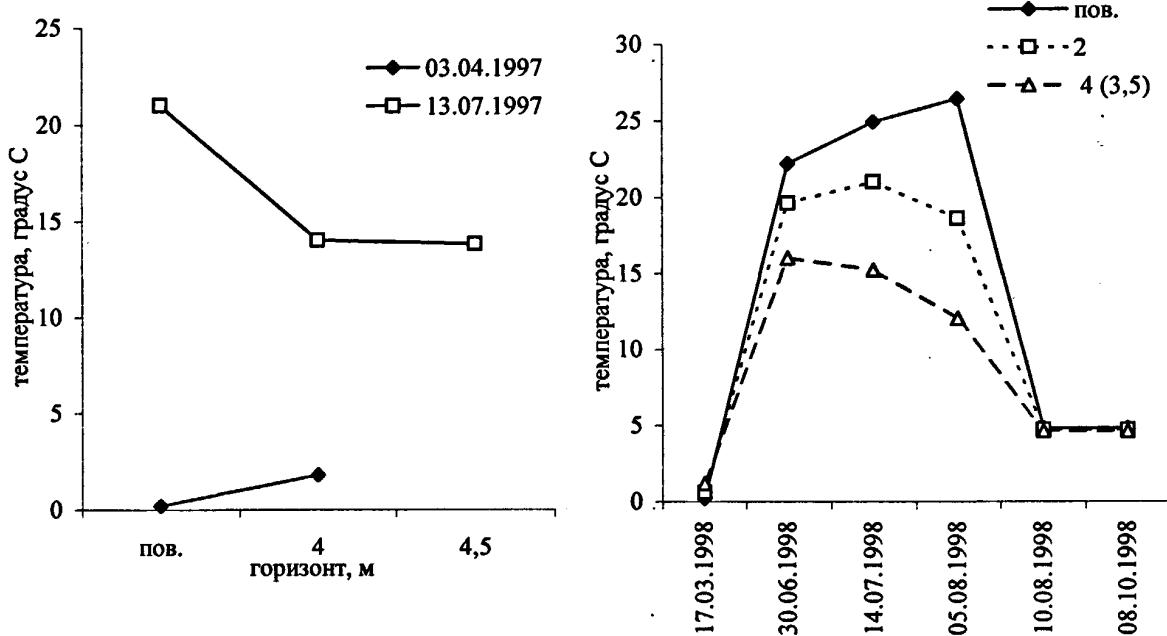


Рис.20. Изменение температуры воды оз.Линево, ст.3, (1997- 1998 гг.).

Озеру Линево свойственны самые низкие значения прозрачности среди исследуемых контрольных водоемов.

Концентрация кислорода в воде озера в весенний период невелика и составляет 2,3 – 3,2 мг О<sub>2</sub> /л (03.04.97, табл.4, рис.23). В летний период 1997 г. возрастает насыщение кислородом как поверхностных (9 мг О<sub>2</sub>/л), так и придонных слоев (3,48 мг О<sub>2</sub>/л). В летний период 1998 г. содержание кислорода в воде поверхностного слоя составляло 9,96 мг О<sub>2</sub>/л, а на глубине 2 м концентрация кислорода была ниже нормы – 1,78 мг О<sub>2</sub>/л.

Исследования гидрофизических показателей и кислородного режима пяти контрольных водоемов позволяют сделать следующие выводы.

1. Все исследованные водоемы по гидрологическому режиму относятся к категории димиктических – с полной циркуляцией воды в осенний и весенний периоды, что свойственно озерам умеренных широт..
2. В летний период в озерах Большой и Малый Яльчик, Глухое и Раифское наблюдается прямая температурная стратификация с выделением трех температурных зон – эпилимниона, металимниона и гиполимниона. Озеро Линево в настоящее время – заболачиваемый водоем с небольшими глубинами, что позволяет прогреваться всему объему воды более равномерно без резкого разделения слоев воды по температуре.
3. Время наступления летней стратификации меняется по годам исследований, в 1997 г. на исследуемых озерах летняя стратификация отмечалась в конце июня – июле месяцах, остывание воды начиналось в конце июля – августе месяцах. В 1998 г. на озерах Большой Яльчик, Малый Яльчик, Глухое наступление летней температурной стратификации наблюдалось во второй половине июня (17 – 19 июня), ее нарушение начиналось со второй половины августа. На озере Раифское летняя температурная стратификация сохранялась до августа, остывание воды начиналось в начале сентября. Наибольшее значение температуры воды на оз.Линево приходилось на конец июня, остывание воды отмечалось с начала августа.

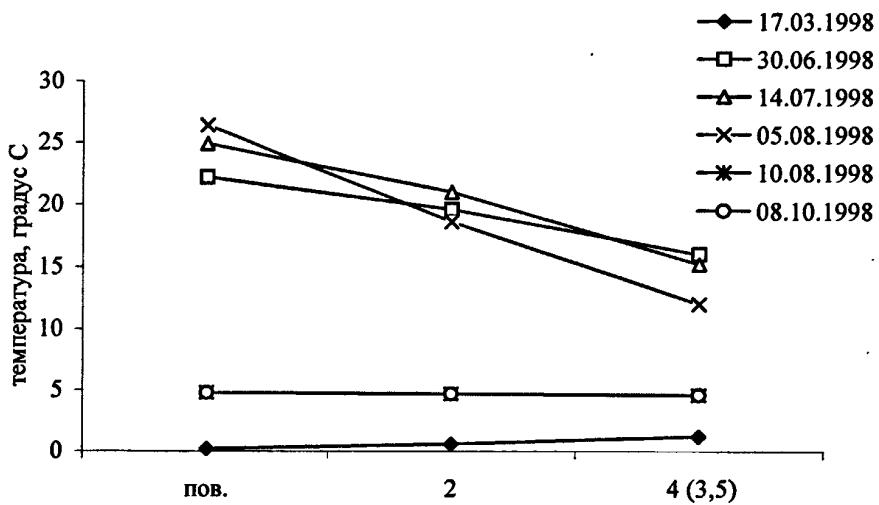


Рис.21. Изменение температуры воды оз.Линево, ст.3 по горизонтам (1998 г.).

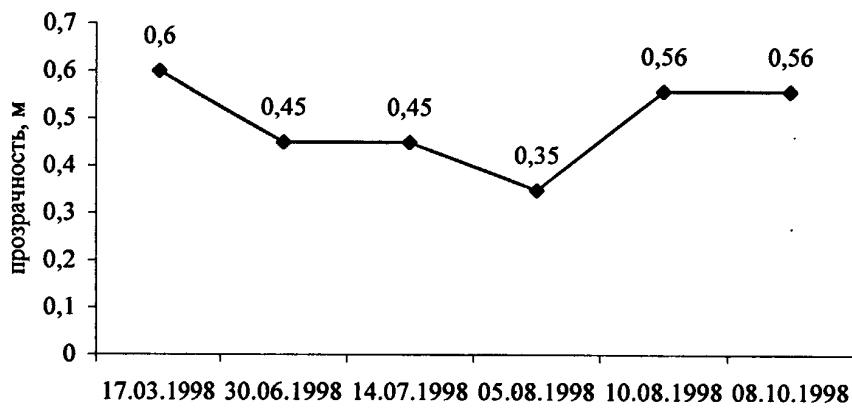
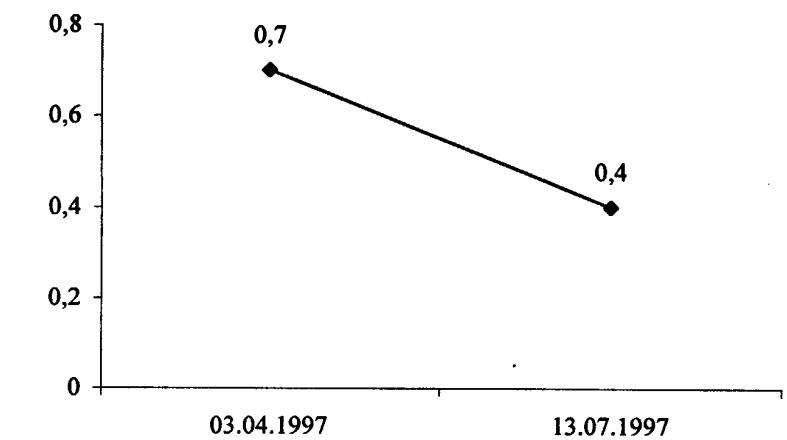


Рис.22. Изменение прозрачности воды оз.Линево, ст.3 (1997- 1998 гг.).

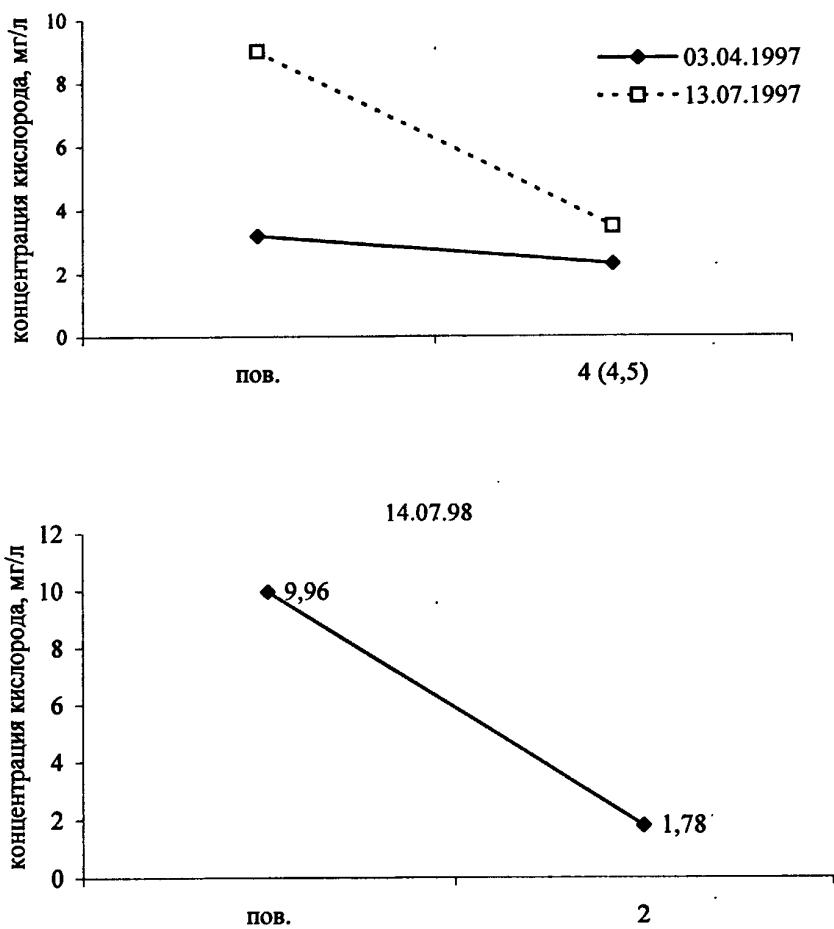


Рис.23. Изменение содержания кислорода в воде оз.Линево,1997-1998 гг.

4. В зимний период на всех озерах отмечается явление обратной температурной стратификации – повышение температур от поверхности к придонным слоям.
5. Самые высокие значения прозрачности за 1997-1998 годы исследований отмечались для оз.Глухое - до 5,5 м, самые низкие – для оз.Линево – до 0,6 м. Ранжирование по прозрачности расставляет другие озера в следующей последовательности: Большой Яльчик – до 3,9 м, озеро Малый Яльчик – до 2,4 м, оз.Раифское – до 1,8 м.
6. Первое повышение значений прозрачности на всех озерах в оба года исследований совпадало по времени с периодом установления летней температурной стратификации.
7. Прямая кислородная стратификация на озерах отмечалась не всегда, но если это явление наблюдалось, то приходилось чаще всего на конец августа – первую половину сентября.
8. Содержание растворенного в воде кислорода исследуемых озер, в основном, в пределах нормы и выше; на озерах Малый и Большой Яльчик отмечалось отсутствие растворенного в воде кислорода в слоях ниже 20 м во второй половине августа 1998 г.(18-19 августа).
9. Для всех исследуемых озер наблюдался рост концентраций растворенного в воде кислорода к осени.

## **Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа выполнялась в лаборатории водных экосистем и на кафедре прикладной экологии экологического факультета КГУ по госбюджетной теме «Изучение процессов антропогенной трансформации и восстановления водоемов Среднего Поволжья» (рег.№ 01.970009626), Федеральной целевой программе «Интеграция» (проект К1022 «Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. Комплексные гидробиологические экспедиции») совместно с Зоологическим институтом РАН (г.Санкт-Петербург), гранту РФФИ (99-05-64562), а также по договорам с Национальным Парком «Марий Чодра» и Государственным заповедником «Большая Кокшага».

Исследования фитопланктона и первичной продукции проводились с 1987 по 2002 гг. на 61 карстовом озере двух лесных провинций – Низменного Заволжья и Вятско-Камской возвышенности и двух лесостепных провинций - Низменного и Высокого Заволжья. Подобные исследования проводились впервые. Частота сбора материала на озерах была различна и зависела от целей исследований (табл.15, прилож.). На 24 озерах исследования проводились в ходе комплексных экспедиций Лаборатории водных экосистем экологического факультета КГУ однократно, и эти сведения являются, в большей степени, вкладом в выявление биологического разнообразия исследуемой категории озер. На ряде крупных озер проводились многолетние исследования. Так, на озерах Большой и Малый Яльчик материал собирался ежедекадно в вегетационный период 1997 г. с глубоководных станций; с частотой 1 раз в месяц - по расширенной сетке станций, включающей в себя как глубинные станции, так и литоральные – в вегетационный период 1998 г. Изучение фитопланктона озер Глухое, Раифское, Линево проводилось ежемесячно в вегетационный период 1997 и 1998 гг. на глубоководных станциях. Обширный материал по летнему фитопланктону карстовых озер был собран в процессе мониторинговых исследований на территориях Национального парка «Марий Чодра»,

государственных заповедников «Большая Кокшага» и «Волжско-Камский». Материалом для данной диссертационной работы послужило 915 количественных проб осадочного фитопланктона. Для более полного выявления видового состава также просматривались живые сетные качественные пробы (50 проб), для определения диатомовых водорослей изготавливались постоянные препараты (60 препаратов) (табл.5).

Количественные пробы фитопланктона отбирались батометром Молчанова в объеме 0,5 - 1 л, фиксировались 40 % формалином. В ходе комплексного исследования отбирались усредненные со столба воды пробы фитопланктона (интегральные). С целью изучения экологии фитопланктона с 1997 г. на озерах Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево, а в последующем – на ряде других озер, пробы отбирались по горизонтам от поверхности через каждые 2 м до нижней границы фотического слоя и в придонном слое. Станции исследований отражены на картах-схемах (рис.3,4). В дальнейшем после концентрации осадочным методом пробы просчитывали в камере Нажжота объемом 0,02 мл (Методика..., 1975). При определении видового состава водорослей использовались “Определитель пресноводных водорослей СССР” (Забелина и др., 1951, Голлербах и др., 1953, Киселев, 1954, Матвиенко, 1954, Попова, 1955, Дедусенко-Щеголева и др., 1959, Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962, Паламарь-Мордвинцева, 1982). Для определения зеленых хлорококковых водорослей использовались определители О.А.Коршикова (1953), П.М.Царенко (1990). Для определения диатомовых водорослей использовалась серия определителей Крамера и Ланге-Берталота (Kramer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991). Постоянные препараты диатомовых готовились методом прокаливания материала на электроплите до полного сгорания органического вещества с последующим заключением их в высоко преломляющую формалин-альдегидную смолу, изготовленную по методу А.А.Эльяшева (Эльяшев, 1957). В ряде случаев среда Эльяшева заменялась на другую – канифоль в скипидаре (Диатомовый..., 1950). Определение

диатомовых в постоянных препаратах велось с использованием масляной иммерсии.

Таблица 5.

Общее количество проб, собранных и обработанных автором, по карстовым озерам Среднего Поволжья за период с 1987 – 2002 г.г.

Показатель	Количество проб			
	общее количество	интегральные	поверхностные	по горизонтам
Количественные пробы фитопланктона	915	170	5	740
Качественные пробы фитопланктона	общее количество	постоянные препараты диатомовых водорослей	живые пробы	
	110	60	50	
Эксперименты по первичной продукции и деструкции	общее количество	поверхностные	по горизонтам	
	115	14	101	
	Общее количество			
Количественные пробы зоопланктона*		156		
	Общее количество			
Измерения прозрачности		Более 50		
Измерения температуры воды		600		
Измерения температуры воздуха		48		
Измерения содержания кислорода		600		

Примечание: \* отборы проб осуществлены автором, исследования проведены О.Ю.Деревенской.

Ряд таксонов мелких диатомовых водорослей идентифицировался с помощью электронного микроскопирования в лаборатории альгологии Института биологии внутренних вод РАН С.И.Генкалом (пос.Борок Ярославской области).

Биомасса фитопланктона определялась общепринятым расчетным способом (по объемам массовых видов водорослей, которые вычислялись для каждого озера с помощью таблиц Г.В.Кузьмина), принимая, что  $10^9$  мкм<sup>3</sup> соответствует 1 мг сырой биомассы. Объемы водорослей приравнивались к объемам соответствующих геометрических фигур, удельный вес водорослей принимался равным 1.

Для установления стабильности фитопланктонного сообщества рассчитывался индекс видового разнообразия Шеннона по формуле:

$$H = -\frac{1}{\lg 2} \cdot \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \cdot \lg \frac{n_i}{N}, \text{ где } n_i - \text{биомасса особей } i-\text{го вида, } N - \text{общая}$$

биомасса особей, s – число видов (Shannon, Weaver, 1965).

Степень сходства видового состава фитопланктонных сообществ вычисляли по формуле:

$$K = \frac{2c}{a+b} \cdot 100\%, \text{ где } a \text{ и } b - \text{число видов в озерах } a \text{ и } b, \text{ а } c - \text{число}$$

сходных видов (Sorenson, 1948).

Для установления трофности водоемов, фитопланктон которых исследовался однократно или только в летний период, использовался индекс трофности Милиус, рассчитываемый по формуле:

$$I_b = 44,87 + 23,22 \log B, \text{ где } B - \text{общая биомасса водорослей в пробе}$$

(Милиус и др..., 1979).

Для сравнения рассчитывался трофический индекс Карлсона (ISD), с использованием значений прозрачности по формуле:

$$ISD = 10 (6 - \log_2 SD), \text{ где } SD - \text{прозрачность воды, в метрах.}$$

Если индекс трофности находится в пределах от 0 до 40, то тип водоема олиготрофный, от 40 до 60 – мезотрофный, 60 до 80 – эвтрофный, свыше 80 – гипертрофный (Carlson, 1977).

Для озер, фитопланктон которых изучался в течение всего вегетационного сезона, использовалась шкала трофности по средним за сезон величинам биомассы фитопланктона: олиготрофные  $< 1 \text{ г}/\text{м}^3$ , мезотрофные – от  $1 - 5 \text{ г}/\text{м}^3$ , эвтрофные – от  $5 \text{ до } 10 \text{ г}/\text{м}^3$ , высокоэвтрофные –  $> 10 \text{ г}/\text{м}^3$  (Трифонова, 1990).

На 18 озерах лесной зоны (табл.15, прилож.) проводились исследования первичной продукции фитопланктона скляночным методом в кислородной модификации. Из основных показателей фотосинтетической активности использовались: фотосинтез на оптимальной глубине –  $A_{\max}$ , интегральный фотосинтез под  $1 \text{ м}^2$  площади ( $\Sigma A$ ) и фотосинтетическая активность единицы биомассы (Р/В). Склянки емкостью 250 мл экспонировались либо в поверхностном слое воды, либо на горизонтах отбора проб фитопланктона до нижней границы фотического слоя (удвоенное значение прозрачности) в течение 1,5 – 4 или 24 часов. Кислород определялся методом Винклера. Всего было проведено 115 анализов по определению растворенного в воде кислорода (табл.5). По результатам краткосрочных экспериментов рассчитывались суточные интегральные величины продукции (Методика..., 1975, Бульон, 1983). Величины продукции в кислородных единицах преобразовывались в углеродные с помощью коэффициента 0,38. При расчете фотосинтетической активности первичную продукцию, выраженную в органическом углероде (коэффициент 0,32), соотносили с биомассой, также выраженной в органическом углероде, принимая его содержание равным 10% от сырой биомассы смешанного фитопланктона. Для оценки трофности по показателям максимальной первичной продукции использовалась шкала по индексу трофического состояния – ИТС (Бульон, 1987), который определяется по формуле:

$$\text{ИТС} = 20 (0,52 + \lg A_{\max}),$$

где  $A_{\max}$  – значения максимальной первичной продукции, выраженное  $\text{мкг С}/(\text{л.сут})$ . Градация шкалы ИТС соответствует шкале индекса Карлсона.

С целью выявления взаимоотношений между фито и зоопланктоном на озерах Большой и Малый Яльчик в течение вегетационного периода 1997 г. параллельно с отбором проб фитопланктона в пелагической части озер производился отбор проб зоопланктона сетным и отстойным способом. Пробы отбирались автором с помощью сети Джеди с размером ячей 100 мкм в выделенных на основании температурной стратификации горизонтах: эпилимнионе (поверхность – 4м), металимнионе (4 – 6 м) и гиполимнионе (от 6 м и до дна) (Методические..., 1982). Определение видового состава, расчет численности и биомассы проводились в соответствии с общепринятыми методиками с.н.с. Лаборатории водных экосистем, к.б.н. О.Ю. Деревенской. Анализ полученных результатов проводился автором.

Параллельно с отбором проб фитопланктона непосредственно на водоеме автором измерялись прозрачность воды по диску Секи, температура воды, содержание кислорода по горизонтам. Также в работе были использованы фоновые данные лаборатории водных экосистем экологического факультета КГУ и Волжско-Камского государственного заповедника по физико-химическому режиму исследованных карстовых озер, полученные инженером Лаборатории водных экосистем КГУ Л.Р.Павловой и с.н.с. ВКППЗ Е.Н.Унковской по общепринятым методикам (Алекин, 1973, Новиков, 1981). Оценка качества воды производилась по эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод (Романенко...,1990).

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета программ Microsoft Excel 7.0, Statistica 6.0.

## **ГЛАВА 3. ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

### **3.1. Сравнительный анализ и эколого-флористическая характеристика летнего фитопланктона исследованных озер**

Карстовые озера Среднего Поволжья относятся к категории малоизученных объектов. Альгофлора карстовых озер также практически не исследовалась, поэтому ранее опубликованных сведений о видовом составе водорослей карстовых водоемов данного региона в литературе не отмечено. Первые данные по фитопланктону 22 карстовых озер Среднего Поволжья, в том числе минерализованных, получены автором и были представлены в ряде публикаций (Палагушкина, 2001, 2002). В фитопланктоне минерализованных водоемов обнаружено 136 таксонов рангом ниже рода восьми отделов с преобладанием диатомовых и зеленых водорослей, а в слабо-минерализованных - 362 таксона тех же отделов с наибольшим видовым богатством зеленых, эвгленовых и диатомовых водорослей. Сведения о фитопланктоне 6 карстовых озер Республики Татарстан (Голубые озера и система озер Кабан) представлены в диссертации Бариевой Ф.Ф. (Бариева, 2003). В фитопланктоне этих озер было отмечено около 300 таксонов рангом ниже рода с преобладанием водорослей отделов зеленые, диатомовые и сине-зеленые.

К настоящему времени за весь период исследований в видовом составе летнего фитопланктона 61 карстового озера Среднего Поволжья было определено всего 712 таксонов водорослей, включая 553 вида - из восьми отделов с преобладанием зеленых и диатомовых водорослей. Видовой состав и эколого-географическая характеристика встреченных водорослей представлены в приложении (табл. 16).

Водоросли отдела Chlorophyta (зеленые) составляют 34,5% (273), Bacillariophyta (диатомовые) – 25% (178), Euglenophyta - эвгленовые – 12,6% (93 таксона), Cyanophyta - сине-зеленые – 9,9% (71 таксон),

*Chrysophyta* - золотистые – 8,85 % (63). Отдел *Dinophyta* – динофитовые составляет всего 2,1% от общего числа таксонов (15), *Xanthophyta* - желто-зеленые -1,8 % (13 видов). Наименее разнообразен по числу видов отдел *Cryptophyta* - криптофитовые – 0,84 % (6 таксонов рангом ниже рода). Преобладание зеленых и диатомовых водорослей в видовом составе фитопланктона характерно для большинства водоемов умеренной зоны, в частности для фитопланктона озер Северо-Запада России (Латгальской возвышенности, Карельского перешейка и Большеземельской тундры) (Трифонова, 1990), для озер Белоруссии (Михеева, 1971, 1999), для водохранилищ Верхней Волги (Охапкин, 1994).

Наиболее богат по числу видов отдел зеленые – 273 таксона рангом ниже рода из двух классов, восьми порядков, двадцати восьми семейств. Водоросли класса *Chlorophyceae* - наиболее разнообразны и составляют около 83 % от общего числа видов зеленых водорослей. Среди этого класса наибольшим видовым богатством отличается порядок *Chlorococcales* – 78 % , а в пределах этого порядка наиболее часто встречаются виды рода *Scenedesmus* (отмечены в видовом составе 28,6 – 47,6% озер). Наиболее распространены *Scenedesmus ecornis* (46%) и *Sc. quadricauda* (30,15%), а также виды *Oocystis lacustris* (встречается в 44,4% озер), *Dyctiosphaerium pulchellum*, *Tetraedron minimum*(по 39,7%), *Tetrastrum glabrum*, *Monoraphidium contortum* (36,5%) и *M. arcuatum* (31,7%), *Coenococcus polycoccus*, *Coelastrum microporum* (по 28,6%) и *Raphidocelis contorta* (26,9%). Водоросли порядка *Cladophorales* достаточно редки ( *Cladophora glomerata* - встречаемость 3,17%). Класс *Conjugatophyceae* представляет 18,9 % от всех отмеченных зеленых водорослей с преобладанием видов порядка *Desmidiales* – 91% от водорослей этого класса. Наиболее часто встречающимися видами являются водоросли родов *Cosmarium* (до 30,15%) и *Closterium* (23,8%). К

редко встречающимся водорослям относятся виды порядка Zygnematales, представленные родами *Spirogira* (3,2 %) и *Zygnema* (1,6%).

Отдел Bacillariophyta представлен 127 видами двух классов, пяти порядков, восемнадцати семейств. К классу Centrophyceae относится всего 17 видов трех порядков шести семейств (13,4% от числа диатомовых водорослей). В пределах данного класса наиболее часто встречаются виды рода *Stephanodiscus* (60,3%): *Stephanodiscus hantzschii* встречается в 42,8% озер, *Cyclotella meneghiniana* - в 36,5% озер, *Aulacoseira granulata* - в 30,15%. Редко встречающимися представителями данного класса являются виды четырех семейств – Melosiraceae - *Melosira varians* ( 3,2%), Aulocoseiraceae – *Aulacoseira ambigua*, *A.moniliformis*, Chaetoceraceae - *Chaetoceros muelleri* и Biddulphiaceae – *Attheya Zachariasii* ( по 1,6%). Класс Pennatophyceae представлен намного разнообразнее – 110 видов (178 таксонов рангом ниже рода) двух порядков и одиннадцати семейств (85,6%). В пределах данного класса наиболее часто встречаются водоросли рода *Navicula*, *Fragillaria* (по 60,3%), *Synedra ulna* (49,2%), *Fragillaria crotonensis* (44,4 %), *Cocconeis placentula* (30,15%), *Asterionella formosa* (28,6%). К редко встречаемым видам относятся *Rhoicosphenia curvata* (встречаемость 4,8%) семейства Rhoicospheniaceae, *Diploneis oculata*, семейства Naviculaceae, *Hantzschia amphioxys* – семейства Nitschiaceae, *Opephora martyi* - Fragillariaceae, эти виды встретились в 1,6% исследуемых озер.

Отдел Euglenophyta представлен 93 таксонами рангом ниже рода, принадлежащими к одному классу, двум порядкам, двум семействам. Среди водорослей преобладают виды из порядка Euglenales - 93,8 %. Наиболее часто встречаются водоросли рода *Trachelomonas* – *Trachelomonas volvocina* встречен в 60,3 % озер, *T. hispida* - в 33,33%, *T. lacustris* – в 30,15%, *T. plantonica*. – в 26,98%. К редко встречаемым видам относятся представители порядка Peranematales, семейства

Peranemataceae – виды рода *Anizonema* (встречаемость от 1,6 до 3,2%), а также виды *Heteronema globuliterum* и *Urceolus passcheri* (по 1,6%).

В отделе Cyanophyta было отмечено 71 видовых и внутривидовых таксонов из двух классов, четырех порядков, одиннадцати семейств. Наиболее разнообразно во флоре сине-зеленых представлены порядки Chroococcales (46 % от числа сине-зеленых водорослей) и Oscillatoriales (32%). В пределах порядка Chroococcales наиболее часто встречаются водоросли *Microcystis pulverea* (28,6%), *Gomphosphaeria lacustris*, *Microcystis aeruginosa* (по 26,98%), *Merismopedia tenuissima* (22,2%). Среди водорослей порядка Oscillatoriales наиболее часто отмечаются виды *Anabaena flos-aquae* (46%), *Aphanizomenon flos-aquae* (42,8%), *Oscillatoria limnetica* (31,7%), *Lyngbia limnetica* (28,6%). Наименьшим числом видов и небольшой встречаемостью (1,6%) в планктоне озер отмечаются семейства – Pleurocapsaceae (с видом *Xenococcus minimus*) Holopediaceae (с видом *Holopedia irregularis*), Synechococcaceae (*Cyanarcus hamiformis*), Gomphosphaeriadaceae (*Snowella rosea*), Oscillatoriaceae (*Romeria leopoliensis*).

Золотистые водоросли (Chrysophyta) представлены 63 видами двух классов, трех порядков, трех семейств. Наиболее богат видами и внутривидовыми таксонами класс Heterochrysophyceae, семейство Chrysomonadaceae – 96,6% от всех золотистых водорослей. Наиболее часто встречающимися видами являются *Chrysococcus biporus* (31,7%), *Dynobrion divergens*, *Chrysococcus rufescens* (в 30,15% озер), а также виды рода *Mallomonas* (26,98%). К редко встречаемым видам среди золотистых водорослей можно назвать вид другого класса – Isochrysophyceae - *Derepxxis amphora* (1,6%).

Отдел Dinophyta представлен 15 таксонами рангом ниже рода, принадлежащими к одному классу, трем порядкам, трем семействам. Наиболее часто встречаются водоросли порядка Peridiniales (77 % от числа

динофитовых). Это виды рода *Peridinium* (до 47,6%), вид *Ceratium hirundinella* (25,4 %). Порядок Gymnodiniales представлен родом *Gymnodinium*, встречаемость которого составляет 23,8 %. К редко встречающимся можно отнести вид рода *Tetradinium* семейства Phytodiniaceae порядка Dinococcales, его встречаемость по озерам составляет 1,59%.

Отдел Xanthophyta представлен 13 таксонами рангом ниже рода трех классов, трех порядков, четырех семейств. Наиболее разнообразен класс Xanthococcophyceae - 66,7 % от всех отмеченных желто-зеленых водорослей. В карстовых озерах наиболее часто встречается один вид – *Goniochloris mutica* (A. Br.) Fott.(6,35%). Наименее разнообразны и реже встречаются представители класса Xanthotrichophyceae. В наших исследованиях он представлен одним видом - *Tribonema vulgare* и отмечен в 1,6% озер.

Криптофитовые водоросли (Cryptophyta) – самый немногочисленный отдел и представлен 6 таксонами рангом ниже рода, одним классом, одним порядком и одним семейством. Чаще встречаются водоросли рода *Cryptomonas* – от 3,17 до 14,3%. К редко встречающимся видам криптофитовых можно отнести водоросль *Rhodomonas lacustris* и водоросль рода *Chroomonas* (встречаемость – 1,6%).

Характеристика водорослей по месту обитания выявила преобладание планктонных водорослей – 54,4 % от общего числа отмеченных видов. Бентосные виды составляют 3,9%, планктонно-бентосные - 3,5 %, планктонно - обрастатели – 3,65 %, обрастатели – 6,9%, остальные (11,7%) отнесены к группе, представители которой могут обитать как в планктоне, бентосе, так и в обрастаниях.

По отношению к солености воды согласно классификации Кольбе (Алешинская, 1964, Давыдова, 1985, Корнева, 1993) большая часть выявленных видов – пресноводные организмы (51,3% от общего числа таксонов), из них большую часть составляют индифференты - 37,4%,

меньшую - галофилы (4,2%) и галофобы (3,1 %). Мезогалобы (1,4%) были представлены исключительно диатомовыми и встречались, в основном, в минерализованных озерах: в оз. Соленое был отмечен вид *Chaetoceros muelleri*, в оз. Карагаер - вид *Caloneis amphisbaena*, в оз. Большое Голубое - *Caloneis formos*, *Pleurosigma salinarum*, в оз. Малое Голубое - 2 - *Amphora proteus*, *Nitzschia macilenta*. Кроме того, мезагалобы встречались в водоемах с жесткой водой - *Navicula halophila* в оз. Средний Кабан, *N. Crucicula* в оз. Раифское, *Caloneis amphisbaena*, *Synedra tabulata*, *Nitzschia sigma* – в оз. Белое.

По отношению к активной реакции воды часть отмеченных из 132 видов и разновидностей водорослей, являющихся индикаторами активной реакции среды, предпочитают щелочные условия – алкалифилы – 56 видов (7,9%), ацидофильные виды немногочисленны – 13 (1,8%), в основном, это диатомовые рода *Tabellaria* - *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, встречающиеся как в заболоченных водоемах с низкими значениями pH (Кошаер), так и в водоемах с нейтральной реакцией среды (Шильма, Шундоер, Глухое, Мушандер, Линево, Средний Кабан). Большее количество видов характеризуются как индифференты – 77 (12,2%).

Значительная часть отмеченных видов являются показателями различной степени сапробности. Наиболее представлена по количеству видов группа бета – мезосапробов – 18 %, затем по числу видов следует группа олиго-бета и бета – олиго - мезосапробов – 6,2 %, третья группа водорослей являлась показателями олигосапробных условий – 3,5%, Альфа сапробные водоросли составляли всего 2,1 %, альфа - бета и бета – альфа мезосапробные – 1,7 %, среди этой группы наиболее распространены диатомовые водоросли *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula cryptocephala*, синезеленые *Lyngbia limnetica*, *Merismopedia tenuissima*. Ксеносапробные организмы составляли 1,5% и были представлены диатомовыми

водорослями *Fragillaria virescens* (озеро Глухое), *Diatoma hiemale*(озера Средний Кабан, Малое Голубое – 2), *Diatoma anceps*, *Tabellaria flocculosa*, *Meridion circulare* (Большое и Малое Голубые озера, Белое), *Achnanthes lanceolata* (Зеленое, Голубая Старица, Карасиха, Малое Голубое – 1) и желто-зелеными *Vaucheria sessilis* (озера Шушьер и Кошаер), *Tribonema vulgare* (Верхний Кабан). Показатели полисапробных условий были самыми малочисленными – 0,8 % и представлены видами из отделов эвгленовые – *Euglena geniculata* (Средний Кабан), *E. Proxima* (Линево, Средний Кабан), *E. viridis* (Большое Голубое, Белое) и зеленые *Gonium pectorale* (Белое) и *Chlorella vulgaris* (озера Шушьер, Кичиер, Глухое, Белое, Нижний Кабан).

Сведения о географическом распространении имеются для 246 таксонов водорослей. По распространению большая часть отмеченных видов – космополиты – 32,6%, бореальные виды составляют 3,9%, северо-альпийские – 1,1%. Большая часть северо-альпийских видов представлена отделом диатомовые, чаще других встречаются - *Tabellaria flocculosa* (Средний Кабан, Глухое, Мушандер, Кошаер, Шильма) и *Aulocoseira islandica*(Соленое, Глухое, Большое Глубокое, Белое, Линево). Вид *Cyclotella comensis* был отмечен в озерах Глухое, Большой Яльчик, *Diatoma hiemale*. – в озерах Средний Кабан, Малое Голубое –2, *Pinnularia appendiculata* – в оз. Карагаер, *Eunotia tenella* – в оз. Шундоер.

Таким образом, основу планктонной альгофлоры исследованных озер составляют истинно - планктонные, космополитные пресноводные, индифферентные по отношению к pH среды водоросли.

Альгофлора планктона озер различных географических зон Среднего Поволжья отличается по разнообразию и таксономической структуре. В 57 озерах лесной зоны Среднего Поволжья было определено 694 таксона водорослей рангом ниже рода восьми отделов, указанных для фитопланктона озер всего Среднего Поволжья, с преобладанием отделов

зеленые – 261 вид и разновидность (42,1% от общего числа таксонов) и диатомовые - 179 (24,3 %) (табл.6,7, рис.24). Третьей по числу видов крупной систематической единицей является отдел эвгленовые – 91 вид водорослей (12,5%). Остальные отделы представлены в меньших количествах: сине-зеленые – 68 видов (9,4%), золотистые – 62 (7,5%), динофитовые – 14 (2%), желто-зеленые – 13 (1,7%), криптофитовые водоросли – 6 (0,6%).

Чаще всего в озерах лесной зоны встречалась эвгленовая водоросль *Trachelomonas volvocina* (почти в 67% исследованных озер) (табл.8). Диатомовые водоросли - вторые по частоте встречаемости в карстовых озерах лесной зоны. Представители рода *Navicula* были отмечены в 56 % озер, виды *Synedra ulna* – в 54,4%, *Fragilaria crotonensis* – в 49% озер, *Stephanodiscus hantzschii* и виды рода *Stephanodiscus* - в 47% и 45,6% соответственно, *Cyclotella meneghiniana* - в 40,4%. Более чем в 52% исследованных озер лесной зоны встречались динофитовые водоросли рода *Peridinium*. Среди зеленых водорослей чаще других отмечались *Oocystis lacustris* (в 47% озер), *Scenedesmus ecornis* (в 45,6%), *Dyctiosphaerium pulchellum* и *Tetrastrum glabrum* (в 40,4%), *Tetraedron minuti* и *Monoraphidium contortum* (в 38,6%). Среди сине-зеленых водорослей чаще всего отмечались два вида - *Anabaena flos-aquae* (45,6%) и *Aphanizomenon flos-aquae* (44%).

В пределах лесной зоны карстовые озера размещены на территории двух провинций – Низменного Заволжья и Вятско-Камской возвышенности. Сравнение таксономического состава по провинциям внутри лесной зоны дало следующие результаты. Общими закономерностями для карстовых озер двух провинций является то, что наибольший вклад в видовой состав водорослей вносит отдел зеленые с преобладанием водорослей класса Хлорококковые.

**Таксономический состав фитопланктона в различных районах Среднего Поволжья**

**Таблица 6**

Отдел	Лесная зона			Лесостепная зона			
	Низменное Заволжье Марийское Полесье	Вятский Увал	Вятско-Камская возвышенность	Всего по лесной зоне	Низменное Заволжье	Высокое Заволжье	Всего по лесостепной зоне
CYANOPHYTA	18/13	39/27	50/40	68/49	13/7	0	13/7
DINOPHYTA	6/3	9/5	11/6	14/9	1/1	0	1/1
EUGLENOPHYTA	16/13	55/40	64/50	91/65	7/6	1/1	8/7
CRYPTOPHYTA	1	3/2	4/2	6/3	0	0	0
CHRYSOPHYTA	30/19	46/28	36/23	62/39	2/2	0	2/2
XANTHOPHYTA	4/3	2/2	8/8	13/10	0	0	0
BACILLARIOPHYTA	40	134/92	98/71	179/126	8/6	2/2	8/2
CHLOROPHYTA							
Volvocales	2/2	11/7	27/23	29/25	2/2	1/1	2/2
Chlorococcales	66/54	91/89	128/115	163/139	31/29	0	31/29
Ulotrichales	1	5/4	8/7	12/10	0	1/1	1/1
Cladophorales	0	1/1	0	1/1	0	0	0
Desmidiales	7/4	37/27	48/22	53/40	6/3	0	6/3
Zygnematales	1/1	2/2	1/1	3/3	0	0	0
Всего по зеленым	77/61	147/123	212/168	261/218	39/29	2/2	40/35
Всего:	192/137	434/326	483	694/519	70/56	5/5	72/58

Примечание: в числителе – общее число таксонов, в знаменателе – число видов.

Таблица 7

Таксономический состав летнего фитопланктона  
карстовых озер Среднего Поволжья

Озеро	Cyanophyta	Dinophyta	Euglenophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Xanthophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta					Всего таксонов						
	Volvocales	Chlorococcales	Desmidiales	Zygnematales	Ulotrichales	Cladophorales	всего												
Лесная зона																			
Озера Низменного Заволжья																			
1. Озера Марийского Полесья																			
Стратифицированные																			
Большой Чуркан	1	0	1	0	2	0	4	0	2	2	0	0	0	4	12				
Кошаер	3	1	3	0	9	1	6	0	5	0	0	0	0	5	28				
Карась	1	0	0	0	2	2	1	0	4	0	0	0	0	4	10				
Шап	0	1	1	0	1	0	2	0	12	0	0	0	0	12	17				
Шушарьер	4	3	3	0	4	1	16	0	18	3	0	0	0	21	52				
Оръер	1	0	1	0	8	0	3	1	7	0	0	0	0	8	21				
Серебряное	0	0	0	0	5	0	2	0	3	2	0	0	0	5	12				
Шарьерьер (Сайвер)	0	1	0	0	6	0	1	0	4	0	0	0	0	4	12				
Кузнециха	1	1	2	0	5	0	3	0	0	1	0	0	0	1	13				
Шильма	0	0	0	0	2	0	6	1	4	2	0	0	0	7	15				
Зрыв (Табашинское)	0	0	1	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	2	6				
Лесная сказка	1	1	2	1	6	0	7	0	11	1	0	0	0	12	30				
Паленое	5	0	2	0	2	1	6	0	9	1	0	0	0	10	26				
Соленое	12	2	4	0	4	1	9	0	19	0	0	0	0	19	51				
мелководные																			
Шундоер	3	1	4	0	5	0	15	1	17	1	0	0	0	19	47				
Бойня	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	5	6				
Таир	0	0	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	1	6				
2. Озера Вятского Увала																			
стратифицированные																			
Юрдур	1	0	4	0	1	0	2	1	3	1	0	0	0	5	13				
Большой Яльчик	22	8	27	2	25	0	57	7	44	21	2	2	0	76	187				
Кичиер	10	2	4	0	3	0	20	1	20	5	0	1	0	27	66				
Кожла-Сола	6	3	6	0	0	0	8	0	10	4	0	1	0	15	38				
Шутьер	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3				
Кужьерьер	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	4				
Глухое	22	8	16	0	25	1	57	6	54	11	0	2	0	73	202				
Малый Яльчик	29	7	27	2	24	0	50	5	47	21	0	2	0	75	214				
Шешьерьер	0	1	1	0	5	0	3	0	4	0	0	0	0	4	14				
Пужаньерьер	3	1	3	0	4	0	6	0	5	0	0	0	0	5	22				
Еланьерьер	1	0	2	0	2	0	4	0	5	0	0	0	0	5	14				
Долгое	1	2	4	0	4	0	5	0	8	3	0	1	0	12	28				
Зеленое	2	2	7	0	8	0	13	0	16	2	0	0	0	18	50				
Большой Мушандер	2	2	4	0	4	0	19	0	14	3	0	0	0	17	48				
Морской Глаз	0	2	1	0	6	0	11	0	3	0	0	0	0	3	23				
Тотьерьер	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	6				
Кононьерьер	4	1	5	1	13	0	12	1	18	3	0	0	0	22	58				
Шунгалдан	5	3	5	1	6	0	9	1	5	1	0	0	0	7	36				
Голубая Старица	3	0	3	1	1	0	8	0	2	0	0	0	1	3	19				
Югидем	8	1	3	1	1	0	23	1	4	0	0	0	1	6	43				

Озеро	Chlorophyta													Всего таксонов	
	Cyanophyta	Dinophyta	Euglenophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Xanthophyta	Bacillariophyta	Volvocales	Chlorococcales	Desmidiales	Zygnematales	Ulotrichales	Cladophorales		
мелководные															
Мельничное	1	1	1	0	1	0	6	0	4	0	0	1	0	5	15
Пезмучаш	0	0	7	0	3	0	1	2	12	0	0	1	0	15	26
Изъер	1	2	1	0	3	0	3	0	7	0	0	1	0	8	18
Карагаер	1	0	3	0	2	0	6	0	12	0	0	1	0	13	25
Старица кв.15	1	0	1	0	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	15
Старицакв.40	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
3. Озера Вятско-Камской возвышенности															
Стратифицированные															
Большое Глубокое	12	3	3	2	4	0	15	3	16	11	0	0	0	30	69
Карасиха	7	1	10	0	14	0	26	3	27	1	1	2	0	34	92
Осиново	0	1	1	0	0	0	1	0	5	1	0	0	0	6	9
Ильинское	11	2	7	0	2	0	13	4	28	0	0	0	0	32	67
Райфское	17	8	25	1	15	4	25	12	59	9	0	1	0	81	176
Верхний Кабан	25	1	9	2	0	3	19	6	43	9	0	0	0	58	117
Средний Кабан	21	1	14	0	1	0	38	5	45	6	0	1	0	57	132
Нижний Кабан	22	3	13	2	2	1	30	6	50	12	0	1	0	69	142
глубокие холодноводные															
Малое Голубое -1	10	0	1	0	1	0	17	1	3	1	0	0	0	5	35
Большое Голубое	9	2	3	0	1	0	22	2	6	3	0	0	0	11	48
Малое Голубое - 2	7	0	3	0	1	0	16	0	1	0	0	1	0	2	29
мелководные															
Линево	14	3	16	1	14	3	27	7	54	9	0	0	0	70	148
Белое	15	5	33	2	18	2	39	13	62	9	0	2	0	86	200
Лесостепная зона															
4. Озера Низменного Заволжья															
стратифицированные															
Моховое	5	0	1	0	1	0	4	0	18	1	0	0	0	19	30
Тарлашинское	9	1	5	0	1	0	4	1	16	2	0	0	0	19	39
Ковалинское	6	0	3	0	0	0	5	0	4	3	0	0	0	7	21
мелководные															
Чистое	1	0	0	0	0	0	3	1	4	2	0	0	0	7	11
5. Озера Высокого Заволжья															
стратифицированные															
Акташский провал	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	2	5

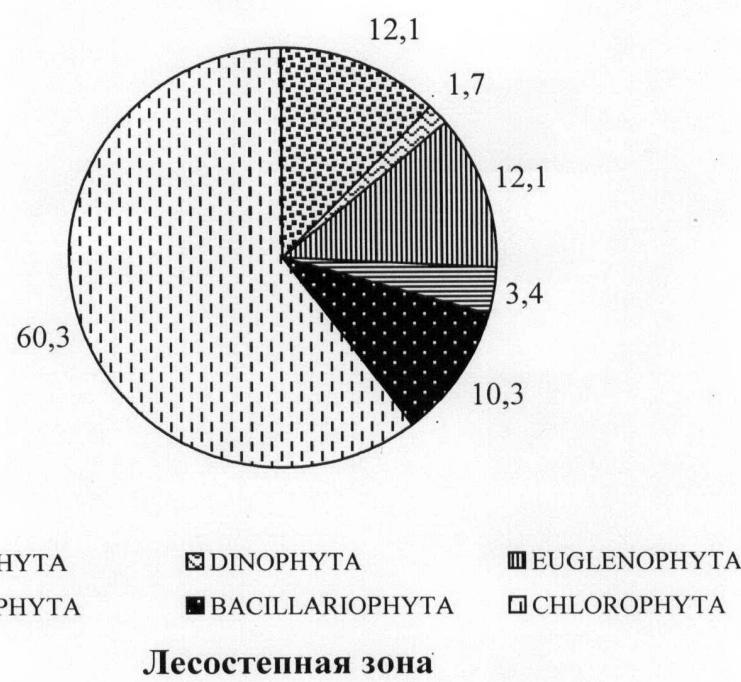
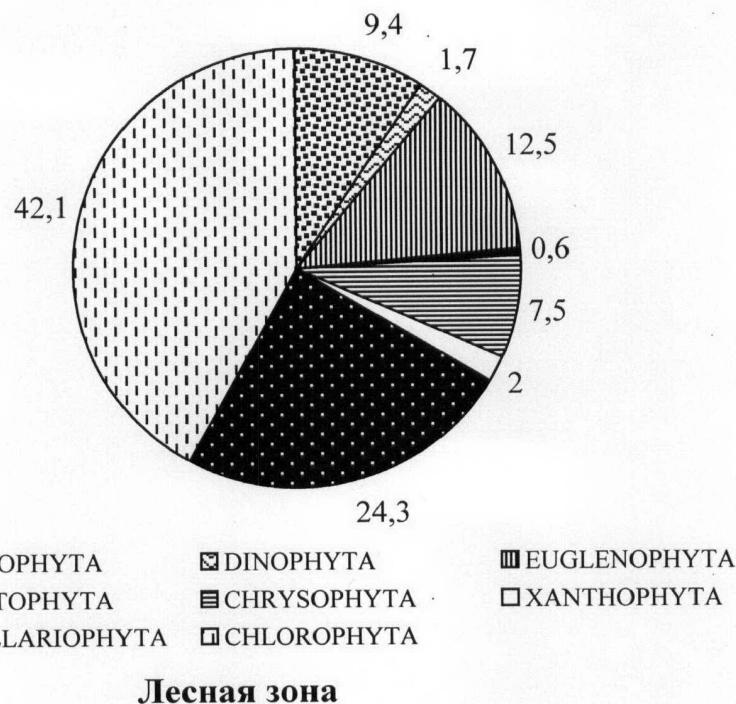


Рис.24. Процентное соотношение различных отделов водорослей в озерах лесной и лесостепной зон.

Таблица 8

Наиболее часто встречающиеся виды фитопланктона карстовых озер  
лесной и лесостепной зон Среднего Поволжья

Лесная зона	Лесостепная зона
Сине-зеленые	
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.)Breb., <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.)Breb., <i>A. macrospora</i> f. <i>robusta</i> (Lemm.) Elenk., <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs, <i>Lyngbia limnetica</i> Lemm., <i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz.emend.Elenk, <i>M.pulverea</i> (Wood) Forti emend.Elenk, <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.).
Эвгленовые	
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	<i>Euglena</i> sp., <i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein emend. Defl., <i>T. lacustris</i> Drez.
Динофитовые	
<i>Peridinium</i> .	
Диатомовые	
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr., <i>Fragillaria crotonensis</i> Kitt., <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun., <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz, <i>Stephanodiscus</i> sp., <i>Navicula</i> sp.	<i>Navicula</i> sp., <i>Stephanodiscus</i> sp., <i>Cyclotella</i> sp.
Зеленые	
<i>Oocystis lacustris</i> Wood, <i>Dyctiosphaerium pulchellum</i> Wood., <i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll), <i>Tetraedron minimum</i> (A.Br.) Hansg., <i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.)	<i>Dyctiosphaerium pulchellum</i> Wood., <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.), <i>Sc.ecornis</i> (Ehr.) Chod., <i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind., <i>Coelastrum microporum</i> Nág., <i>Kirchneriella irregularis</i> (Smith)Korscik, <i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh., <i>Penium borgeanum</i> Skuja

Для озер Низменного Заволжья лесной зоны зеленые водоросли составляют 35% от общего по провинции видового состава, доля хлорококковых – 26,7%. Для озер Вятско-Камской возвышенности доля зеленых водорослей выше и составляет 43,6%, доля хлорококковых в видовом составе – 31,3%.

На территории провинции Низменного Заволжья различают две группы озер – Марийского Полесья и Вятского Увала. Нужно отметить, что для озер Марийского Полесья доля зеленых водорослей, в частности хлорококковых, в видовом составе несколько выше, чем для озер Вятского

Увала – 43,4% (доля хлорококковых – 39,1%) и 38,8% (27,3%) соответственно (рис.25).

Второй по значимости в видовом составе фитопланктона провинций крупной систематической единицей является отдел диатомовые. Для озер Низменного Заволжья отмечается больший процент отмеченных диатомовых водорослей (30,5%), чем для озер Вятско-Камской возвышенности (19,3%). Причем для озер Вятского Увала разнообразие диатомовых выше (28,2%), чем для озер Марийского Полесья (18,2%). Третьим, формирующим видовой состав отделом, для озер Низменного Заволжья можно назвать золотистые водоросли, они составляют 12,1% от общего числа видов провинции. Следует отметить, что для озер Марийского Полесья доля видов золотистых выше – 13,7%, чем для озер Вятского Увала – 8,6%. Для озер Вятско-Камской возвышенности третьим значимым в видовом составе отделом является отдел эвгленовые – 13,6%. Дальнейшее сопоставление таксономического состава водорослей двух провинций показало следующую последовательность уменьшения видов по отделам. Для озер провинции Низменного Заволжья после отдела золотистые следуют эвгленовые (9,2%), сине-зеленые (8,6%), динофитовые (2,2%), желто-зеленые (1,6%) и криптофитовые водоросли (0,8%). Причем, доли видов перечисленных отделов для озер Марийского Полесья и Вятского Увала близки. Для озер Вятско-Камской возвышенности по числу видов после эвгленовых водорослей следуют сине-зеленые (10,1%), золотистые (6,3%), желто-зеленые (1,9%), динофитовые (1,6%), и криптофитовые водоросли (0,54%) (рис.25).

Во всех карстовых озерах лесостепной зоны (100%) встречались диатомовые водоросли родов *Navicula* и *Stephanodiscus*, водоросли рода *Cyclotella* были отмечены в 60% озер. Среди водорослей отдела зеленые чаще всего встречались виды *Scenedesmus quadricauda* (80%) и *Sc.ecornis* (60%). В 40 % озер лесостепной зоны были отмечены другие водоросли.

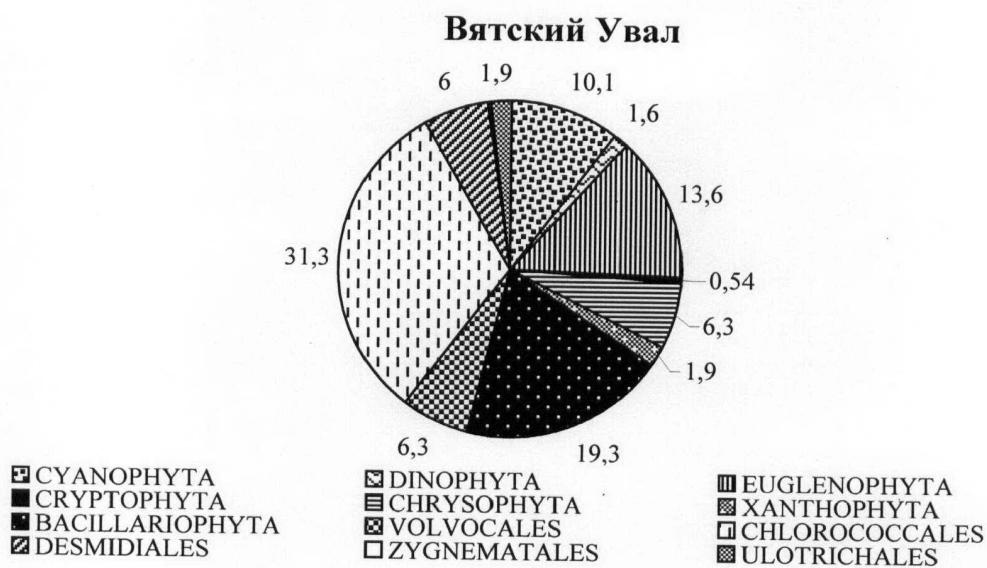
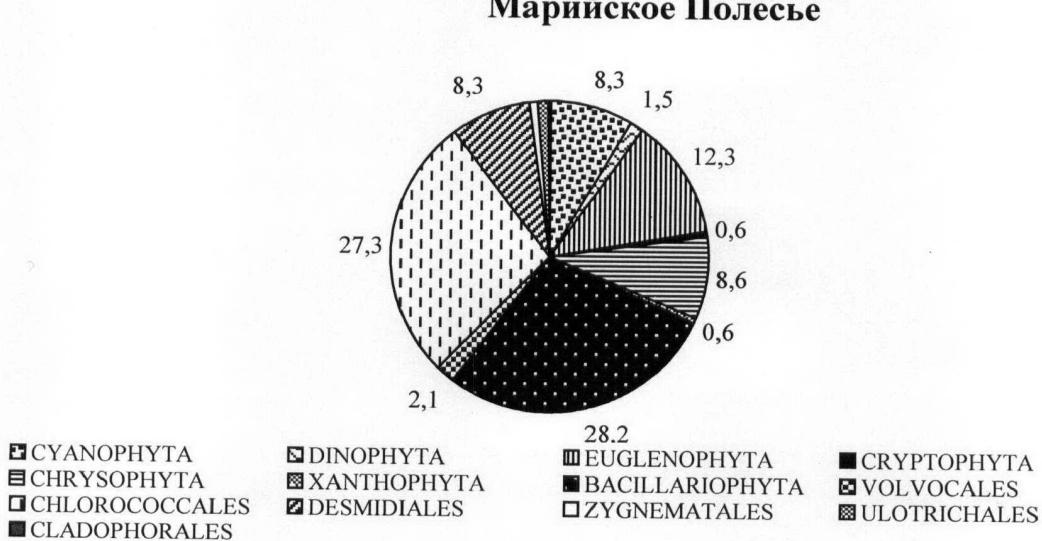
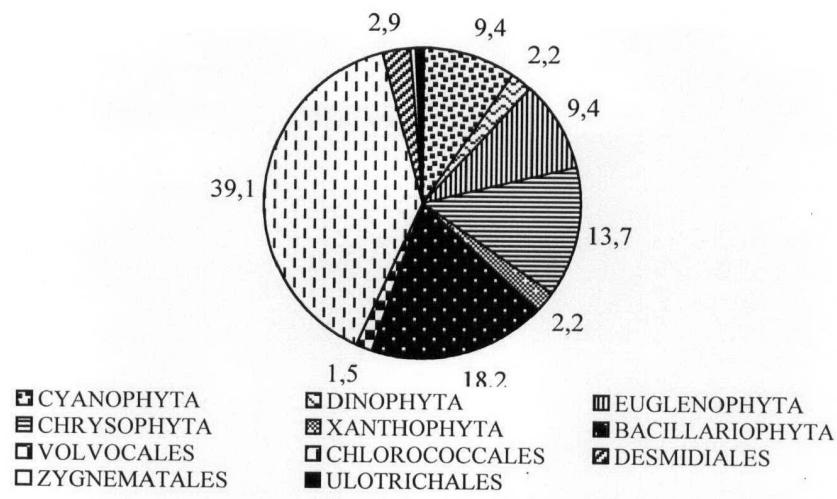
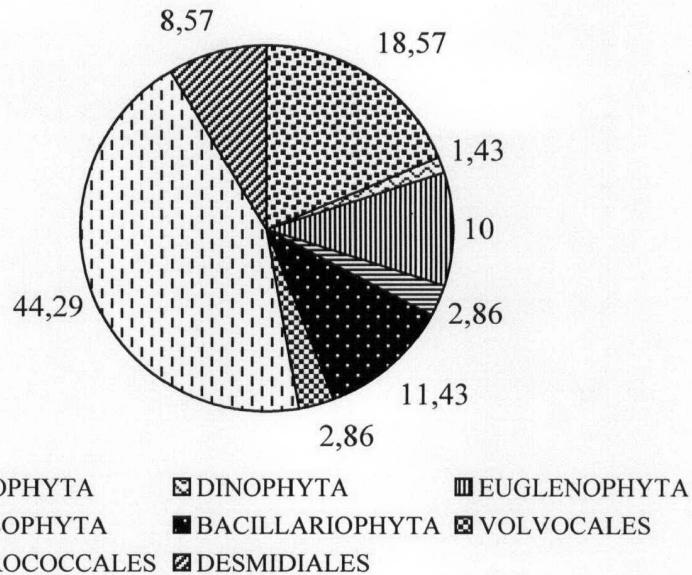


Рис.25. Процентное соотношение различных отделов водорослей в озерах лесной зоны.

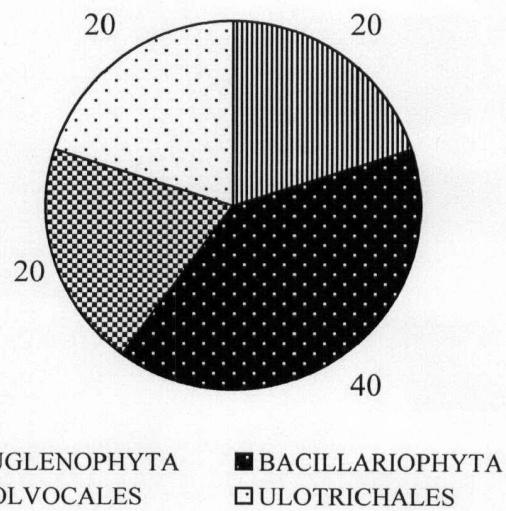
этого же отдела - *Dyctiosphaerium pulchellum*, *Monoraphidium arcuatum*, *Coelastrum microporum*, *Kirchneriella irregularis*, *Pediastrum boryanum*, *Penium borgeanum*. Сине-зеленые водоросли встречаются в фитопланктоне озер лесостепной зоны с частотой 60% (*Anabaena flos-aquae*) и 40 % (*A. macrospora* f. *robusta*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Lyngbia limnetica*, *Microcystis aeruginosa*, *M.pulverea*, *Merismopedia tenuissima*. Часто встречающиеся виды отдела эвгленовые (40%) были представлены водорослями родов *Euglena* и *Trachelomonas* (*T. hispida*, *T. lacustris*) (табл.8).

Озера лесостепной зоны размещены на территориях двух провинций – Низменного Заволжья и Высокого Заволжья. Сравнение таксономического состава озер двух провинций показывает преобладание в фитопланктоне водорослей отдела зеленые (табл.6, 7, рис.26). Для озер Низменного Заволжья доля зеленых водорослей составляет 55,7%, отмечается преобладание хлорококковых водорослей – 44,3%. Для озера Высокого Заволжья доля зеленых водорослей в видовом составе составляет 40 %, все отмеченные водоросли относятся также к классу хлорококковые. Вторым по значимости в видовом составе фитопланктона озер провинции Низменного Заволжья является отдел сине-зеленые – 18,6%, третьим – диатомовые – 11,4%, четвертым – эвгленовые – 10%, золотистые составляют 2,86%, динофитовые – 1,43%. Для озера Высокого Заволжья вторым по значимости отделом является отдел диатомовые – 40%, а третьим – эвгленовые – 20%.

Кластерный анализ сходства озер по видовому составу фитопланктона с использованием коэффициента Серенсена показал большую степень сходства планктонной альгофлоры исследуемых карстовых озер. Кластеризация показала, что главным фактором, определяющим, видовое сходство фитопланктона, является концентрация растворенных биогенных веществ, прежде всего, фосфатов. Большая часть исследуемых озер



### **Низменное Заволжье**



### **Высокое Заволжье**

Рис.26. Процентное отношение разных отделов водорослей в озерах лесостепной зоны.

разбились на группы, в которых находились озера с различной минерализацией, активной реакции среды, сильно отличающиеся по морфометрическим и гидрологическим показателям, но имеющие близкие концентрации фосфатов (Малый Яльчик и Малое Голубое –1, Пезмучаш и Средний Кабан, Большой Яльчик и Раифское, Лесная сказка – Малое Голубое – 2, Моховое – Шутьер). Результат кластеризации также подтверждает факт о большей скорости эвтрофирования мягководных озер по сравнению с жестководными (Трифонова, 1994). Второстепенными факторами, определяющими видовое сходство, могут быть минерализация, активная реакция среды, морфометрические и гидрологические показатели озер. В пределах крупных кластеров, выделенных по фосфатной нагрузке, в более мелкие объединялись озера, близкие либо по значениям pH (Кошаер и Акташский провал), либо по сочетанию двух факторов – pH и минерализации (Большой Чуркан, Карась, Бойня), либо по сочетанию морфометрических (площадь, глубины, объемы воды) и физико-химических (прозрачность, pH, минерализация) показателей (Шап и Шильма, Кузнечиха и Шешьер, Кожла-Сола и Кужьер, Паленое – Шунгалдан - Кичиер, Ильинское – Долгое, Кононье-Зеленое-Пужанье) (рис.27).

Выводы по таксономическому составу:

1. Для фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья отмечается преобладание в видовом составе зеленых (38%) с доминированием хлорококковых и диатомовых водорослей (25%).
2. Фитопланктон озер представлен в основном планкtonными, пресноводными, космополитными, индифферентными по отношению к pH среды водорослями.
3. Сравнение таксономического состава водорослей по зонам показало, что основными формирующими видовой состав отделами для озер лесной зоны являются зеленые (хлорококковые) (42,1%), диатомовые (24,3%) и эвгленовые (12,5%) водоросли, а для озер лесостепной зоны – зеленые

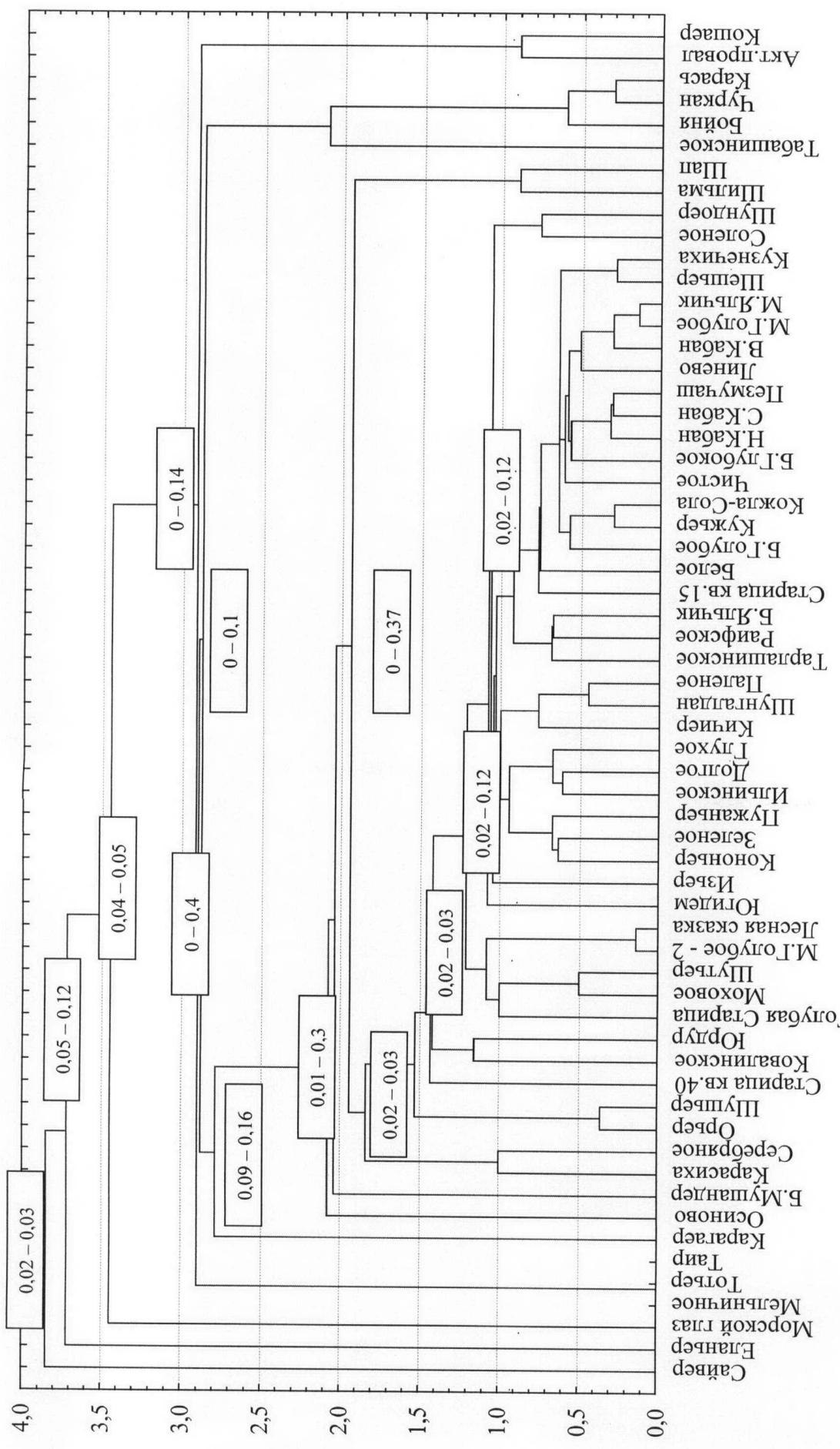


Рис.27. Дендрограмма сходства фитопланктонах сообществ карстовых озер Среднего Поволжья (в прямоугольниках – концентрации минеральных форм фосфора, мг/л).

(60,3%) с преобладанием хлорококковых, сине-зеленые и эвгленовые (по 12,1%), а также диатомовые (10,3%) водоросли.

4. Сравнение таксономического состава фитопланктона в пределах зон по провинциям показало, что общим для всех озер в пределах лесной зоны является доминирование по числу видов двух отделов - зеленые и диатомовые водоросли. Третьим, значимым по числу видов отделом в пределах Марийского Полесья, является отдел золотистые. Для озер Вятского Увала и Вятско-Камской возвышенности третьим доминирующим отделом являются эвгленовые водоросли. Рост таксономического разнообразия эвгленовых водорослей оценивается как показатель эвтрофирования. Для озер лесостепной зоны в провинции Низменного Заволжья комплекс доминирующих отделов представлен зелеными, сине-зелеными и диатомовыми водорослями. Рост таксономического разнообразия сине-зеленых водорослей в озерах Низменного Заволжья лесостепной зоны и выход этого отдела в число ценозообразующих, также связан с процессами эвтрофирования этих озер. Для озера Высокого Заволжья комплекс доминирующих отделов представлен зелеными, диатомовыми и эвгленовыми водорослями.

5. Главным фактором, определяющим видовое сходство фитопланктона, является концентрация растворенных биогенных веществ, прежде всего, фосфатов. Подтверждается факт о большей скорости эвтрофирования мягководных озер по сравнению с жестководными. Второстепенными факторами, определяющими видовое сходство, могут быть минерализация, активная реакция среды, морфометрические и гидрологические показатели озер.

### **3.2. Сезонная и межгодовая динамика видового состава фитопланктона озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево**

#### **Озеро Большой Яльчик**

Количество видов фитопланктона в озере за исследовательский период 1997 г. менялось в пределах от 34 до 64 видов. В период весеннего перемешивания воды (26.05) в видовом составе фитопланктона наибольшее количество видов было свойственно отделам золотистые (11), эвгленовые (10) и зеленые (9). С прогреванием воды и установлением термической стратификации (28.06) наблюдалось постепенное увеличение числа зеленых водорослей до 15 видов, диатомовых – до 27, сине-зеленых – до 9, динофитовых – до 4. При этом количество эвгленовых водорослей уменьшилось до 6, золотистых – до 2, криптофитовые водоросли отмечены не были. В летний период (с 5.07. по 21.08) в видовом составе фитопланктона основную массу видов представляли три отдела – зеленые водоросли (10-24 вида), сине-зеленые (7 - 9) и диатомовые (5 - 27 видов). По мере остывания воды и начала процессов осеннего перемешивания (02.09) в фитопланктоне наблюдалось преобладание в видовом составе зеленых и сине-зеленых водорослей с тенденцией снижения их количества и повышения роли диатомовых, эвгленовых и золотистых водорослей (рис.28). Таким образом, в 1997 г. в весенний период преобладали комплексы из золотистых, эвгленовых, зеленых и диатомовых водорослей, в летний и осенний периоды – из зеленых, сине-зеленых и диатомовых водорослей.

По результатам исследований 1998 г. в фитопланктоне озера было выявлено от 36 до 56 видов восьми отделов. В весенний период (29.05.) в фитопланктоне было отмечено 36 видов семи отделов с доминированием зеленых водорослей (10 видов с преобладанием хлорококковых водорослей). Меньшее количество видов в это время представляли диатомовые и сине-

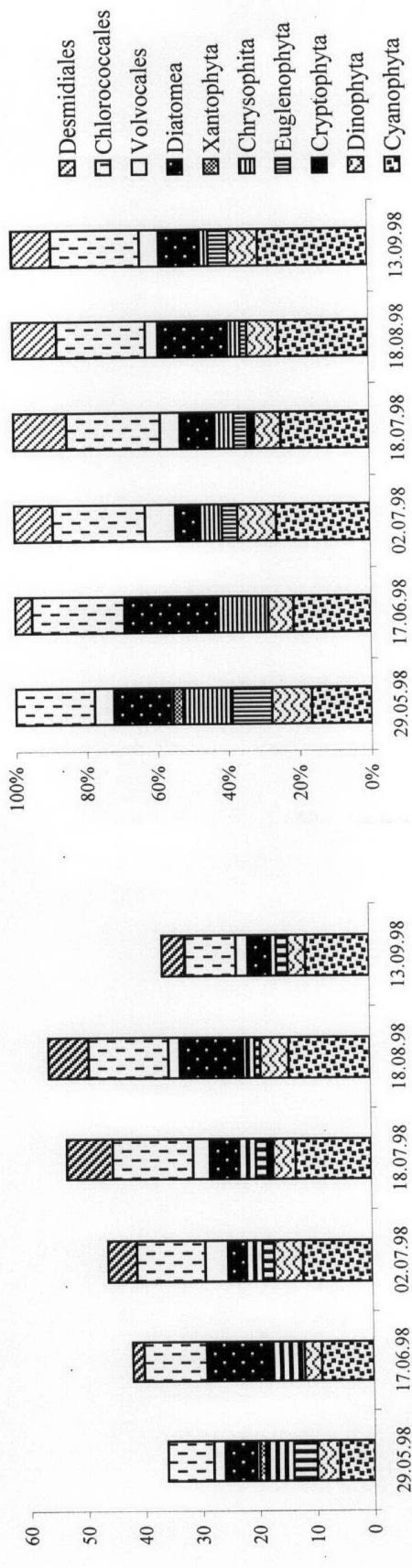
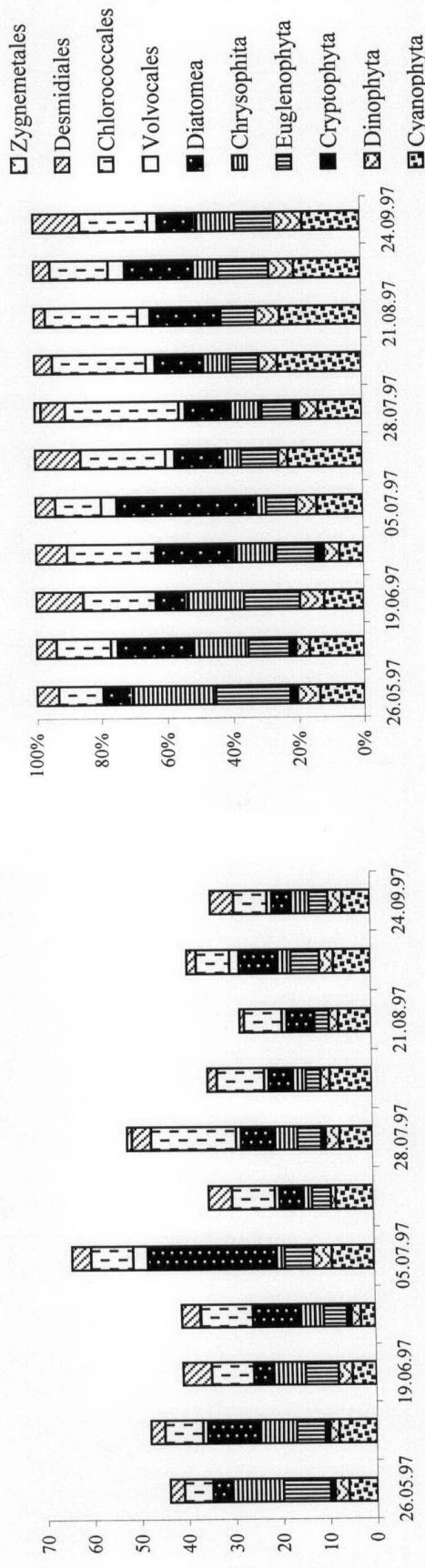


Рис.28. Сезонная динамика количества видов фитопланктона и вклад различных отделов в видовой состав в озере Большой Яльчик (1997 - 1998 гг.).

зеленые водоросли - по 6 видов, золотистые - 5 видов, динофитовые и эвгленовые водоросли отмечались в количестве 4 видов, отдел желто-зеленые был представлен 1 видом. В летний период (с 17.06 по 18.08) отмечается постепенное увеличение видового богатства до 42 - 56 видов, в основном, за счет водорослей отделов диатомовые (до 11 видов), сине-зеленые (от 9 до 14 видов) и зеленые (от 13 до 25 видов), особенно увеличивалось число видов хлорококковых и десмидиевых водорослей. Число динофитовых водорослей находилось в пределах 3-5 видов, отмечалось уменьшение богатства золотистых водорослей с 6 до 2 видов, эвгленовых - до 1-2 видов, исчезновение желто-зеленых водорослей и появление 1 вида криптофитовых в середине лета (18.07). В осенний период (13.09) количество видов уменьшилось до весеннего уровня - 36 видов. Основу видового состава формировали зеленые (15) и сине-зеленые водоросли (11 видов). Разнообразие диатомовых водорослей уменьшилось до 4 видов, динофитовых - до 3, эвгленовых - до 2, золотистых - до 1. Представители криптофитовых и желто-зеленых водорослей в фитопланктоне не отмечались (рис.28). Результаты 1998 г. показали, что в весенний и летний периоды преобладают по числу видов зеленые, диатомовые и сине-зеленые водоросли, а в осенний - зеленые и сине-зеленые водоросли.

Общими тенденциями за 1997 – 1998 гг. являются уменьшение числа видов золотистых, эвгленовых и желто-зеленых и увеличение числа зеленых, сине-зеленых и диатомовых водорослей по мере увеличения температуры воды.

#### Озеро Малый Яльчик

Количество видов фитопланктона за период исследований в 1997 г. менялось от 34 до 54 видов. Весной (17.05- 7.06) фитопланктон озера формируется в основном водорослями четырех отделов – диатомовыми (11-12 видов), зелеными (5 – 10), золотистыми (6 - 9) и эвгленовыми (4 – 8). В

первой половине лета (с 17.06 по 17.07) фитопланктон формируется зелеными и диатомовыми водорослями, затем по числу видов следуют золотистые и эвгленовые. Роль золотистых и диатомовых водорослей в общем видовом составе снижается в конце лета (с 27.07. по 07.08), а основными отделами, формирующими видовой состав, становятся зеленые, эвгленовые и сине-зеленые водоросли. В конце лета (21.08 - 02.09) количество диатомовых водорослей несколько увеличилось, а эвгленовых – уменьшилось, и комплексообразующими отделами становятся зеленые, сине-зеленые и диатомовые водоросли. Роль сине-зеленых становится более значимой осенью (24.09), при этом снижается количество зеленых водорослей (рис.29). Таким образом, в 1997 г. весенний комплекс водорослей представляли диатомовые, зеленые, золотистые и эвгленовые водоросли, в первой половине лета – диатомовые, золотистые и эвгленовые, во второй половине – зеленые, эвгленовые, сине-зеленые и диатомовые; осенний комплекс видов представляли диатомовые, сине-зеленые и эвгленовые. Отмечено, что количество диатомовых и золотистых водорослей больше в периоды перемешивания воды и до установления температурной стратификации (весна, начало лета), разнообразие зеленых, эвгленовых и сине-зеленых водорослей приурочено к периодам наибольшего прогрева воды и стратификации водной толщи (лето, начало осени).

Количество видов фитопланктона за период исследований в 1998 г. менялось от 37 до 64 видов шести отделов. В весенний период (29.05) фитопланктон был представлен 37 видами пяти отделов с преобладанием диатомовых водорослей (17 видов) (рис.29). Сине-зеленые водоросли насчитывали 9 видов, зеленые – 7 (5 – хлорококковые, 2 – вольвоксовые), эвгленовые и золотистые – по 2 вида. Летом (с 18.06 по 19.08), количество видов возрастает до 41-56, при этом преобладают зеленые (15 – 19 видов), сине-зеленые (9-13) и диатомовые (9-12) водоросли. Увеличение числа видов отмечается также для отдела эвгленовые с 2 до 8 видов, динофитовые – с 1 до 4, золотистые – до 5 видов. Видовое богатство диатомовых водорослей в

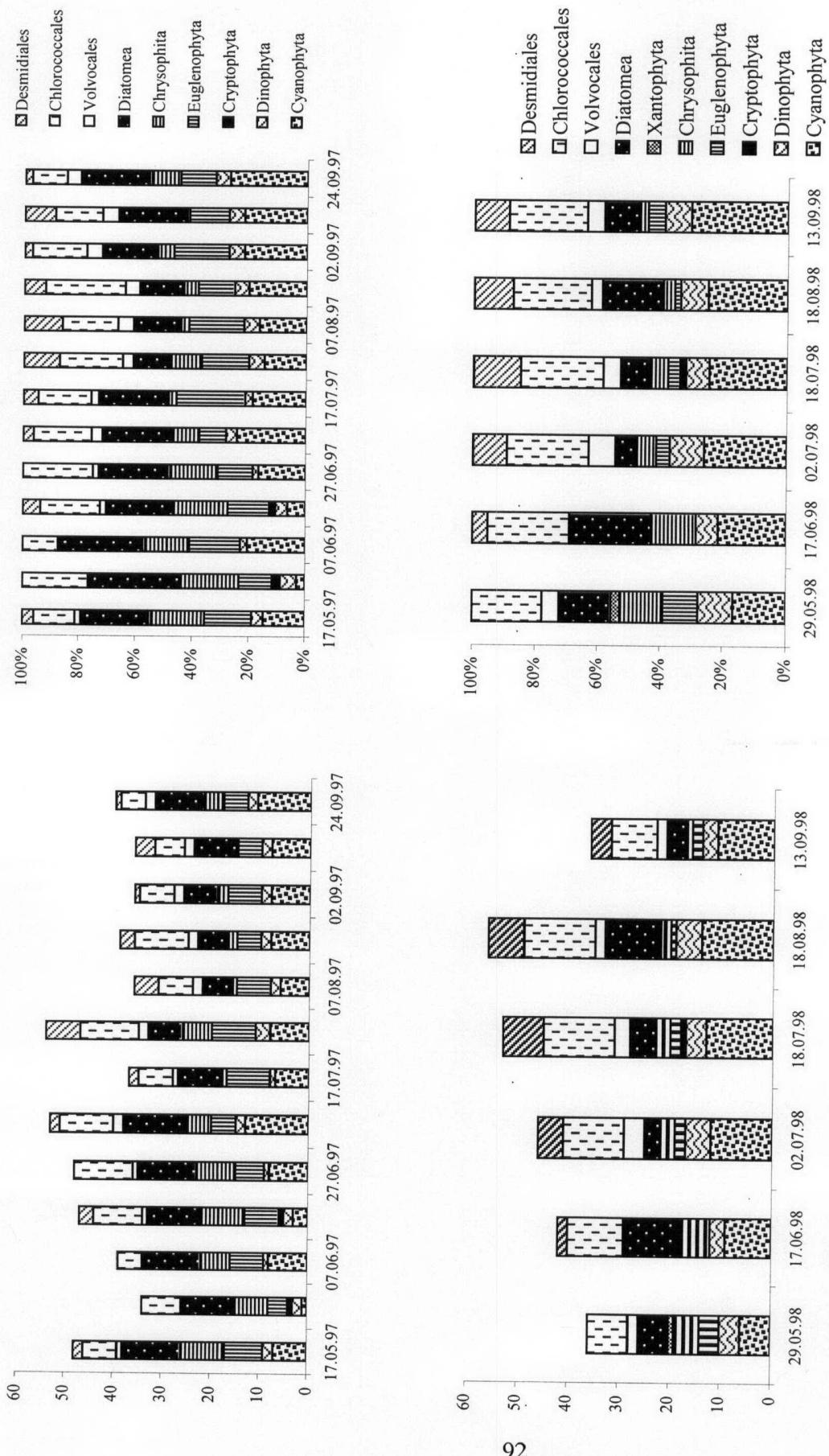


Рис. 29. Сезонная динамика количества видов фитопланктона и вклад различных отделов в видовой состав в озере Малый Яльчик (1997-1998 гг.).

летний период уменьшается до 8 – 12 видов. В осенний период (12.09) отмечалось самое большое количество видов водорослей – 64, при этом зеленые водоросли были самыми разнообразными – 27 видов с преобладанием хлорококковых водорослей (19 видов). Затем, по количеству видов следовали сине-зеленые водоросли – 14 видов, диатомовые – 11 видов, золотистые насчитывали 5 видов, динофитовые – 4, эвгленовые – 3. Таким образом, весенний комплекс водорослей в 1998 г. формировали диатомовые и сине-зеленые водоросли, летне-осенний – зеленые, сине-зеленые – диатомовые. С увеличением температуры воды отмечался рост числа видов большинства отделов водорослей - зеленых, сине-зеленых, динофитовых, золотистых и уменьшение числа видов диатомовых.

Общей тенденцией по изменению видового состава за 1997-1998 гг. является увеличение числа видов зеленых, сине-зеленых и эвгленовых водорослей с ростом температуры воды.

#### Озеро Глухое

Количество видов фитопланктона на ст.1 за период 1997 г. менялось от 31 – 39, на ст. 2 – от 35 до 36 (рис.30). Весенний комплекс видов на ст.1 формировался зелеными (13), золотистыми (8) и сине-зелеными (5) водорослями, а на ст.2 - диатомовыми (11), зелеными (10) и золотистыми (5). Летний комплекс фитопланктона на ст.1 был представлен зелеными (11 – 16 видов), диатомовыми (8-10) и золотистыми (5 – 8) водорослями. С наступлением стратификации (31.07) количество золотистых водорослей в видовом составе постепенно снижается, а число сине-зеленых – увеличивается. В осеннем фитопланктоне основными отделами являются зеленые (12), сине-зеленые (7) и диатомовые (6). На ст.2 в летнем комплексе преобладали зеленые (11-15 видов), диатомовые (9-11), эвгленовые (4-6) (рис.31). После наступления летней температурной стратификации наблюдалось увеличение числа сине-зеленых водорослей, и в осеннем фитопланктоне основными отделами являлись зеленые (11), диатомовые (10) и сине-зеленые (6) водоросли. По результатам исследований 1997 г. можно

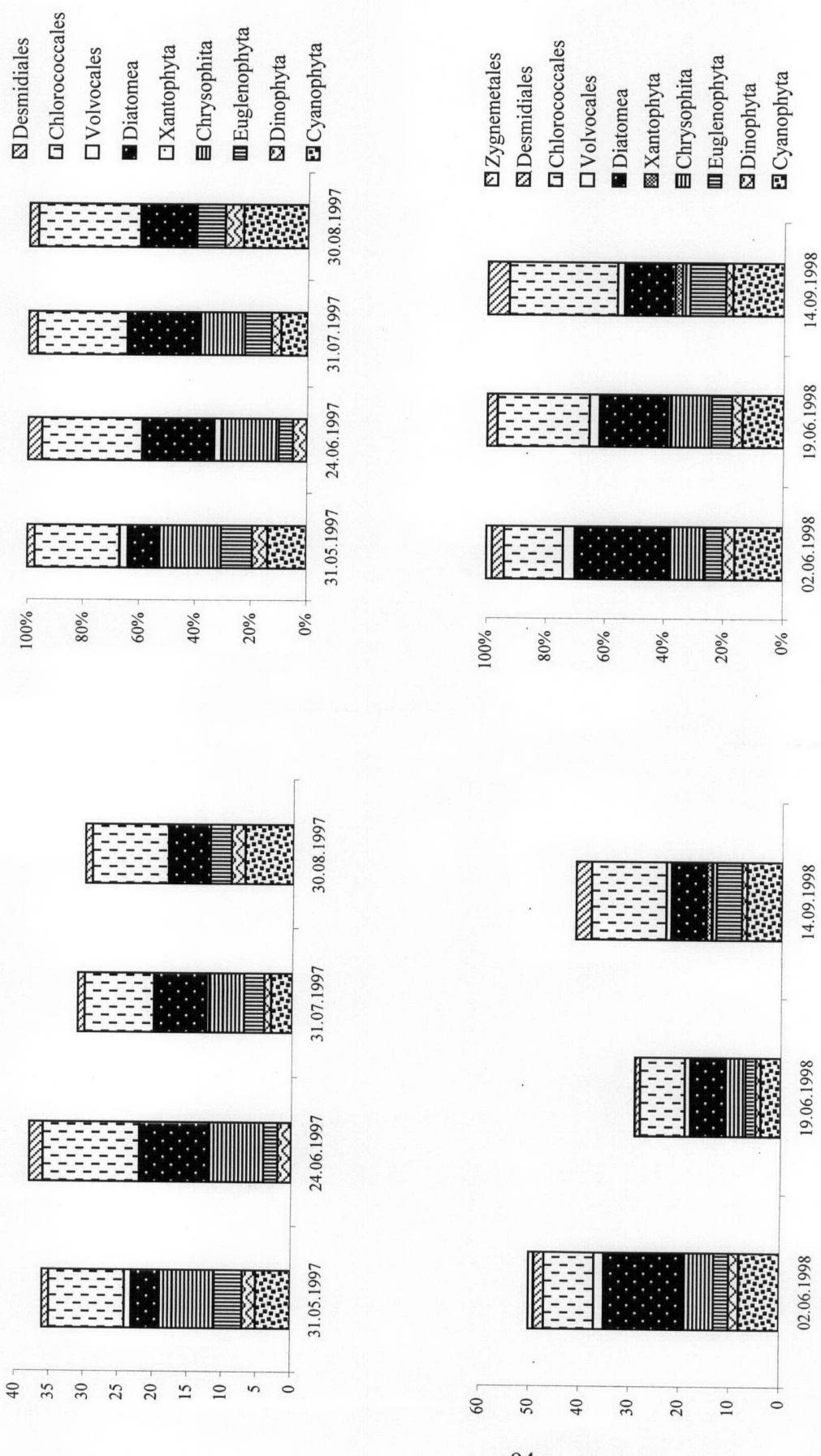


Рис.30. Сезонная динамика количества видов фитопланктона и вклад различных отделов в видовой состав в озере Глухое, ст. I (1997 - 1998 гг.).

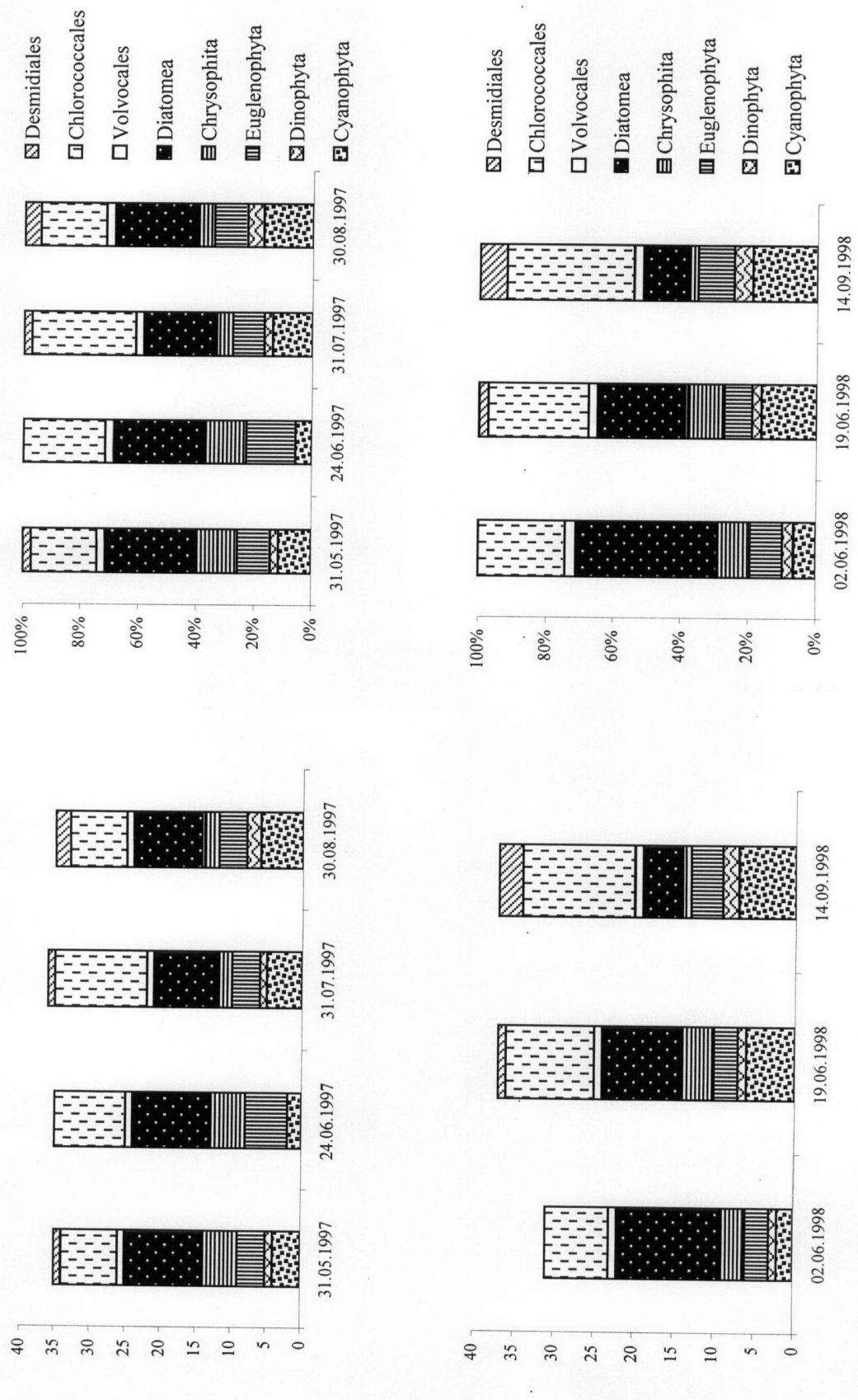


Рис.31. Сезонная динамика количества видов фитопланктона и вклад различных отделов в видовой состав в озере Глухое, ст.2 (1997- 1998 г.).

отметить, что на ст.1 в период перемешивания воды до наступления температурной стратификации по количеству видов преобладают золотистые водоросли, а на ст.2 – диатомовые. В период наибольшего прогрева воды и термической стратификации возрастает количество зеленых и сине-зеленых водорослей в видовом составе всего озера.

Исследования видового состава фитопланктона в 1998 г. показало, что количество видов водорослей на ст.1 менялось от 29 до 50, а на ст.2 – от 31 до 37 видов (рис.31). Весенний комплекс видов (2.06) на ст.1 был самым разнообразным (50 видов) и формировался диатомовыми (16), зелеными (15), и сине-зелеными (8) водорослями. Видовой состав водорослей на ст.2 в весенний период был менее разнообразен – 31 вид, основными отделами являлись диатомовые (13) и зеленые (10) водоросли (рис.31). Летний (19.06) комплекс фитопланктона на ст.1 снизил видовое богатство до 29 видов и был представлен зелеными (11 видов) и диатомовыми (7) водорослями. На ст.2 в этот период отмечалось 37 видов, при этом доминировали зеленые (13), диатомовые (10), а также сине-зеленые (6) водоросли. В осеннем фитопланктоне (14.09) на ст.1 отмечался 41 вид, большее количество видов было представлено отделом зеленые – 19, по 7 видов – отделами сине-зеленые и диатомовые. Отмечалось уменьшение количества видов динофитовых с 2 до 1, золотистых – с 4 до 1 и появление 1 вида желто-зеленых водорослей. На ст.2 осенью количество видов было, как и летом – 37, из них 18 – принадлежали отделу зеленые, затем по числу видов следовали сине-зеленые (7) и диатомовые (5) водоросли. Немного увеличилось количество динофитовых (до 2) и эвгленовых (до 4), но уменьшилось число видов золотистых водорослей – с 4 до 1 вида.

Общей тенденцией для озера за 1997-1998 гг. является уменьшение числа видов эвгленовых, золотистых и диатомовых водорослей и увеличение зеленых (особенно, хлорококковых) и сине-зеленых водорослей в ряду весна – лето – осень.

### Озеро Раифское

В видовом составе фитопланктона в период 1997 г. отмечалось от 35 до 72 видов (рис.32). Ранней весной подо льдом по числу видов преобладали зеленые (хлорококковые - 8 видов и вольвоксовые - 4), золотистые (10) и эвгленовые (5) водоросли. В процессе весеннего перемешивания увеличивалось количество диатомовых водорослей, и комплексообразующими отделами являлись зеленые (хлорококковые - 16, вольвоксовые - 5, десмидиевые - 1), диатомовые (9) и золотистые (8) водоросли. Количество видов эвгленовых водорослей не менялось (5), но по сравнению с ранней весной возросло количество видов сине-зеленых (до 4). С наступлением летней стратификации основными отделами, формирующими видовой состав, являлись зеленые (хлорококковые - 29, вольвоксовые - 7 и десмидиевые - 4), сине-зеленые (9), диатомовые и эвгленовые (по 8). В целом, видовому составу озера свойственно увеличение числа видов от ранней весны к лету со снижением разнообразия золотистых и увеличением количества зеленых и сине-зеленых водорослей по мере повышения температуры воды.

### Озеро Линево

В период исследований 1997 г. количество видов фитопланктона менялось от 12 до 36 видов, меньшее количество отмечалось ранней весной подо льдом. Весенний планктон (3.04.) был представлен в основном, диатомовыми, эвгленовыми и золотистыми водорослями (по 3 вида). В летний период (15.07) основными, формирующими общий видовой состав отделами, являлись зеленые (хлорококковые - 16, вольвоксовые - 1, десмидиевые - 4), сине-зеленые (6) и диатомовые (4) (рис.33). В видовом составе озера наблюдалась тенденция увеличения числа видов зеленых и сине-зеленых видов водорослей и уменьшения числа золотистых и эвгленовых с ростом температуры воды. В 1998 г. количество видов в фитопланктоне менялось от 13 до 56, наблюдался рост числа видов от весны

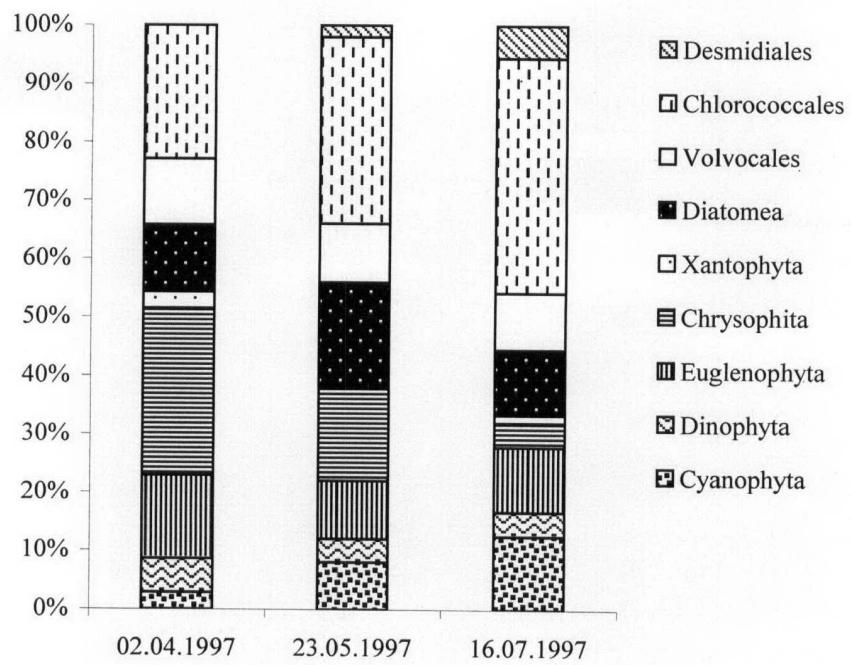
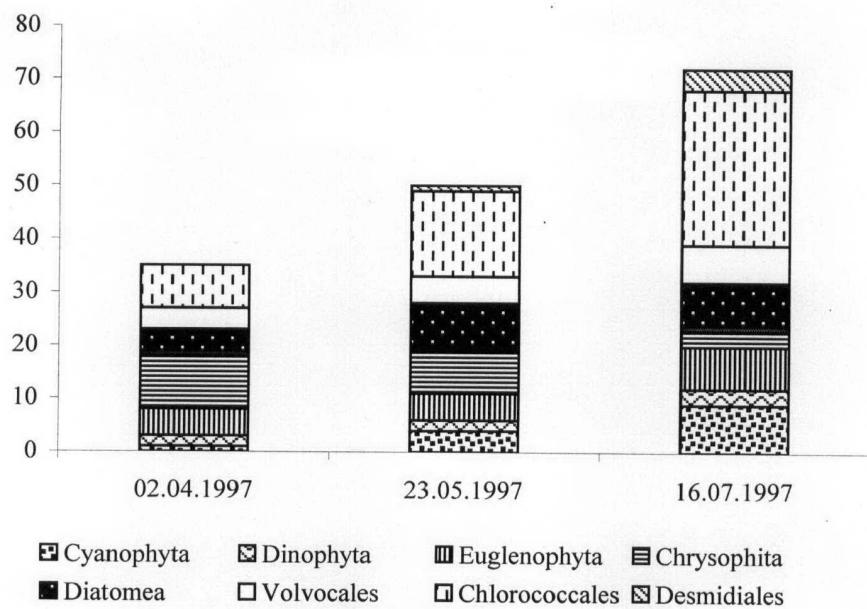


Рис.32. Сезонная динамика количества видов фитопланктона и вклад различных отделов в видовой состав в озере Раифское(1997 г.).

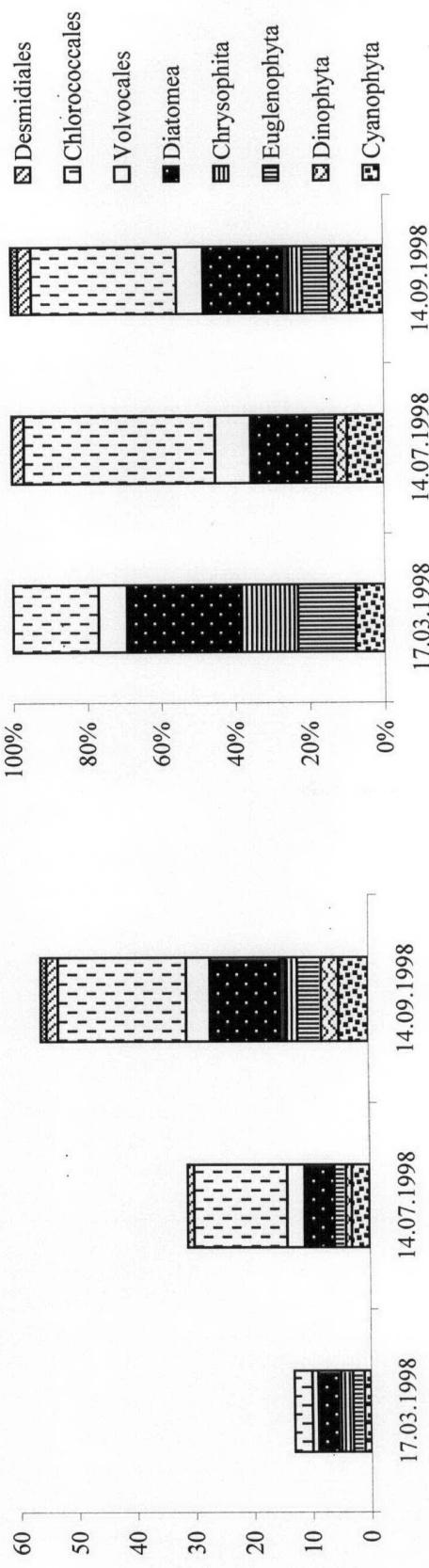
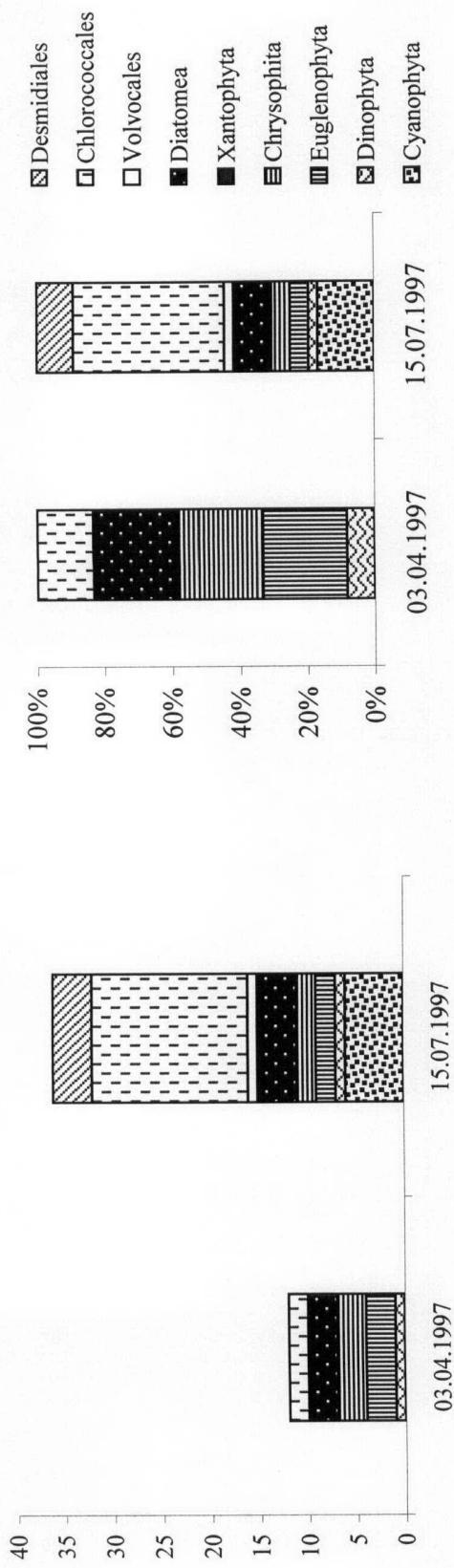


Рис.33. Сезонная динамика количества видов фитопланктона и вклад различных отделов в видовой состав в озере Линево (1997- 1998 гг.).

к осени. В подледном фитопланктоне (17.03) преобладали зеленые (хлорококковые – 3, вольвоксовые – 1), диатомовые (4), золотистые и эвгленовые (по 2) водоросли. Летний фитопланктон формировали, в основном, зеленые (хлорококковые - 16, вольвоксовые – 3, десмидиевые – 1), диатомовые (5) и сине-зеленые (3). Осенний фитопланктон формировали те же отделы, но количество диатомовых водорослей возросло более чем в 2 раза. Как и в предыдущий год исследования, с ростом температуры воды возрастало количество видов зеленых и сине-зеленых водорослей и уменьшалось число золотистых и эвгленовых водорослей.

Изучение сезонной динамики фитопланктона на примере пяти карстовых озер показало, что количество видов в течение вегетационного периода в стратифицированных озерах Глухое, Большой и Малый Яльчик, Раифское может меняться от 29 до 72, а в мелководном Линево – от 12 до 36. Для озер Раифское и Линево отмечается рост количества видов в ряду весна – лето – осень. Для фитопланктона всех озер отмечено увеличение количества видов зеленых и сине-зеленых водорослей, а также снижение количества золотистых с ростом температуры воды. Количество эвгленовых и диатомовых водорослей может увеличиваться во время весенне-осенней циркуляции воды и во время температурной стратификации. Количество видов других отделов меняется незначительно.

### **3.3. Массовые виды фитопланктона**

По роли биомассы в фитопланктоне (более 10%) в пяти карстовых озерах к массовым можно отнести 40 видов водорослей из семи отделов (табл.9). Основу планкtonных фитоценозов составляют диатомовые (13 таксонов), сине-зеленые (8) и динофитовые (7) водоросли. Золотистые, эвгленовые, зеленые и желто-зеленые входят в группу доминантов реже и часто являются сопутствующими формами. Диатомовые водоросли играют важную роль в планктоне всех озер на протяжении вегетационного периода.

Наиболее массовыми для озер Глухое, Большой и Малый Яльчик являются *Cyclotella radiosa*, *C. meneghiniana*, *Cyclostephanos dubius*, *Stephanodiscus minutulus*, *Fragilaria crotonensis*, *F. capucina*, а для озер Раифское и Линево - *St.hanzschii*, *Synedra ulna*. Динофитовые водоросли - *Ceratium hirundinella*, *Peridinium bipes* и др. – больше характерны для летне-осеннего планктона и часто определяют годовые максимумы биомассы. Значительную роль сине-зеленые водоросли играют в летний и осенний периоды в озерах Линево, Раифское, Большой и Малый Яльчик, где доминируют *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria agardhii*, *O. limnetica*, *O. splendida*, *Microcystis aeruginosa*. В летний период в озерах Большой и Малый Яльчик и Раифское третью часть биомассы может формировать зеленая водоросль *Phacotus coccifer*. Массовое развитие эвгленовых *Trachelomonas pulchra* (до 40% биомассы) и *T. volvocina* (10 – 17%) наблюдается в летний и осенний периоды в озерах Глухое, Малый Яльчик, Линево. Золотистые водоросли *Dinobryon divergens* (21%), *D. elegans* (24,2%) вносят значимый вклад в биомассу в начале лета в озерах Глухое, Большой и Малый Яльчик, а виды *Malomonas mirabilis* (12 %), *M. acaroides* (до 18%), *Pseudokephyrion sp.* (11%) – в озерах Раифское и Линево – в весенний период. Желто-зеленая водоросль *Polyedriella irregularis* (до 34,7%) становится массовой осенью в фитопланктоне оз.Глухое.

#### Озеро Большой Яльчик

К массовым видам фитопланктона оз.Большой Яльчик за периоды исследований 1997-98 гг. можно отнести 19 видов пяти отделов. Основу фитоценоза составляют динофитовые водоросли – 6 таксонов рангом ниже рода, сине-зеленые – и диатомовые – по 4 вида, зеленые – 3 и золотистые – 2 (табл.9). Динофитовые водоросли играют значительную роль в формировании биомассы в течение всего вегетационного периода. Весной доминантами среди динофитовых являются *Gymnodinium* sp. (25% общей биомассы), *Glenodinium* sp. (13%), *Ceratium hirundinella* (42,7%). Летом и осенью динофитовые представлены видами рода *Peridinium* (от 17 до 37%),

Таблица 9  
Массовые виды фитопланктона озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское, Линево (1997-98 г.г.)

озеро	весна	лето	осень
<b>Большой Яльчик</b>	<i>Gymnodinium</i> sp. <i>Glenodinium</i> sp.	<i>Oscillatoria agardhii</i> Gom. <i>Oscillatoria splendida</i> Grev. <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Peridinium cinctum</i> (O.F.M.) Ehr. <i>Peridinium</i> sp. <i>Dinobryon divergens</i> Imh. <i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm. <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kutz.) Cleve et Moller	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs <i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Peridinium cinctum</i> (O.F.M.) Ehr. <i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f. bipes</i> . <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.
		<b>1997</b>	
		<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.M.) Ehr. <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Dinobryon elegans</i> Korsch. <i>Phacotus coccifer</i> Korsch. <i>Cenochloris sottii</i> (Hind) Tzar.	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Cosmarium mioniforme</i> (Terp.) Ralfs
		<b>1998</b>	
<b>Малый Яльчик</b>	<i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm. <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kutz.) Cleve et Moller <i>Pimularia</i> sp.	<i>Microcystis pulverea</i> (Wood) Forti emend. Elenk <i>Peridinium palustre</i> (Lind.) Lef. <i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f. bipes</i> . <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Trachelomonas pulchra</i> Swir. <i>T. volvocina</i> Ehr. <i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Hust. <i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs <i>Oscillatoria agardhii</i> Gom. <i>Oscillatoria splendida</i> Grev. <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f. bipes</i> .
		<b>1997</b>	

озеро	весна	лето	осень
		1997	
			<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz.
			<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kutz.) Cleve et Moller
			<i>Fragilaria crotonensis</i> Kit.
			<i>Phacotus coccifer</i> Korsch.
			<i>Cosmarium cyclicum</i> Lund.
		1998	
Малый Яльчик	<i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm. <i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f.bipes</i> . <i>Peridinium cinctum</i> (O.F.M.) Ehr. <i>Dinobryon elegans</i> Korsch. <i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Hust. <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kutz.) Cleve et Moller <i>Phacotus coccifer</i> Korsch.	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f.bipes</i> . <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kutz.) Cleve et Moller
		1997	
Глухое	<i>Peridinium</i> sp. <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm. <i>Synedra berolinensis</i> Lemm.	<i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f.bipes</i> . <i>Trachelomonas volvochina</i> Ehr. <i>Cyclotella comensis</i> Grun. <i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm. <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kutz.) Cleve et Moller	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f.bipes</i> . <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kutz.) Cleve et Moller
		1998 г.	
			<i>Peridinium bipes</i> Stein <i>f.bipes</i> . <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Dinobryon divergens</i> Imh. <i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm.
			<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh <i>Polyedriella irregularis</i> Pash.

		весна	лето	осень
озеро Глухое			<i>Cyclotella comensis</i> Grun. <i>Fragilaria capucina</i> Desm.	
				<b>1997</b>
Ранфское	<i>Glenodinium</i> sp. <i>Mallomonas mirabilis</i> Conr. <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz. <i>C. bodanica</i> Eulens. <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun. <i>Syndra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.		<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb. <i>Phacotus coccifer</i> Korsch.	
				<b>1997</b>
Линево	<i>Peridinium</i> sp. <i>Mallomonas acaroides</i> Perty <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz. <i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.		<i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz.emend.Elenk <i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	
				<b>1998</b>
			<i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz.emend.Elenk <i>Syndra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr. <i>Pseudokephrynion</i> sp.	<i>Lyngbia limnetica</i> Lemm. <i>Peridinium</i> sp. <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr. <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun. <i>Syndra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.

в частности, *Peridinium cinctum* (20-50%), *P. bipes* (27 - 30%), а также *Ceratium hirundinella* (17 – 29 – 58,5%). Золотистые водоросли вносят значимый вклад в биомассу в начале лета, массовым видом при этом можно назвать *Dinobryon divergens* (21%), *D. elegans* (24,2%). Вегетация сине-зеленых водорослей обычно приурочена к периоду наибольшего прогрева воды, поэтому сине-зеленые вносят больший вклад в биомассу и входят в разряд массовых видов летом и осенью. Доминантами летне-осеннего фитопланктона среди сине-зеленых являются виды *Oscillatoria agardhii* (10%), *O. splendida* (11,4%), *O. limnetica* (12,3%), *Aphanizomenon flos-aquae* (16%). Массовыми видами среди диатомовых в весенний период можно назвать *Synedra ulna* (11,4%), в летний период - *Cyclotella radiosa* (12 – 17%) (космополитный и эвритеческий, в олиготрофных водоемах один из доминантов летнего планктона), *Stephanodiscus minutulus* (до 56%), а в осенний период – *Fragilaria crotonensis* (до 12%) (типовично летняя форма с максимальным развитием при температуре 20-25<sup>0</sup>С, хорошо адаптирован к термической стратификации, способен успешно конкурировать в потреблении фосфора). Зеленые водоросли становятся массовыми в летний и осенний периоды, при этом наибольшего развития летом достигают *Phacotus coccifer* (19%) и *Coenochloris fottii* (24,1%), а в осенний период – *Cosmarium moniliforme* (19,6%).

#### Озеро Малый Яльчик

В фитопланктоне оз.Малый Яльчик к массовым видам можно отнести 21 таксон рангом ниже рода пяти отделов (табл.9). Наибольшее количество массовых видов свойственно отделу диатомовые – 5, в отдельные периоды они могут формировать от 35 до 70% биомассы фитопланктона. Так, весенний фитопланктон формируется в основном, диатомовыми водорослями. Массовыми видами в этот период можно назвать *Stephanodiscus minutulus* (12,5 – 53%), *Cyclotella radiosa* (10 – 16 %), *Pinularia* sp. (10,5%), а также *Cymbella sileciaca* (31%). В летний период количество массовых видов отдела диатомовые увеличивается. Кроме

*Stephanodiscus minutulus* (10-22%) и *Cyclotella radiosua* (12 – 24%) массовыми видами становятся *Cyclostephanos dubius* (12-27%), *Cyclotella menegheniana* (28,6%) – вид, который в массе развивается в эвтрофных водах и может служить показателем загрязнения. Вид *Fragillaria crotonensis* становится массовым в конце лета, давая до 15,6% биомассы. Динофитовые водоросли представлены 5 таксонами рангом ниже рода и являются массовыми в летний и осенний периоды. Летом интенсивно развиваются виды рода *Gymnodinium* (15,5%), *Peridinium* – *P. palustre* (16,5 – 24,6%), *P. bipes* (11 – 20,5%), *P. cinctum* (10,8%). С конца лета и в осенний период развиваются *Ceratium hirundinella* (10,3 – 60%), *P. bipes* (до 20%). Сине-зеленые представлены 4 видами. К летним доминантам можно отнести *Microcystis pulvorea* (11%) и *Aphanizomenon flos-aquae* (13,3 %). Роль сине-зеленых увеличивается при формировании биомассы в осенний период, массовыми видами этого отдела являются виды рода *Oscillatoria* – *O.agardhii* (от 11% до 64 %), *O.splendida* (от 12% до 64%), а также *Aphanizomenon flos-aquae* (до 40%). Зеленые водоросли *Phacotus coccifer* и *Coenochloris fottii* достигают высоких значений биомассы в середине лета (от 19,5 % до 30%), а *Cosmarium cyclicum* (12,6%) становится массовым ближе к концу лета. Отдел эвгленовые представляет 2 массовых вида, развитие которых наблюдается в летний период – *Trachelomonas pulchra* (40%) и *T. volvocina* (10 – 17%). Золотистые водоросли развиваются в начале лета, при этом доминирует *Dinobryon elegans*, формируя до 18,5% общей биомассы.

### Озеро Глухое

К массовым видам фитопланктона озера Глухое относится 12 таксонов рангом ниже рода пяти отделов, из них диатомовые – 5, динофитовые – 4, эвгленовые, золотистые и желто-зеленые – по 1 виду (табл. 9). Доминантами весеннего фитопланктона являются динофитовые и диатомовые водоросли. Динофитовые водоросли рода *Peridinium*, в частности, *Peridinium bipes*, могут формировать от 64% до 71,2% биомассы фитопланктона на ст.1 и до 10,6% на ст.2, а водоросли рода *Gymnodinium* – до 23% на ст.2. Диатомовые

в весенний период развиваются, в основном, на ст.2, с доминантами *Cyclotella radiososa* (от 15% до 49%) и *Synedra berolinensis* (28%). В начале лета биомасса фитопланктона может на 23,4 % формироваться золотистой водорослью *Dinobryon divergens*. Доминантами летнего фитопланктона на озере были диатомовые *Cyclotella radiososa* (от 10,2% до 70,2%), *C. meneghiniana* (17 – 31%) и *C. comensis* (12,5%), а также *Stephanodiscus minutulus* (10%), *Fragillaria capucina* (20,8%). На ст.1 массовым видом являлась эвгленовая водоросль *Trachelomonas volvocina* (13,4%), а на двух станциях в разные годы – динофитовая *Peridinium bipes* (от 12% до 21%). Осенний фитопланктон на двух станциях формируется, в основном, двумя видами динофитовых - *Ceratium hirundinella* (12 – до 45,6 – 65,3%) и *Peridinium bipes* (49 – 71,5%), а также желто-зеленой водорослью *Polyedriella irregularis* (до 34,7%).

#### Озеро Раифское

К массовым видам фитопланктона относится 8 видов пяти отделов. Наибольшее количество доминантов представлено отделом диатомовые – 4 вида, массовое развитие которых наблюдается в весенний период. Основными видами являются *Cyclotella meneghiniana* (18,5%), *C. bodanica* (12%), *Stephanodiscus hantszhii* (15%), *Synedra ulna* (14%). Кроме того, доминантами весеннего планктона являются динофитовая водоросль *Glenodinium* sp. (10%) и золотистая *Malomonas mirabilis* (12 %). Доминантами летнего планктона являются два вида - сине-зеленая водоросль *Anabaena flos-aquae* (11%) и зеленая *Phacotus coccifer* (39%) (табл.9).

#### Озеро Линево

Массовыми видами фитопланктона озера за 1997-1998 гг. исследований можно назвать 9 видов пяти отделов. Отдел диатомовые дает 2 массовых вида, в основном, это доминанты весеннего фитопланктона - *Stephanodiscus hantszhii* (40%), *Synedra ulna* (22%). Кроме диатомовых, в весеннем фитопланктоне доминируют золотистые водоросли – *Malomonas acaroides*

(до 18%), *Pseudokephyrion* sp.(11%) и динофитовые рода *Peridinium* (до 11%). Летний фитопланктон формируется массово развивающимся видом отдела сине-зеленые – *Microcystis aeruginosa* (35-39%), эвгленовой *Trachelomonas volvocina* (20%) или диатомовой *Synedra ulna* (14%). В осеннем фитопланктоне доминируют диатомовые *Stephanodiscus hantzschii* (11,5%), *Synedra ulna* (16%), динофитовые *Peridinium* sp. (13,5%) и *Gymnodinium* sp. (13,5%), сине-зеленая *Lyngbia limnetica* (14,4%), эвгленовая *Trachelomonas volvochina* (11,2%) (табл. 9).

## **Глава 4. БИОМАССА ФИТОПЛАНКТОНА КАРСТОВЫХ ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

### **4.1. Биомасса летнего фитопланктона**

Биомасса фитопланктона – важный и наиболее информативный структурный показатель, который тесно связан с концентрацией биогенных элементов, в частности фосфора, увеличивается по мере эвтрофирования озер и наиболее точно отражает сложившиеся в водоеме трофические условия.

Биомасса летнего фитопланктона исследованных карстовых озер Среднего Поволжья менялась в широком диапазоне – от минимального значения 0,015 мг/л в озере Акташский провал лесостепной зоны до максимального - 15,146 мг/л в оз. Средний Кабан лесной зоны (табл.10). Биомасса летнего фитопланктона формируется, в основном, водорослями шести отделов с доминированием динофитовых (28,5%), диатомовых (21,8 %), эвгленовых (18,5%) и сине-зеленых (16%), роль зеленых и золотистых водорослей при этом невелика (11,3% и 3,6% соответственно) (рис.34).

Рассматривая роль различных отделов в формировании биомассы по географическим зонам, можно отметить, что в озерах лесной зоны биомасса формируется, в основном, диатомовыми (28,5%), динофитовыми (26,4%) и эвгленовыми (18,6%) водорослями. Зеленые водоросли вносят 14,3%, золотистые – 6,6%, сине-зеленые – 5,3% в биомассу фитопланктона. С переходом лесной зоны в лесостепную происходит резкое снижение роли золотистых (биомасса менее 1%) и диатомовых (15%) в биомассе фитопланктона и увеличение роли динофитовых (30,7%) и сине-зеленых (26,8%) водорослей. Эвгленовые водоросли составляют 18,5%, а зеленые – 8,3% биомассы (рис.35).

В озерах Марийского Полесья лесной зоны биомасса летнего фитопланктона менялась от 0,144 мг/л в глубоководном стратифицированном оз. Карась до 5,57 мг/л в мелководном заболачиваемом оз. Шундоер. Основными отделами, формирующими биомассу, являются диатомовые (23,4%), зеленые с преобладанием хлорококковых (21,6%) и

Таблица 10  
Средневзвешенная биомасса (В, мг/л) фитопланктона  
в карстовых озерах Среднего Поволжья

озера	В с-з	В дин.	В эвгл	В крипт.	В золот.	В ж-з	В диат.	В зелен.	В общ.
<b>Лесная зона</b>									
<b>Марийское Полесье</b>									
Большой Чуркан	0,093	0,000	0,003	0,000	0,235	0,000	0,041	0,635	1,007
Кошаер	0,006	0,012	0,033	0,000	0,229	0,136	0,398	0,014	0,827
Карась	0,012	0,000	0,000	0,000	0,047	0,042	0,039	0,004	0,144
Шап	0,000	0,011	0,007	0,000	0,092	0,000	0,026	0,115	0,250
Шушмер	0,003	0,625	0,216	0,000	0,075	0,000	0,845	0,029	1,793
Орьеर	0,003	0,015	0,049	0,000	0,228	0,000	0,025	0,010	0,330
Серебряное	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	0,195	0,032	0,297
Шарьер (Сайвер)	0,000	0,533	0,000	0,000	0,336	0,000	0,001	0,005	0,875
Кузничиха	0,003	0,225	0,092	0,000	0,271	0,000	0,130	0,322	1,043
Шильма	0,000	0,000	0,000	0,000	0,175	0,000	0,658	0,408	1,241
Зрыв (Табашинское)	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006	0,000	0,541	0,013	0,566
Лесная Сказка	0,000	0,025	0,009	0,001	0,179	0,000	0,134	0,027	0,374
Паленое *	0,116	0,871	0,219	0,000	0,008	0,011	0,159	0,026	1,410
Соленое	0,235	0,210	0,000	0,000	0,050	0,000	0,030	0,025	0,550
Шундоер	0,263	0,209	1,222	0,000	0,141	0,000	1,069	2,666	5,570
Бойня	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	1,139	1,143
Тайр	0,000	0,000	0,027	0,000	0,919	0,000	0,013	0,012	0,971
<b>Вятский Увал</b>									
Юрдур	0,001	0,000	1,797	0,000	0,002	0,000	0,344	0,022	2,166
Большой Яльчик	0,319	0,438	0,064	0,000	0,013	0,000	0,253	0,111	1,198
Кичнер	0,142	0,031	0,131	0,000	0,001	0,000	1,982	0,332	2,619
Кожла-Сола	0,031	0,414	0,414	0,000	0,000	0,000	0,117	0,019	0,995
Шутьер	0,000	0,131	0,142	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028	0,301
Кужьер	0,000	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,177
Глухое	0,002	0,176	0,027	0,000	0,008	0,000	0,242	0,032	0,488
Малый Яльчик	0,234	0,140	0,038	0,000	0,007	0,000	0,135	0,033	0,587
Шешьер	0,000	0,015	0,026	0,000	0,098	0,000	0,015	0,044	0,198
Пужаньер	0,442	0,204	0,214	0,000	0,041	0,000	3,658	0,249	4,808
Еланьер	0,006	0,000	0,250	0,000	9,499	0,000	0,410	0,034	10,199
Долгое	0,086	1,240	1,555	0,000	0,082	0,000	0,346	0,101	3,410
Зеленое	0,001	0,159	0,075	0,000	0,018	0,000	0,675	0,131	1,059
Большой Мушандер	0,003	0,033	0,003	0,000	0,012	0,000	0,559	0,008	0,617
Морской Глаз	0,000	0,309	0,006	0,000	0,256	0,000	7,054	0,018	7,643
Тотьер	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,058	0,012	0,080
Кононьер	0,009	0,053	0,036	0,001	0,065	0,000	0,200	0,005	0,369
Шунгалдан *	0,054	0,168	0,083	0,000	0,028	0,000	0,030	0,024	0,387
Голубая Старица	0,415	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,235	0,090	1,740
Югидем	0,003	0,060	0,003	0,000	0,000	0,000	0,537	0,001	0,604
Мельничное*	0,000	0,015	0,004	0,000	0,001	0,000	0,298	0,014	0,332
Пезмучаш*	0,000	0,000	1,039	0,000	0,014	0,000	0,007	0,094	1,153
Изыер	0,000	0,821	0,005	0,000	0,045	0,000	0,007	0,027	0,906
Карагаер	0,008	0,000	0,306	0,000	0,010	0,000	6,218	1,392	7,934
Старица кв.15*	0,049	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,265	0,000	0,317
Старица кв.40*	0,297	0,031	0,020	0,000	0,000	0,000	8,147	0,829	9,324

озера	В с-з	В дин.	В эвгл	В крипт.	В золот.	В ж-з	В диат.	В зелен.	В общ.
-------	-------	--------	--------	----------	----------	-------	---------	----------	--------

#### Вятско-Камская возвышенность

Большое Глубокое	0,002	0,825	0,190	0,000	0,007	0,000	0,029	0,083	1,136
Малое Глубокое	0,011	1,927	0,499	0,000	0,001	0,000	0,000	0,064	2,502
Карасиха	0,654	0,000	0,979	0,001	0,085	0,000	0,424	0,253	2,394
Осиново	0,000	0,134	0,017	0,000	0,000	0,000	0,010	0,121	0,282
Ильинское	0,480	7,300	0,697	0,000	0,038	0,000	1,119	0,477	10,111
Раифское	0,187	0,528	0,480	0,007	0,144	0,005	1,051	0,431	2,834
Верхний Кабан	0,106	0,494	0,091	0,000	0,000	0,000	0,139	0,532	1,362
Средний Кабан	0,395	8,364	0,835	0,000	0,000	0,000	1,548	4,004	15,146
Нижний Кабан	0,948	1,168	0,142	0,000	0,000	0,000	1,200	1,889	5,347
Малое Голубое - 1	0,070	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	1,460	0,019	1,559
Большое Голубое	0,015	0,825	0,025	0,000	0,010	0,000	0,588	0,300	1,763
Малое Голубое - 2	0,010	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000	0,850	0,602	1,532
Линево	0,210	0,228	4,393	0,000	0,159	0,005	1,213	0,705	6,913
Белое	0,631	0,000	5,368	0,358	0,160	0,000	0,467	0,703	7,687

#### Лесостепная зона Низменное Заволжье

Моховое	0,002	0,000	0,013	0,000	0,015	0,000	0,022	0,030	0,082
Тарлашинское	0,476	0,710	0,051	0,000	0,000	0,000	0,025	0,051	1,313
Ковалинское	0,067	0,000	0,356	0,000	0,000	0,000	0,176	0,012	0,610
Чистое	0,075	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,076	0,035	0,186

#### Высокое Заволжье

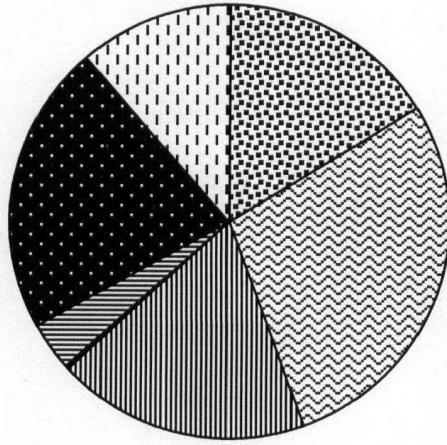
Акташский провал	0,000	0,000	0,001	0,000	0,0000	0,0000	0,006	0,008	0,015
------------------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	-------	-------	-------

#### Примечание:

\* - пробы отбирались с поверхностного слоя

В - биомасса фитопланктона, мг/л;

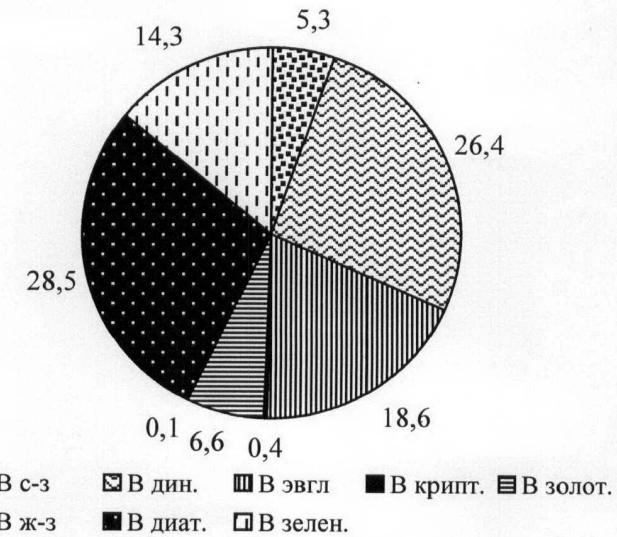
с-з - сине-зеленые, дин. - динофитовые, эвгл. - эвгленовые, крипт. - криптофитовые, золот. - золотистые, ж-з. - желто-зеленые, диат. - диатомовые, зелен. - зеленые водоросли.



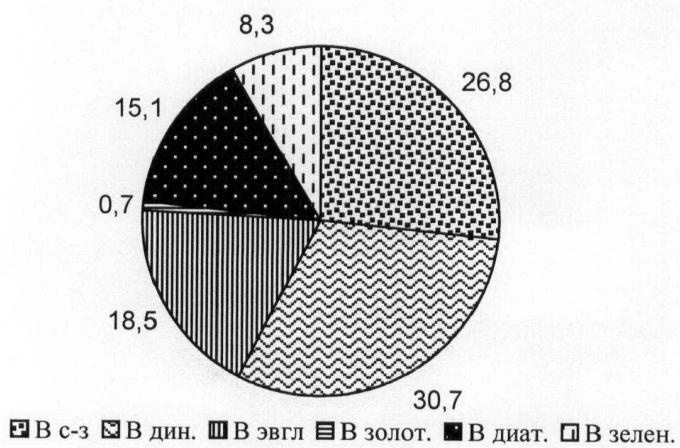
■ В с-з    ▨ В дин.    ▨ В эвгл    ■ В крипт.  
 ┌ В золот.    □ В диат.    ▨ В зелен.

Рис.34. Процентное отношение отделов в биомассе летнего фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья

золотистые (16,7%) водоросли. Динофитовые водоросли составляют 14,9% от общего значения биомассы, эвгленовые – 10,2%, сине-зеленые – около 4%, зеленые десмидиевые и вольвоксовые – 6,7% и 1,2% соответственно, отдел желто-зеленые вносит вклад в общую биомассу на уровне 1%, криптофитовые – менее 0,01% (рис.36). Биомасса летнего фитопланктона озер Вятского Увала находилась в пределах от 0,08 мг/л в глубоководном, стратифицированном, заболачиваемом озере Тотьер до 10,199 мг/л – в глубоководном, стратифицированном озере Еланье. На 55,5% биомасса фитопланктона карстовых озер Вятского Увала формируется диатомовыми водорослями, золотистые составляют 17,3%, а эвгленовые – 10,6%. Следующим по значимости в биомассе отделом являются динофитовые водоросли – 6,8%, сине-зеленые составляют 3,5%, зеленые хлорококковые – 3,4%, улотриксовые – 1,4%, вольвоксовые и десмидиевые – по 0,2%, криптофитовые – менее 0,01% (рис.36).

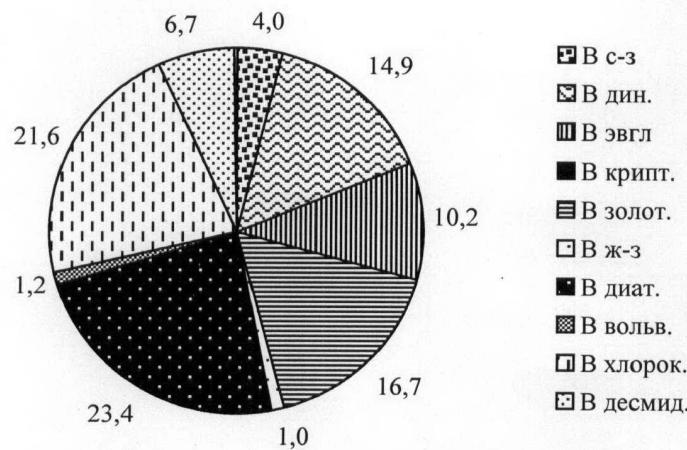


Лесная зона

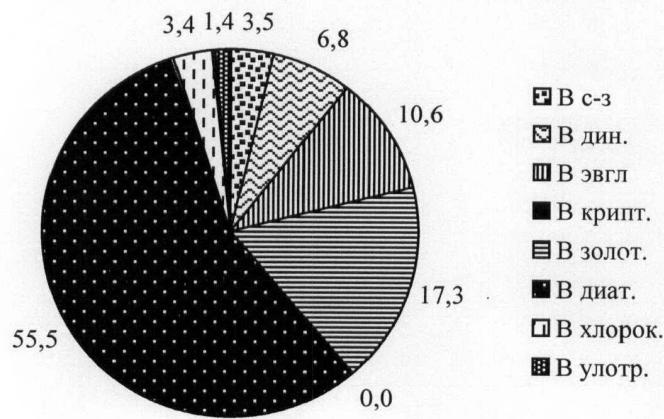


Лесостепная зона

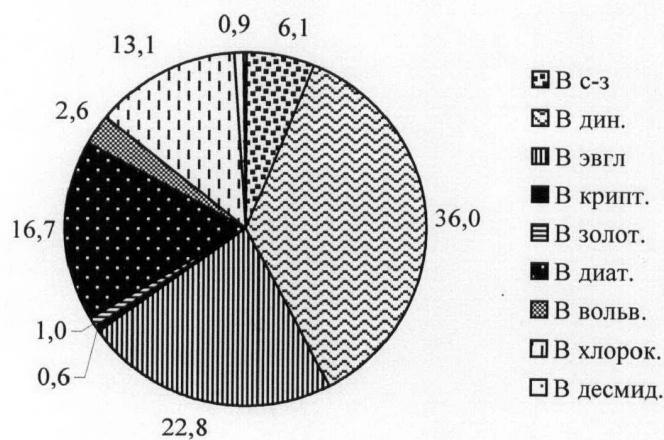
Рис.35. Процентное отношение отделов в биомассе летнего фитопланктона озер лесной и лесостепной зон.



### Марицкое Полесье



### Вятский Увал



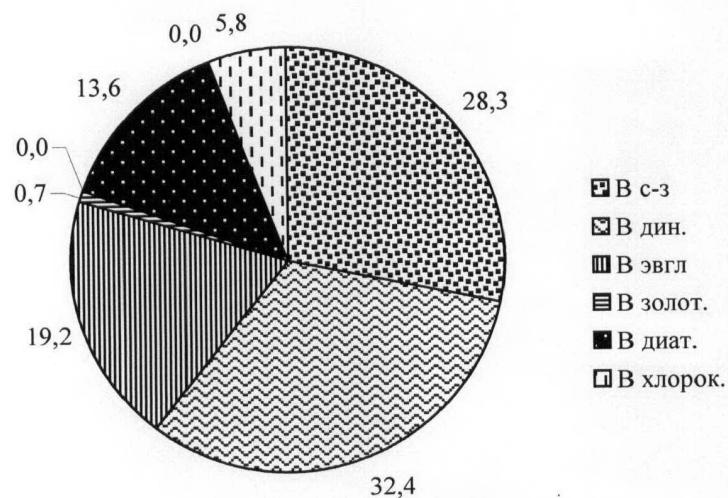
### Вятско-Камская возвышенность

Рис.36. Процентное отношение отделов в биомассе летнего фитопланктона озер лесной зоны по провинциям

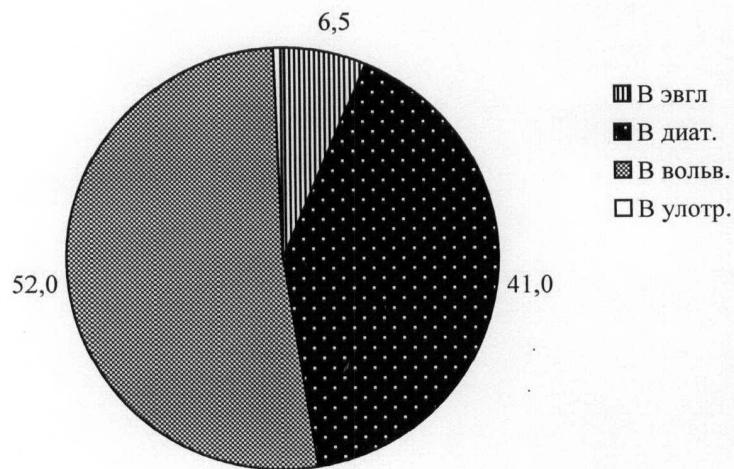
Биомасса фитопланктона в озерах Вятско-Камской возвышенности менялась в диапазоне от 0,282 мг/л – глубокое, стратифицированное оз.Осиново – до 15,146 мг/л глубокое, стратифицированное, подвергающееся термическому загрязнению оз.Средний Кабан. В биомассе фитопланктона данной группы озер отмечается преобладание динофитовых (36%), эвгленовых (22,8%), и диатомовых (16,7%) водорослей; 13,1% в биомассу вносят зеленые хлорококковые, 2,6% - вольвоксовые, 0,9% - десмидиевые, сине-зеленые составляют 6,1%, около 1% - золотистые и 0,6% - криптофитовые (рис.36).

Для озер Низменного Заволжья лесостепной зоны биомасса колебалась от 0,082 мг/л – оз.Чистое, до 1,313 мг/л – оз.Тарлашинское. Основными отделами, формирующими биомассу, являются динофитовые (32,4%), сине-зеленые (28,3%), эвгленовые (19,2%). Меньший вклад вносят диатомовые (13,6%), зеленые хлорококковые (5,8%) и золотистые (0,7%) водоросли (рис.37). Для оз.Акташский провал провинции Высокого Заволжья значение биомассы составляло 0,015 мг/л, основными по биомассе отделами были зеленые (с преобладанием вольвоксовых) (52%) и диатомовые (41%) водоросли, эвгленовые составляли 6,5% от значения биомассы, зеленые улотриксовые водоросли – 0,5%. (рис.37).

Таким образом, биомасса летнего фитопланктона исследованных карстовых озер Среднего Поволжья менялась от 0,015 мг/л (оз.Акташский провал) до 15,146 мг/л (оз.Средний Кабан) и формировалась водорослями шести отделов с доминированием динофитовых (28,5%), диатомовых (21,8 %), эвгленовых (18,5%) и сине-зеленых (16%). В озерах лесной зоны больший вклад в биомассу вносят диатомовые (28,5%), динофитовые (26,4%) и эвгленовые (18,6%) водоросли. С переходом лесной зоны в лесостепную происходит резкое снижение процентной доли золотистых (менее 1%) и диатомовых (15%) и увеличение доли динофитовых (30,7%) и сине-зеленых (26,8%) водорослей в летней биомассе фитопланктона.



Низменное Заволжье



Высокое Заволжье

Рис.37. Процентное отношение отделов в биомассе летнего фитопланктона озер лесостепной зоны по провинциям.

## **4.2. Сезонная и межгодовая динамика биомассы озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево**

### **Озеро Большой Яльчик**

В течение 1997 г. биомасса фитопланктона оз.Большой Яльчик колебалась в пределах от 0,098 до 0,521 мг/л (рис.38), составляя в среднем за сезон 0,265 мг/л. Весеннего пика развития фитопланктона не наблюдалось, биомасса в мае составляла 0,225 мг/л, в планктоне преобладали динофитовые (*Gymnodinium* sp., *Glenodinium* sp.), составляя до 40 % биомассы, эвгленовые и диатомовые водоросли. В течение лета отмечалось два пика биомассы, один из которых приходился на начало июля и составлял 0,444 мг/л, в планктоне интенсивно развивались динофитовые, диатомовые и сине-зеленые водоросли. Доминантом на данном этапе была динофитовая водоросль *Peridinium cinctum*, составляя до 19% общего значения биомассы. Наибольшего развития фитопланктон достигал во второй половине лета, в конце июля – биомасса составляла 0,521 мг/л. В планктоне преобладали динофитовые (*Peridinium* sp. – до 40%, *Ceratium hirundinella* – до 17,5%), сине-зеленые (*Oscillatoria splendida* – 11,5%) и диатомовые. Осенний пик биомассы отмечался в конце сентября и составлял 0,309 мг/л. В осеннем планктоне основную роль в формировании биомассы играли динофитовые (*Peridinium bipes* – 28%, *P. cinctum* – 20%), сине-зеленые (*Aphanizomenon flos-aquae* – 16%) и диатомовые водоросли.

Индексы разнообразия Шеннона изменялись в пределах 3,1 – 4,9 бит/мг при среднем 3,9. Высокие величины индекса отмечались в начале июля (что совпадало с первым пиком биомассы и с самым большим количеством видов за сезон) и в начале сентября. Снижение индекса Шеннона наблюдалось во второй половине июня и июля, а также в августе и конце сентября. В эти периоды в фитопланктоне преобладали динофитовые и сине-зеленые водоросли.

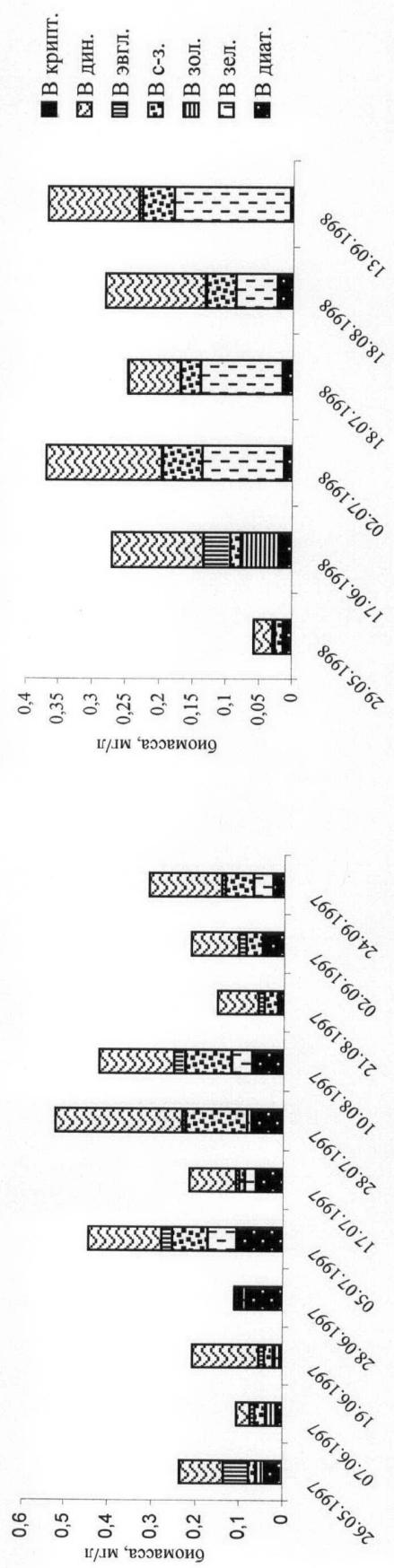


Рис.38. Сезонная динамика биомассы фитопланктона в озере Большой Яльчик (1997- 98 гг.).

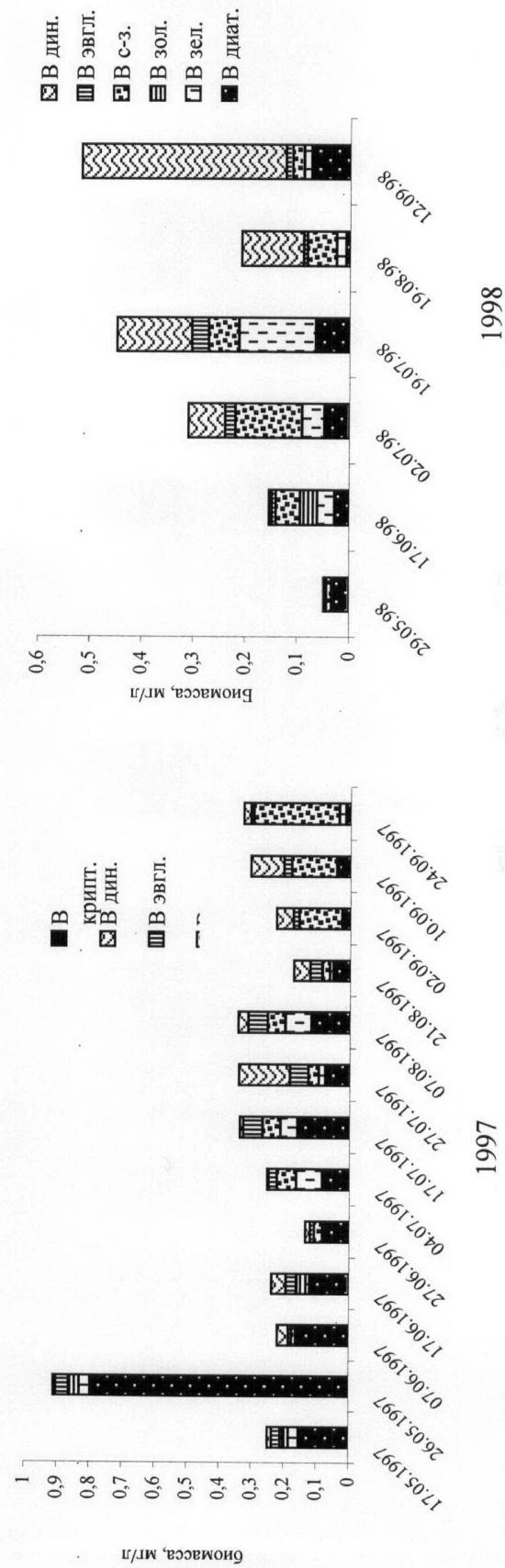


Рис.39. Сезонная динамика биомассы фитопланктона в озере Малый Яльчик (1997- 98 гг.).

В течение 1998 г. биомасса фитопланктона оз.Большой Яльчик колебалась в пределах от 0,057 до 0,369 мг/л (рис.38), составляя в среднем за сезон 0,265 мг/л (как и в 1997 г.). Как и в 1997 г., начало исследований не захватило весенний пик развития фитопланктона, биомасса в мае (29.05) была самой низкой за вегетационный сезон и составляла 0,057 мг/л, в планктоне преобладали динофитовые (*Ceratium hirundinella*), составляя 42,7% биомассы, диатомовые *Syndra ulna* (11,4%) и сине-зеленые *Oscillatoria agardhii* (14%). К началу лета (17.06) биомасса увеличилась до 0,269 мг/л, доминирующими отделами к тому моменту были также динофитовые (*Ceratium hirundinella* – 48,7%) и золотистые (*Dinobryon elegans* - 24,2%) водоросли. В течение периода исследований отмечалось два пика биомассы, один из которых приходился на начало июля (2.07) и составлял 0,369 мг/л. В планктоне в этот период и до конца лета интенсивно развивались динофитовые и зеленые водоросли. Доминантом среди динофитовых являлась, как и в 1997 г., водоросль *Peridinium cinctum*, составляя 41,7% общего значения биомассы, среди зеленых доминировал *Coenochloris fottii*, составляя 24% биомассы, в середине лета (18.07) его сменил вид *Phacotus coccifer* (19%). Второй пик отмечался осенью (13.09) и имел очень близкий результат с летним, составляя 0,368 мг/л. Как и летом, в планктоне преобладали динофитовые, но с доминированием *Ceratium hirundinella* (35,2%) и зеленые с доминантом *Cosmarium moniliforme* (19,6%).

Индексы разнообразия Шеннона по сравнению с 1997 г. были ниже и изменялись в пределах 2,2 – 3,1 бит/мг при среднем 2,8. Высокие величины индекса отмечались, как и в прошлом году, в начале июля и совпадали с летним пиком биомассы. Низкие значения индекса Шеннона отмечались в начале лета (17.06) и осенью (13.09). В эти периоды биомасса фитопланктона на 40 - 55% формировалась динофитовыми водорослями с доминированием *Ceratium hirundinella*.

### Озеро Малый Яльчик

В течение 1997 г. биомасса фитопланктона оз. Малый Яльчик менялась от 0,124 до 0,909 мг/л, составляя в среднем 0,311 мг/л (рис.39). В сезонной динамике биомассы фитопланктона отмечался весенний, летний и осенний пики. Весенний пик приходился на конец мая и отличался самыми высокими за сезон значениями биомассы - 0,909 мг/л. В этот период в озере интенсивно развивались диатомовые водоросли с доминантами *Stephanodiscus minutulus* (53% биомассы) и *Cyclotella radiosa* (16%). Летний пик отмечался в начале августа и составлял 0,324 мг/л. В этот период в планктоне развивались диатомовые (доминант *Stephanodiscus minutulus* – 21%), зеленые (*Cosmarium cyclicum* – 12,6%), сине-зеленые (*Oscillatoria splendida* – 12%) и эвгленовые (*Trachelomonas volvocina* – 10%) водоросли. Осенний пик биомассы отмечался в конце сентября, составляя 0,327 мг/л. В планктоне наблюдалось массовое развитие сине-зеленых водорослей с доминированием *Oscillatoria agardhii*, которая формировала более 60% биомассы и *Aphanizomenon flos-aquae* – до 11%.

Индекс разнообразия Шеннона изменялся от 2,7 до 5,6 бит/мг, в среднем составлял 4,5. Самое низкое значение индекса приходилось на период массового развития сине-зеленых водорослей.

В течение 1998 г. биомасса фитопланктона оз. Малый Яльчик менялась от 0,048 до 0,516 мг/л, составляя в среднем 0,281 мг/л (рис.39). В весенний период исследований (29.05) отмечалось самое низкое значение биомассы фитопланктона за 1998 г. – 0,048 мг/л, как и весной прошлого года, доминировали диатомовые с массовым развитием видов *Cymbella silesiaca* (31%) и *Cyclotella radiosa* (10 %). В начале лета значение биомассы возросло до 0,154 мг/л, в фитопланктоне развивались сине-зеленые (доминант *Aphanizomenon flos-aquae* - 13,3 %), зеленые (*Phacotus coccifer* -19,5 %), и золотистые водоросли (*Dinobryon elegans*, формируя до 18,5% общей биомассы). В дальнейшем наблюдалось увеличение биомассы фитопланктона до середины лета (19.07), когда был отмечен первый пик значения биомассы.

К тому моменту биомасса составляла биомассы до 0,207 мг/л (19.08) и ее формирование, в основном, водорослями двух отделов – динофитовыми (*Ceratium hirundinella* - 52,7%) и сине-зелеными (*Aphanizomenon flos-aquaе* - 13%). Осенний пик биомассы отмечался в середине сентября (12.09) и составлял 0,516 мг/л. В планктоне наблюдалось массовое развитие динофитовых водорослей с доминированием *Ceratium hirundinella*, которая формировала более 60% биомассы и диатомовых с доминированием *Fragillaria crotonensis* (10%).

Индекс разнообразия Шеннона изменялся от 2,7 до 4,02 бит/мг, в среднем составлял 3,4. Самое низкое значение индекса приходилось на 19.08 - период массового развития динофитовых и сине-зеленых водорослей.

### Озеро Глухое

Биомасса фитопланктона на двух станциях озера Глухое в 1997 г. менялась в пределах от 0,054 до 0,144 мг/л (ст.1), в среднем 0,097 мг/л и от 0,081 – 0,715 мг/л (ст.2), составляя в среднем 0,254 мг/л (рис.40). Весной биомасса фитопланктона на ст.1 составляла 0,07 мг/л и формировалась, в основном, динофитовыми водорослями рода *Peridinium* (более 60% общей биомассы). На ст.2 в этот период значение биомассы составляло 0,081 мг/л и формировалось в основном, двумя отделами – диатомовые с доминированием *Cyclotella radiosа* (14,7%) и *Synedra berolinensis* (28%) и динофитовые с доминантом *Gymnodinium* sp. (до 30% биомассы). В сезонной динамике биомассы на всем озере отмечался один летний пик, который приходился на конец июня, биомасса на ст.1 составляла 0,144 мг/л, а на ст.2 – 0,715 мг/л. На двух станциях отмечалось массовое развитие диатомовых водорослей, доминировали *Cyclotella comensis* (от 18 до 40% биомассы) и *C. radiosа* (от 17 до 70%). В конце лета на ст.1 в число доминантов добавляются эвгленовые водоросли с видом *Trachelomonas volvocina* (13,4%), а на ст.2 – динофитовые с видом-доминантом *Peridinium bipes* (до 12% биомассы). Осенний фитопланктон на всем озере формируется, в основном,

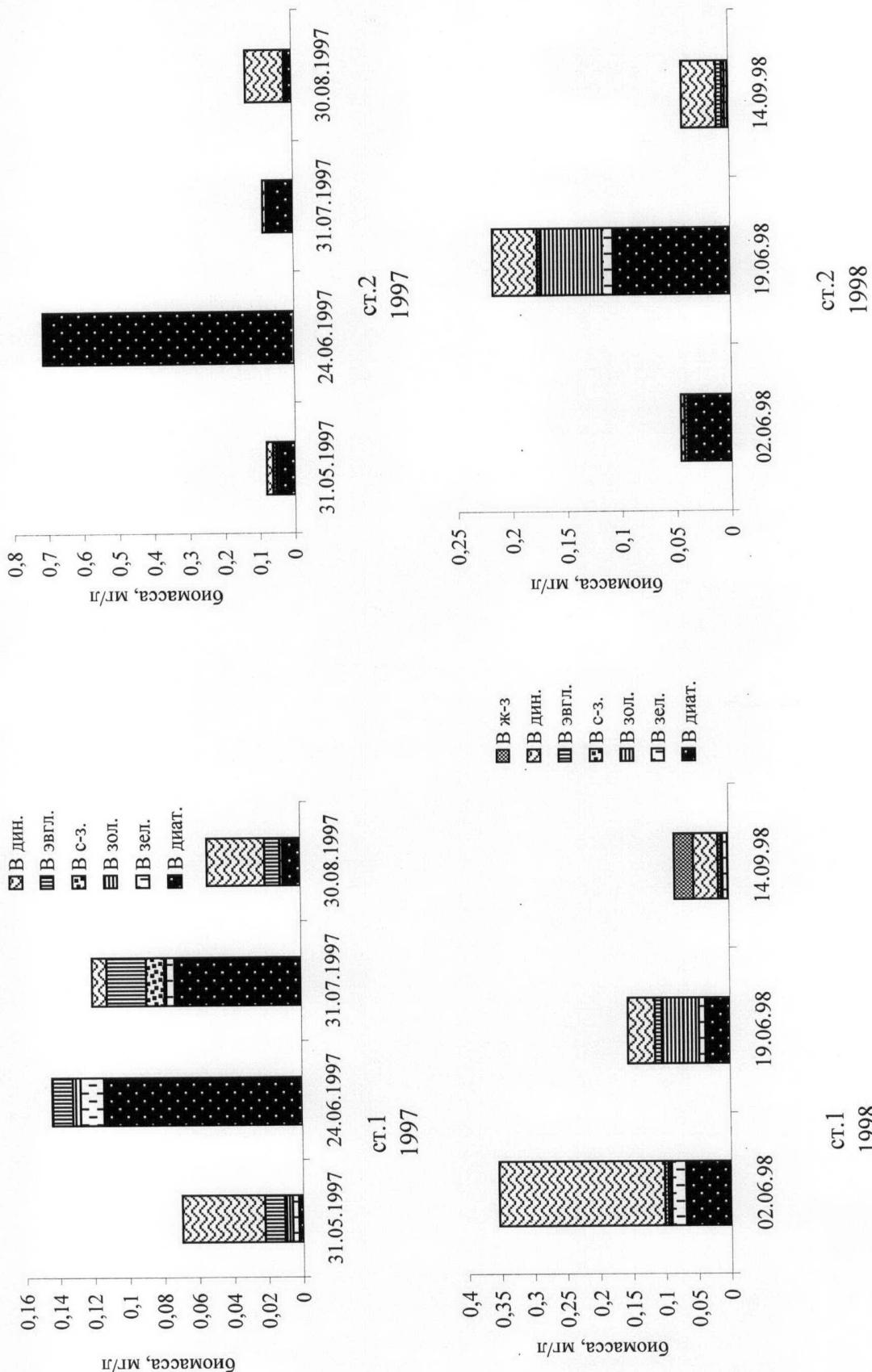


Рис.40. Сезонная динамика биомассы фитопланктона в озере Глухое (1997-98 гг.).

динофитовыми водорослями *Peridinium bipes* (от 49 до 71,5%) и *Ceratium hirundinella* (11-13%).

Индекс Шеннона на ст.1 менялся в пределах от 2,2 до 4,1, составляя в среднем 3,3. Наименьшие значения индекса соответствовали массовому развитию динофитовых и приходились на весну и начало осени. На ст.2 индекс разнообразия колебался от 1,8 до 3,7 и был в среднем, ниже, чем на ст.1 – 2,8. Меньше значения индекса отмечались в период летнего пика – массового развития диатомовых водорослей.

Биомасса фитопланктона на двух станциях оз. Глухое в 1998 г. менялась в пределах от 0,083 до 0,354 мг/л (ст.1), в среднем 0,197 мг/л и от 0,043 – 0,218 мг/л (ст.2), составляя в среднем 0,102 мг/л (рис.40). На ст.1 пиковое значение биомассы было одно – 0,354 мг/л и отмечалось весной (02.06). Формирование биомассы, как и в 1997 г., происходило в основном динофитовыми – доминант *Peridinium bipes* составлял более 71% от общего значения биомассы. На ст.2 в этот период значение биомассы составляло 0,046 мг/л и формировалось, в основном, диатомовыми водорослями. Как и в 1997 г., доминировала *Cyclotella radiosa*, составляя 51,5% от общего значения биомассы. Для ст.2 отмечался летний пик биомассы (19.06), который составил 0,218 мг/л. Биомасса формировалась водорослями трех отделов – золотистые (*Dinobryon divergens* – 23,4%), динофитовые (*Ceratium hirundinella* – 18,8%) и диатомовые (*Cyclotella radiosa* – 10,1%). В этот период на ст.1 отмечалось понижение биомассы до 0,155 мг/л, в формировании биомассы участвовали те же отделы, что и на ст.2 – золотистые (*Dinobryon divergens* – 36%), динофитовые (*Peridinium bipes* – 26,7%) и диатомовые (*Cyclotella comensis* – 12,5%).

Осенние значения биомассы (14.09) на всем озере были самыми низкими за вегетационный сезон 1998 г. и составляли 0,083 мг/л на ст.1 и 0,043 мг/л на ст.2. На обеих станциях динофитовые водоросли вносили значительный вклад в биомассу фитопланктона – на ст.1 вид *Ceratium hirundinella* составлял до 45,3% общей биомассы, а на ст.2 – 65,3%. Кроме того, на ст.1 в

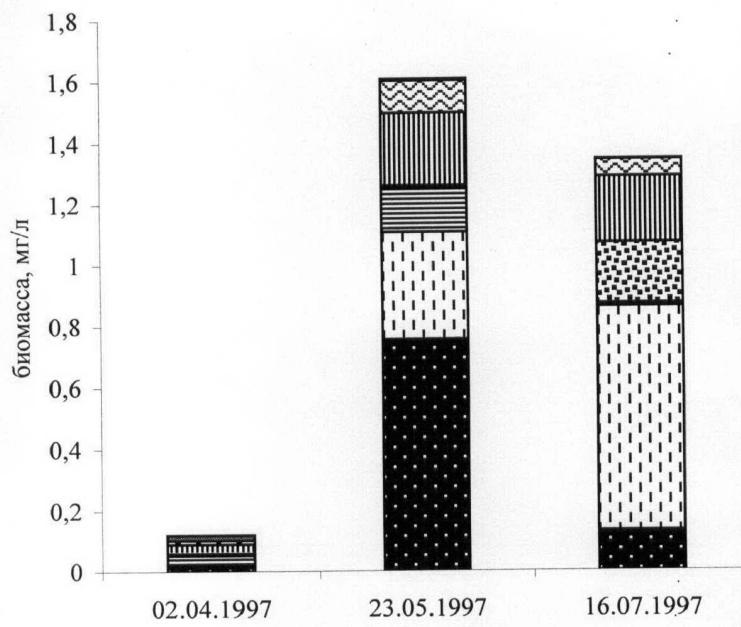
осенний период в число доминантов вошел вид отдела желто-зеленые *Polyedriella irregularis* (до 34,7%).

Индекс Шеннона на ст.1 менялся в пределах от 1,87 до 2,6 бит/мг , составляя в среднем 2,2. Наименьшие значения индекса отмечались весной при массовом развитии динофитовых водорослей. На ст.2 индекс разнообразия колебался от 2 до 3,2 бит/мг и был, в среднем, выше, чем на ст.1 – 2,6. Меньше значения индекса отмечались в осенний период – при массовом развитии динофитовых водорослей.

### Озеро Раифское

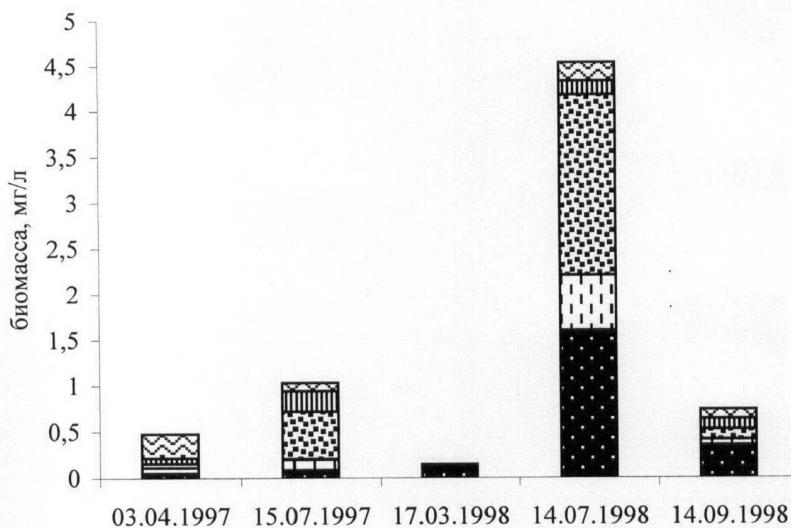
Уровень биомассы фитопланктона озера Раифское выше, чем на трех предыдущих озерах. За период наблюдений биомасса колебалась от 0,12 до 1,342 мг/л, составляя в среднем 1,022 мг/л (рис.41). Ранней весной подо льдом значения биомассы были минимальными и составляли 0,12 мг/л. Доминантами были водоросли трех отделов: золотистые – *Malomonas mirabilis* (12,2%), диатомовые – *Cyclotella bodanica* (12%), динофитовые – *Glenodinium* sp. (10,3%). В конце мая наблюдался пик развития фитопланктона - интенсивно развивались диатомовые, зеленые и эвгленовые водоросли. Среди диатомовых доминировали *Cyclotella meneghiniana* (18,5%), *Stephanodiscus hanzshii* (15,2%), *Synedra ulna* (13,8%). В середине июля биомасса формировалась, в основном, зелеными с доминантом *Phacotus coccifer* (39% биомассы), сине-зелеными с доминированием *Anabaena flos – aquae* (11%) и эвгленовыми водорослями.

Индекс Шеннона за период исследования менялся от 3,4 до 4,1 бит/мг, составляя в среднем 3,7. Наименьшие значения индекса разнообразия отмечались в период массового развития зеленых и сине-зеленых водорослей.



■ В диат. □ В зел. ■ В зол. ■ В с-з. ■ В эвгл. ■ В дин. ■ В криптоф.

Раифское, 1997



■ В диат. □ В зел. ■ В зол. ■ В с-з. ■ В эвгл. ■ В дин.

Линево, 1997-98 гг.

Рис.41. Сезонная динамика биомассы фитопланктона озер Раифское и Линево (1997-98 гг.).

### Озеро Линево

В течение периода наблюдений (1997 – 98 гг.) биомасса фитопланктона колебалась от 0,477 мг/л до 4,184 мг/л, составляя в среднем 0,755 – 1,688 мг/л (рис.41). В сезонной динамике фитопланктона отмечался, как правило, один летний пик, приходящийся на середину июля. Доминантами летнего планктона были либо сине-зеленые (*Microcystis aeruginosa* – 35-38%) и эвгленовые (*Trachelomonas volvochina* – 20%), либо сине-зеленые и диатомовые (*Synedra ulna* – 14,2%). В весеннем подледном планктоне биомассу формировали, в основном, золотистые и диатомовые водоросли с доминированием *Malomonas acaroides* (17,7%), *Pseudokephyrion* sp. (11%) и *Stephanodiscus hantzshii* (до 40%), *Synedra ulna* (22%), *Cyclotella meneghiniana* (10%). В отдельные годы доминантами развития подо льдом становились динофитовые рода *Peridinium* (до 55%) и эвгленовые с доминантом *Trachelomonas volvochina* (10,2%). Биомасса осеннего фитопланктона складывалась, в основном, диатомовыми (*Stephanodiscus hantzshii* – 11,4%, *Synedra ulna* – 15,7%), динофитовыми (*Peridinium* sp. – 13,5%, *Gymnodinium* sp. – 13,5%), сине-зелеными (*Lyngbia limnetica* – 14,4%) и эвгленовые (*Trachelomonas volvocina* - 11,2%) водорослями.

Индекс разнообразия по годам исследования менялся от 2,4 до 3,9 бит/мг, составляя в среднем 2,8 – 3,4. Для фитопланктона озера самые высокие индексы разнообразия наблюдались летом и осенью, самые низкие – весной при массовом развитии динофитовых или диатомовых водорослей.

Таким образом, сезонная динамика биомассы фитопланктона показала, что в глубоком стратифицированном озере с уровнем биомассы за сезон 0,15 – 0,24 мг/л (Глухое) отмечается один (летний) или два (весенний и летний) пика биомассы с доминированием (до 70%) диатомовых водорослей. Для озер с биомассой за сезон от 0,27 до 0,3 мг/л (Большой и Малый Яльчик) отмечались два (летний и осенний) или три (весенний, летний, осенний) пика биомассы с доминированием летом и осенью динофитовых (до 50%), сине-

зеленых (от 20% до 70%) или зеленых (до 25%). В озере с большей минерализацией (Малый Яльчик) в число доминантов весеннего и осеннего планктона добавлялись диатомовые водоросли (до 70% биомассы). В озерах с уровнем биомассы от 0,76 до 1,7 мг/л за сезон весенний пик, обусловленный развитием диатомовых (до 50%), отмечается в глубоком стратифицированном водоеме (Райфское); в мелководном озере (Линево) отмечается один летний пик с доминированием сине-зеленых (40%), эвгленовых (20%) или диатомовых (15%) водорослей.

Индексы разнообразия Шеннона находились в пределах от 2,8 – 3,4 бит/мг (Глухое, Линево) до 4,5 бит/мг (Малый Яльчик). Снижение индекса наблюдалось при массовом развитии монодоминантных сообществ водорослей, представленных динофитовыми, сине-зелеными и диатомовыми водорослями.

### **4.3. Вертикальное распределение фитопланктона озер Большой и Малый Яльчик, Глухое, Раифское и Линево**

Вертикальное распределение фитопланктонного сообщества в озерных экосистемах определяется морфометрией, динамикой водных масс и составом водорослей, который в свою очередь связан с трофическими условиями. Особый интерес изучение вертикального распределения фитопланктона приобретает при эвтрофировании озер (Трифонова, 1990).

Исследования фитопланктона охватили период весеннего перемешивания и летней стратификации в периоды 1997 – 1998 гг.

#### **Озеро Большой Яльчик**

##### **Исследования 1997 г.**

Весной, в конце мая (26.05) (рис.42) биомасса фитопланктона была распределена в водной толще практически равномерно, с максимумом на глубине 4 м. Высокие значения биомассы отмечались на глубинах 16 м и 24 м, массового развития в этот период достигали динофитовые водоросли с доминантами *Glenodinium* sp. и *Gymnodinium* sp.. Диатомовые были сконцентрированы на глубине 16 с доминантом *Stephanodiscus minutulus*. Практически на всех исследуемых горизонтах отмечалось присутствие эвгленовых родов *Trachelomonas*, *Euglena*, *Phacus* и золотистых водорослей *Dynobrion divergens*, *D. elegans*, *D.sertularia*, *Stenokalyx monilifera*, *Kephririon rubri-claustri*, *Chrysococcus rufescens*.

Летом, в начале июня (7.06) происходит снижение биомассы и ее перераспределение в толще воды. Большие ее значения соответствуют горизонтам 2 – 4 м, а также придонному горизонту (25 м). В этот период в фитопланктоне большего развития достигают золотистые водоросли с доминированием *Dynobrion divergens*. Биомасса водорослей этого отдела сосредоточена на глубинах 2 - 6м с максимальным значением на глубине 4 м. Динофитовые водоросли с доминантом *Ceratium hirundinella* встречались на глубине 4 м, а с доминантом *Gymnodinium* sp. – в придонном горизонте. Сине-зеленые водоросли развивались на глубинах 2 и 6 м с максимумом на

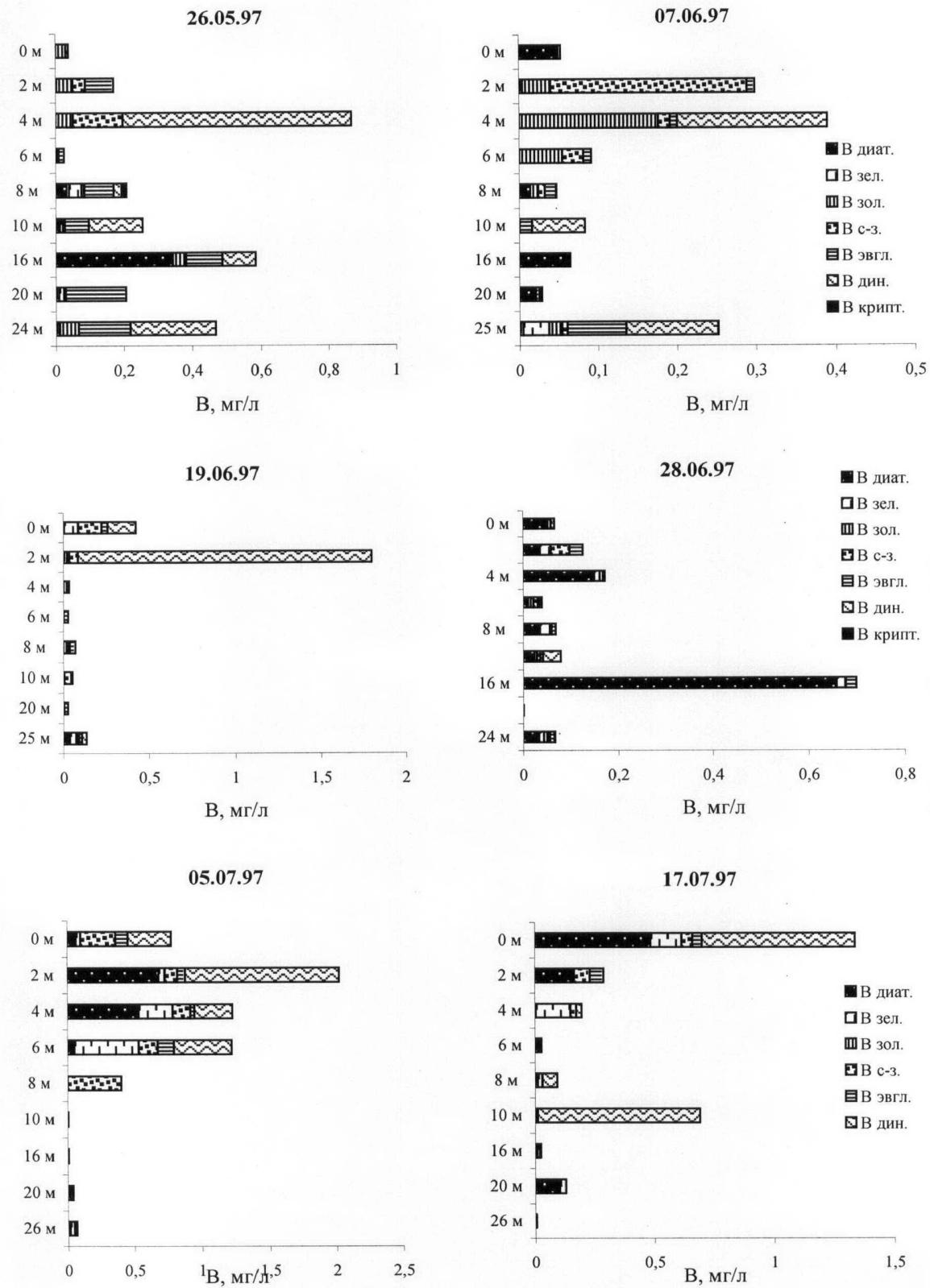


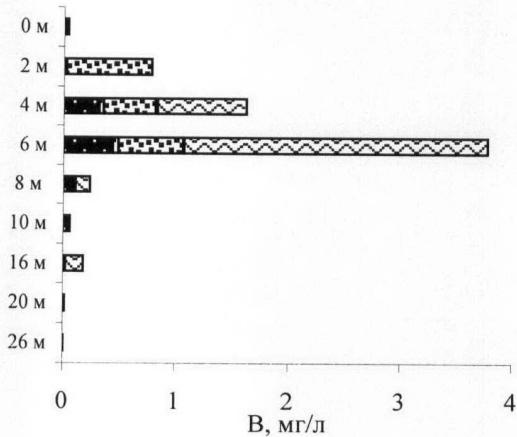
Рис.42. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Большой Яльчик (1997 г.).

2 м (доминант *Oscillatoria agardhii*). Диатомовые были представлены у поверхности, а также на глубинах 16 и 20 м.

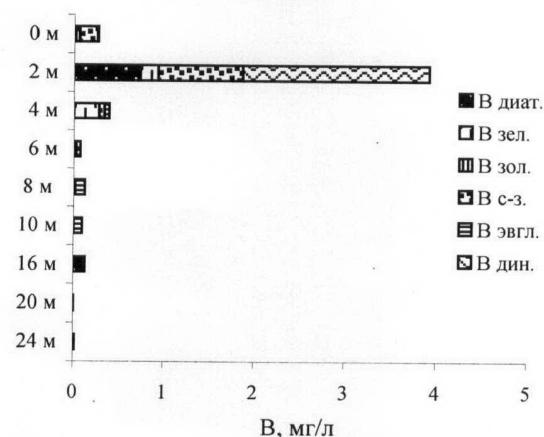
Ко второй декаде июня (19.06) отмечается массовое развитие динофитовых *Ceratium hirundinella* и *Peridinium* sp., которые сосредоточены до глубины 2 м. На поверхности развивались сине-зеленые и зеленые водоросли. Остальные отделы распределялись в толще воды до придонного слоя, не внося значимых вкладов в средневзвешенное значение биомассы. К моменту наступления термической стратификации в конце июня (28.06) наблюдалось массовое развитие диатомовых водорослей на всех горизонтах, а особенно – на глубине 16 м, где доминировал *Stephanodiscus minutulus*.

В начале июля (5.07) доминирование диатомовых постепенно заменяется динофитовыми (с преобладанием *Peridinium cinctum*), которые распределяются до глубины 6 м, достигая наибольшего развития на гл. 2 м. Сине-зеленые водоросли встречаются до глубины 8 м с максимумом на нижней отметке встречаемости – 8 м (доминант - *Anabaena scheremetievi*). Зеленые водоросли развиваются на глубинах 4 м (*Phacotus coccifer*) и 6 м (*Cosmarium* sp.). В середине июля (17.07) основная часть биомассы концентрируется на поверхности и формируется, в основном, динофитовыми (*Peridinium cinctum*) и диатомовыми (*Cyclotella radiosa*) водорослями. Динофитовые также отмечались на глубинах 8-10 м (доминант *Peridinium cinctum*), диатомовые – на глубинах 2 м, 6 м и 20 м. Эвгленовые водоросли встречались практически во всей толще воды и вносили небольшой вклад в средневзвешенное значение биомассы. К концу июля (28.07) (рис.43) наиболее заселенными оказываются горизонты от 2 до 6 м, биомассу формируют, в основном, водоросли трех отделов – динофитовые, сине-зеленые и диатомовые. Динофитовые достигали наибольшего развития на глубине 6 м – доминант - *Peridinium* sp., а на глубине 2 м доминировал *Ceratium hirundinella*. Сине-зеленые водоросли развивались на глубинах от 2 до 6 м с максимумом на глубине 2 м (доминант *Oscillatoria splendida*).

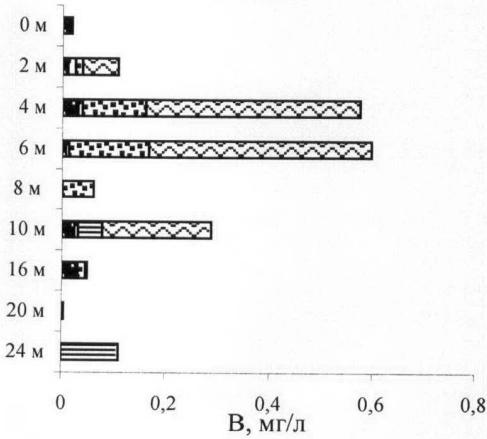
**28.07.97**



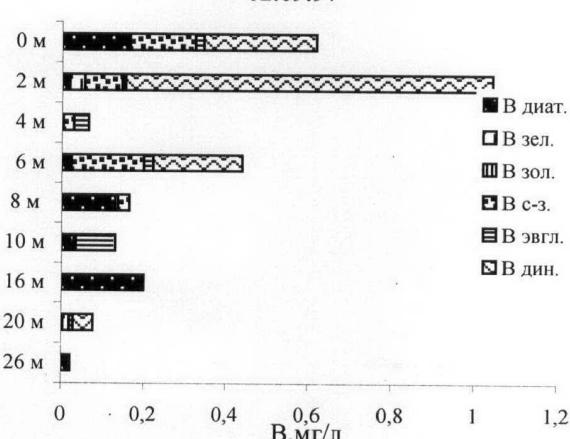
**10.08.97**



**21.08.97**



**02.09.97**



**24.09.97**

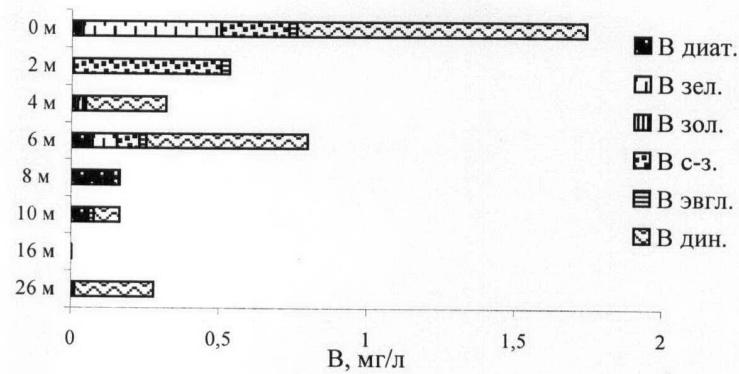


Рис.43. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Большой Яльчик (1997 г.).

Диатомовые развивались на горизонтах 4-6 м с доминированием *Fragilaria crotonensis*.

В первой декаде августа (10.08) развитие водорослей происходит, в основном, на глубине 2 м. Доминируют динофитовые (*Ceratium hirundinella*, *Peridinium* sp.), диатомовые (*Nitzshia vermicularis*), сине-зеленые (*Oscillatoria limnetica*). Зеленые развивались на глубинах 2-4 м с доминированием *Phacotus coccifer* и *Cosmarium varsoviense*. В конце августа (21.08) биомассу формируют динофитовые, сине-зеленые и эвгленовые водоросли. Максимум биомассы сосредоточен на глубине 6 м, и сформирован динофитовыми (*Ceratium hirundinella*) и сине-зелеными (*Oscillatoria agardhii*) водорослями. Высокие значения биомассы отмечаются на глубинах 4 м (доминирует *Ceratium hirundinella* и *Aphanizomenon flos-aquae*) и 10 м (*Ceratium hirundinella*). Сине-зеленые развиваются на горизонтах 4 м (*Aphanizomenon flos-aquae*), 6 м (*Oscillatoria agardhii*) и 8 м (*Lyngbia limnetica*).

В начале сентября (2.09) отмечается рост биомассы за счет развития динофитовых, диатомовых и сине-зеленых водорослей. Максимальное значение биомассы отмечается на глубине 2 м, где доминирует *Peridinium bipes*. Динофитовые вносят значительный вклад в биомассу на горизонтах 6 м и у поверхности (доминант *Ceratium hirundinella*). Диатомовые играют роль в формировании биомассы у поверхности и на 8 м (доминант - *Fragilaria crotonensis*) и 16 м (*S.ulna* и *Fragilaria crotonensis*). Водоросли отдела сине-зеленые предпочитают развиваться от поверхности (*Aphanizomenon flos-aquae*) до глубины 6 м (*Oscillatoria splendida* и *Aphanizomenon flos-aquae*).

В конце сентября (24.09) основная биомасса концентрируется на поверхности и формируется динофитовыми (*Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*), зелеными (*C. depressum*) и сине-зелеными (*Aphanizomenon flos-aquae*) водорослями. На глубине 2 м наблюдается массовое развитие сине-зеленых водорослей с доминированием *Aphanizomenon flos-aquae*.

На глубине 4 м, 6 м и 26 м вновь доминируют динофитовые (*Peridinium bipes*). Диатомовые развиваются на глубинах от поверхности до 10 м с максимумом на гл. 8 м (доминант *Cyclotella radiosa* и *Synedra ulna*).

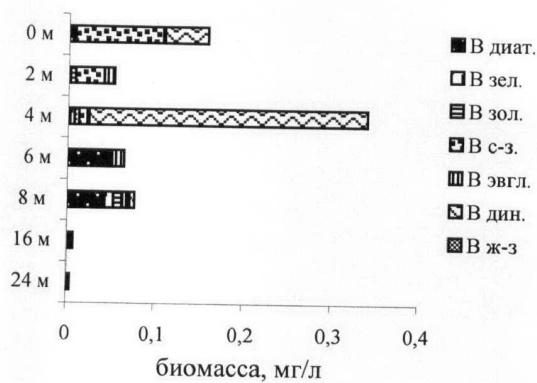
#### Исследования 1998 г.

Весной (29.05) большие значения биомассы распределены от поверхности до глубины 8 м с максимальным значением на глбине 4м. Доминантами весеннего планктона были динофитовые водоросли (*Ceratium hirundinella*), диатомовые (*Synedra ulna*) и сине-зеленые (*Oscillatoria agardhii*) водоросли. Динофитовые массового развития достигали на глбине 4 м, сине-зеленые водоросли концентрировались до 2 м глубины, диатомовые водоросли предпочитали глубины от 6 до 8 м (рис. 44).

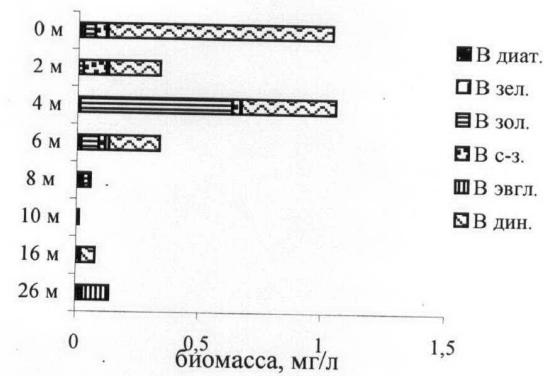
Летом в середине июня (17.06) водоросли по-прежнему концентрируются на глубинах до 8 м, с меньшими значениями биомассы на глбине от 10 до 26 м. Динофитовые водоросли массово развивались у поверхности (*Ceratium hirundinella*), меньшие значения биомассы этого отдела отмечались на горизонтах 2 м, 4 м и 6 м. Сине-зеленые предпочитали для развития толщу до 2 м глубины (*Anabaena flos-aquae*). В число доминантов фитопланктона вошли золотистые водоросли, наибольшая концентрация биомассы которых отмечалась на глбине 4 м (*D. elegans*). Эвгленовые водоросли в этот период развивались, в основном, в придонном горизонте (*T. volvocina*).

В начале июля (2.07) в число доминантов фитопланктона входят по-прежнему динофитовые водоросли (*Peridinium cinctum*), концентрируясь на горизонте 2 м, а также зеленые и сине-зеленые водоросли, которые развивались в массе на поверхности и на глбине 4 м. В конце июля (18.07) биомасса динофитовых равномерно распределена от поверхности до 4 м глубины, зеленые водоросли массово развиваются на глбине 2 м (доминант *Phacotus coccifer*) и встречаются на поверхности, 4 м и 6 м. Сине-зеленые водоросли в большей массе представлены на глбине 4 м, встречаются на поверхности и 2 м глубины. Диатомовые развиваются на 2 м глубине.

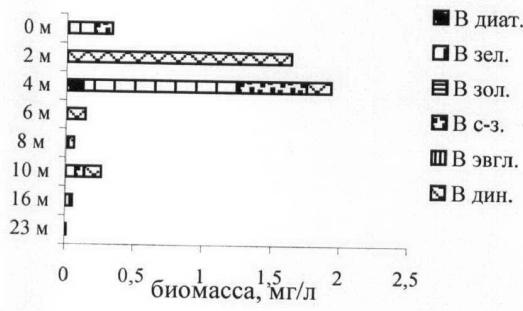
29.05.98 г.



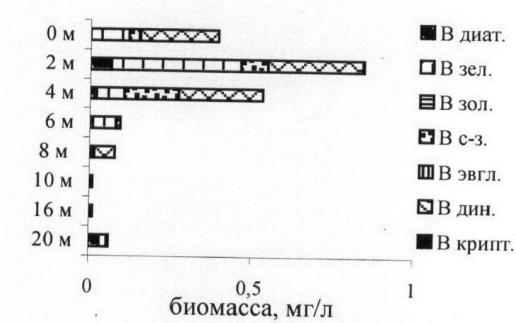
17.06.1998



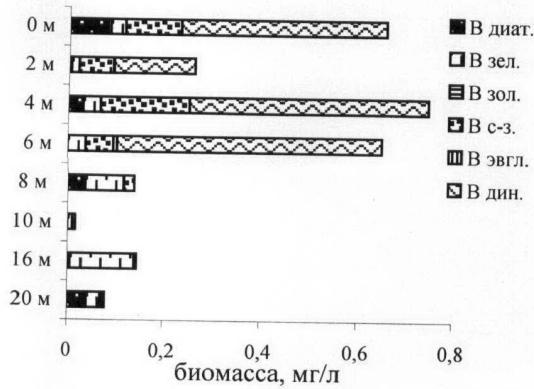
02.07.1998



18.07.1998



18.08.1998



13.09.1998

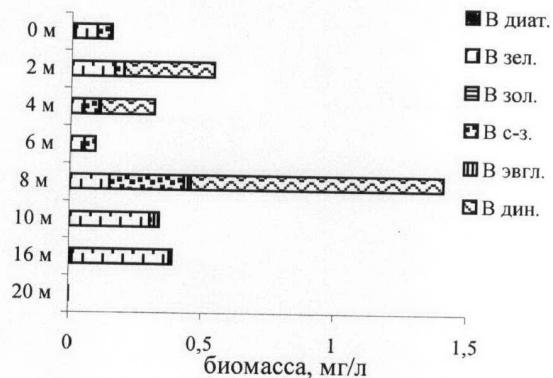


Рис.44. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Большой Яльчик (1998 г.).

Во второй половине августа (18.08) динофитовые водоросли также доминируют в биомассе и массово развиваются до глубины 6 м (доминант *Ceratium hirundinella*). На этих же горизонтах предпочитаю развиваться и сине-зеленые водоросли с максимальным значением на глубине 4 м (*Aphanizomenon elenkinii*, *Aphanizomenon flos-aquae*). Большая биомасса диатомовых водорослей сконцентрирована на поверхности, но водоросли этого отдела развиваются также на глубине 4 м и в придонном слое. Развивающиеся в этот период зеленые водоросли предпочитают глубину 16 и 8 м, меньше встречаясь от поверхности до 6 м глубины.

Осенью, в первой половине сентября (13.09) происходит смещение максимума биомассы и в частности, биомассы динофитовых, на глубину 8 м (доминант *Ceratium hirundinella*). На этом же горизонте отмечаются большие значения биомассы сине-зеленых водорослей. В меньшей степени представители этих отделов встречаются на глубинах от 2 до 6 м. Зеленые водоросли развивались во всей толще воды с максимальными значениями на глубине 16 и 10 м (*Cosmarium moniliforme*).

#### **Озеро Малый Яльчик**

**Исследования 1997 г.**

Весной, во второй половине и конце мая (17-26.05) отмечалось интенсивное развитие диатомовых водорослей во всей толще воды с максимальными значениями биомассы 17.05 на глубине 4 м (*S.ulna*, *Stephanodiscus minutulus*, *Pinnularia* sp.) и от поверхности до 2 м 26.05 (*Stephanodiscus minutulus*, *S.ulna*) (рис.45). Эвгленовые водоросли отмечались либо во всей толще воды (17.05), либо на горизонтах 6 м, 10 м и 20 м (26.05). Динофитовые водоросли отмечались 17.05 в поверхностном горизонте (*Peridinium* sp.) и на глубине 4 м (*Peridinium* sp., *Gymnodinium* sp.). Зеленые водоросли развивались либо на поверхности, либо в придонном горизонте (*Coenochloris fottii*). Золотистые водоросли отмечались на глубинах от 2 до 16 м с большими значениями биомасс на глубине 6 м (*Stenokalyx densata*).

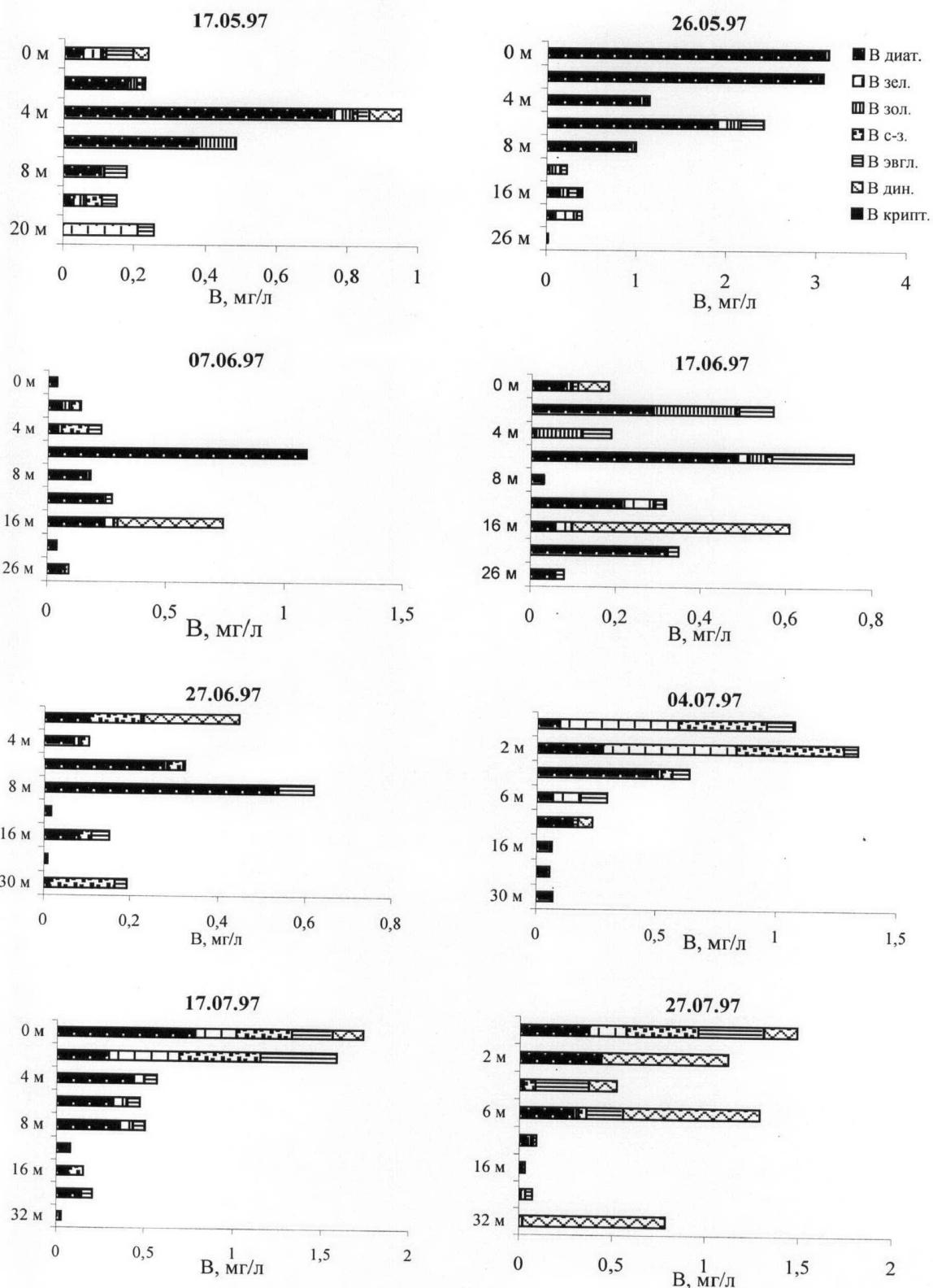


Рис.45. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Малый Яльчик (1997 г.).

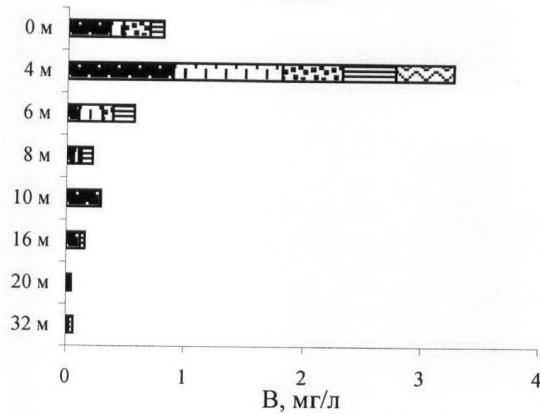
Летом, в начале июня (7.06) (рис.45), биомасса фитопланктона формировалась, в основном, диатомовыми водорослями с максимумом на глубине 6 м (*Cyclostephanus dubius*, *Cyclotella radiosa*, *Stephanodiscus minutulus*). Динофитовые водоросли развивались на глубине 16 м с доминированием *Gymnodinium* sp.. Сине-зеленые и золотистые водоросли отмечались на глубинах от 2 до 4 м, эвгленовые – на глубинах 4 м и от 10 до 16 м. Во второй половине июня (17.06) биомасса фитопланктона формируется, в основном, водорослями четырех отделов – диатомовыми, динофитовыми, золотистыми и эвгленовыми. Диатомовые водоросли распределены в водной толще и имеют максимальную биомассу на глубине 6 м (*Cyclotella radiosa*, *Nitzschia vermicularis*). Динофитовые водоросли сконцентрированы на глубине 16 м (*Peridinium palustre*). Золотистые водоросли развиваются на глубинах от 2 до 6 м с максимумом на гл.2 м (*D. sociale var stipitatum*). Эвгленовые водоросли распределяются во всей толще воды с наибольшим значением биомассы на глубине 6 м (*T. planctonica*) Зеленые водоросли отмечаются на глубине 6 м с низкими значениями биомассы. В конце июня (27.06) сохраняется преобладание в биомассе диатомовых водорослей с максимальным развитием на глубине 8 м (доминант - *Cyclotella meneghiniana*). Динофитовые водоросли сосредоточены на глубине 2 м (доминант *Peridinium bipes*). Сине-зеленые водоросли развиваются на глубинах 2 м, 6 м, 16 м и 30 м с наибольшими значениями биомассы в придонном слое – 30 м (развивалась *Anabaena flos-aquae*).

К началу июля (4.07) ведущими отделами фитопланктона остаются диатомовые водоросли, развиваясь во всем объеме воды и имея максимум на глубине 4 м (*Cyclostephanus dubius*). Зеленые водоросли развиваются на глубинах от поверхности до 6 м и достигают большие значения биомассы на глубине 2 м (*Phacotus coccifer*). Сине-зеленые водоросли развиваются от поверхности до глубины 4 м с максимумом биомассы на глубине 2 м (*Microcystis pulverea*). Эвгленовые водоросли были распределены от

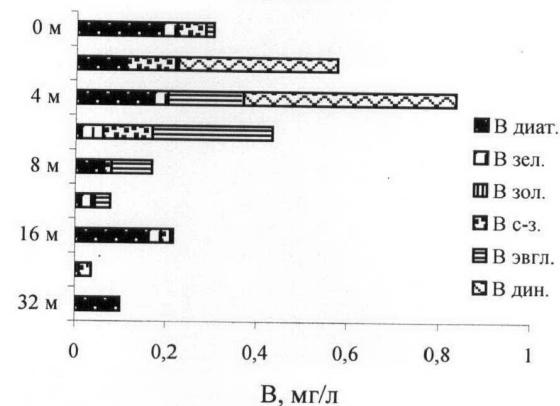
поверхности до 6 м. Во второй половине июля (17.07) биомасса фитопланктона складывается диатомовыми, сине-зелеными, зелеными и эвгленовыми водорослями. Диатомовые, по-прежнему, занимают всю водную толщу с максимальным значением биомассы на поверхности (*Stephanodiscus minutulus*). Сине-зеленые водоросли развиваются до глубины 2 м (*Aphanizomenon flos-aquae*) и на глубине 16 м. Зеленые водоросли развиваются на горизонтах до 8 м глубины, достигая максимального значения на глубине 2 м (*Phacotus coccifer*). Эвгленовые водоросли распределяются по всей толще воды, достигая максимума на глубине 2 м (развивается *Trachelomonas acanthostoma*). В конце июля (27.07) вклад диатомовых водорослей в значение средневзвешенной биомассы снижается. Биомасса диатомовых сосредоточена до глубины 10 м с наибольшим значением на глубине 2 м (*Stephanodiscus minutulus*). Динофитовые водоросли отмечаются на горизонтах от поверхности до 6 м и в придонном слое (32 м - *Peridinium palustre*). Сине-зеленые водоросли развиваются до глубины 6 м, достигая максимального значения у поверхности (*Oscillatoria splendida*). Эвгленовые водоросли развиваются в поверхностном горизонте, а также на глубинах 4 м, 6 м и 20 м с большими значениями биомассы на поверхности. Зеленые водоросли отмечались в этот период только на поверхности.

В начале августа (7.08) (рис.46) основная часть биомассы сосредоточена на глубине 4 м, максимальные значения основных, формирующих биомассу, отделов (диатомовые, зеленые, сине-зеленые, эвгленовые и динофитовые) также сосредоточены на этом горизонте. Диатомовые и эвгленовые распределяются по всей толще воды, зеленые и сине-зеленые – до гл. 6 м, динофитовые отмечались только на гл. 4 м. В конце августа (21.08) биомасса формируется, в основном, диатомовыми, динофитовыми и эвгленовыми водорослями. Диатомовые, распределяясь во всей толще воды, имеют наибольшее значение биомассы в поверхностном слое (развивается *Fragilaria crotonensis*).

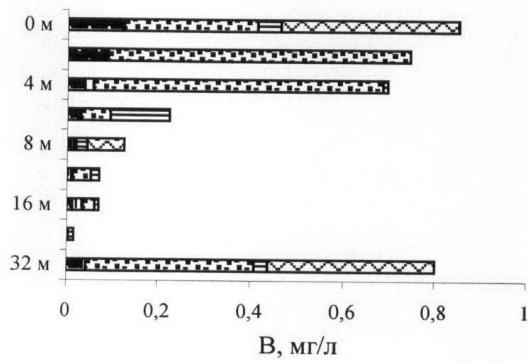
**07.08.97**



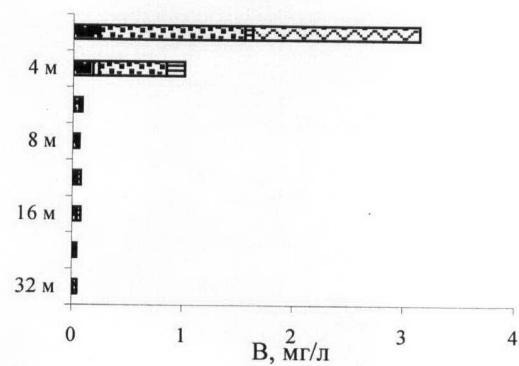
**21.08.97**



**02.09.97**



**10.09.97**



**24.09.97**

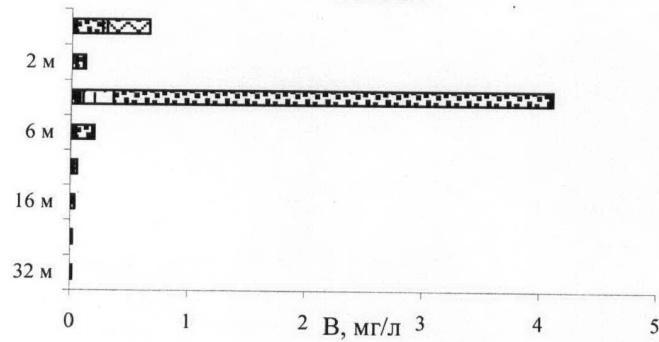


Рис.46. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Малый Яльчик (1997 г.).

Динофитовые развивались на глубинах от 2 до 4 м (доминант - *Peridinium bipes*). Эвгленовые водоросли развивались от поверхности до глубины 10 м с наибольшим значением биомассы на 6 м глубины (*T.volvocina*). Сине-зеленые развивались на горизонтах от поверхности до глубины 6 м.

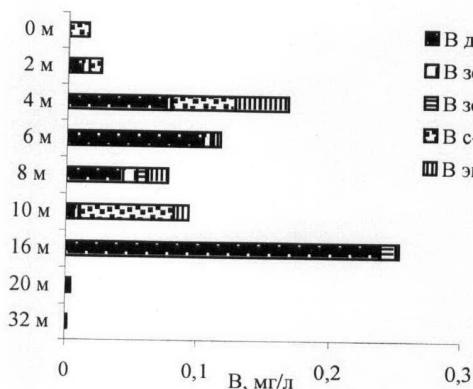
В начале сентября (2.09) происходит изменение структуры биомассы фитопланктона за счет увеличения доли сине-зеленых водорослей. В этот период представители этого отдела встречаются во всей толще воды с максимальным значением на глубине 2 м и высокими значениями на глубине 4 м, поверхности, а также, в придонном горизонте (доминанты - *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria agardhii*). Динофитовые водоросли встречались в поверхностном горизонте, а также на глубинах 8 м и 32 м (доминировал вид *Peridinium bipes*). По-прежнему по всей толще воды, но в меньших значениях представлены диатомовые с наибольшими значениями биомассы у поверхности водоема и эвгленовые водоросли, достигая максимума на глубине 6 м. В первой декаде сентября (10.09) - большая часть биомассы сконцентрирована у поверхности и формируется динофитовыми, сине-зелеными и диатомовыми водорослями. Максимум биомассы динофитовых отмечается в поверхностном горизонте (*Ceratium hirundinella*), сине-зеленые развиваются до глубины 2 м с наибольшим значением у поверхности (*Oscillatoria splendida*, *Aphanizomenon flos-aquae*), большие значения биомассы диатомовых отмечаются также на поверхности.

В конце сентября (24.09) биомасса формируется, в основном, сине-зелеными водорослями, которые сосредоточены на глубине 4 м, доминируют *Oscillatoria agardhii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria splendida*.

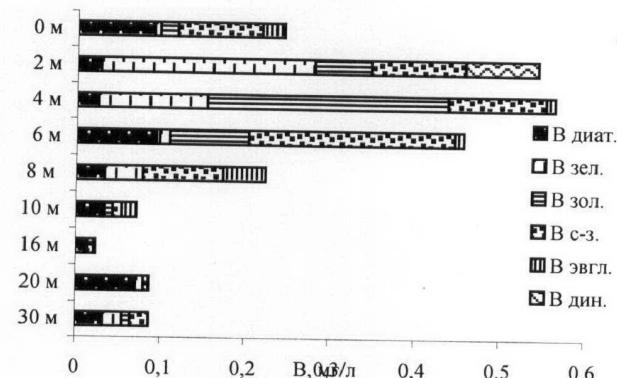
### **Исследования 1998 г.**

В весенний период (29.05) (рис.47) в фитопланктоне озера отмечается массовое развитие диатомовых водорослей с максимумом на глубине 16 м (доминант *Cymbella silesiaca*). Доминантами весеннего планктона были сине-зеленые водоросли, которые развивались на горизонтах от поверхности

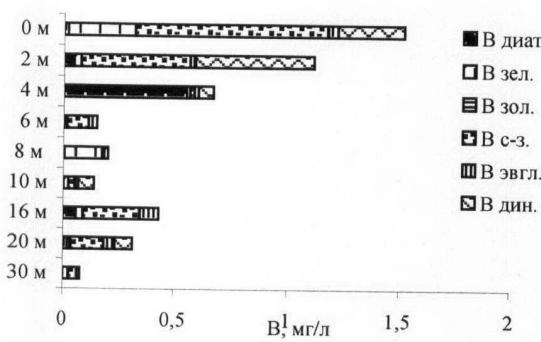
29.05.98



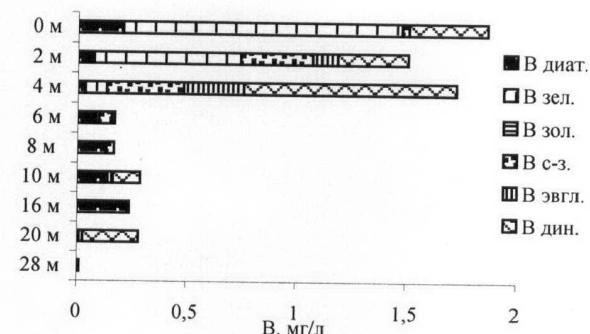
17.06.98



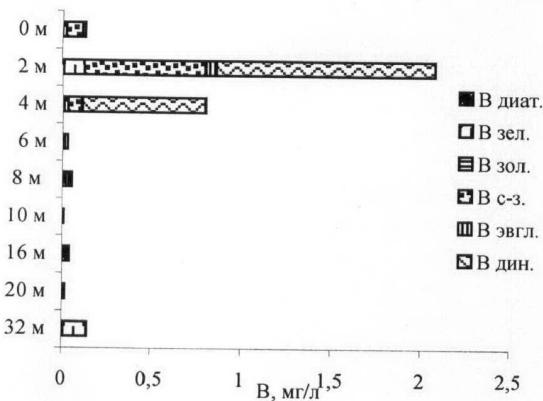
02.07.98



19.07.98



19.08.98



12.09.98

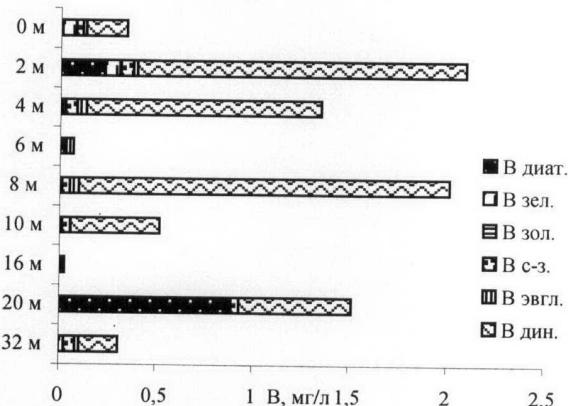


Рис.47. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Малый Яльчик (1998 г.).

до 4 м и на глубине 10 м (максимальное значение биомассы по отделу, доминируют *Anabaena contorta*, *A.scheremetievi*). Эвгленовые водоросли предпочитали глубину 4 м, встречались также на глубинах 8 и 10 м.

Летом, в первой половине июня (17.06), основная масса водорослей была сконцентрирована до глубины 8 м с максимальными значениями биомассы на глубине 4 м. В этот период в толще воды до 6 м глубины массово развиваются золотистые водоросли с максимум биомассы на глубине 4 м (*Dinobryon elegans*). Сине-зеленые водоросли предпочитают глубины до 8 м, достигают максимальной биомассы на глубине 6 м (*Aphanizomenon flos-aquae*). Зеленые водоросли занимали горизонты от 2 до 8 м с наибольшими показателями на глубине 2 м (*Phacotus coccifer*). Диатомовые водоросли встречались во всей толще воды с наибольшими значениями на поверхности (*Fragilaria crotonensis*) и 6 м (*Synedra ulna*). Динофитовые водоросли были малочисленны и развивались на глубине 2 м (*Gymnodinium sp.*). Эвгленовые водоросли встречались практически во всей толще воды с наибольшим значением биомассы на глубине 8 м (*Trachelomonas planctonica*).

В начале июля (2.07) биомасса водорослей определяется развитием сине-зеленых практически во всей толще воды с большими значениями на поверхности (доминант *Aphanizomenon flos-aquae*) и динофитовыми – с максимальными значениями биомассы на глубине 2 м (*Peridinium cinctum*, *P. bipes*) и на поверхности (*Peridinium bipes*). Зеленые водоросли встречались на поверхности (наибольшее значение, массовое развитие *Phacotus coccifer*) и глубине 8 м. Диатомовые концентрировались на глубине 4 м (*Stephanodiscus minutulus*).

В середине июля (19.07) наиболее заселены горизонты от поверхности до 4 м. В планктоне массово развивались зеленые (поверхность - *Coenochloris fottii*, 2 м - *Mugeotia sp.*, *Phacotus coccifer*), динофитовые (поверхность – 4 м, 10 м, 20 м), сине-зеленые (2 м, 4 м). Эвгленовые встречались на глубинах 2 и 4 м с максимумом на 4 м глубины (*T.volvocina*). Диатомовые водоросли

распределялись в толще воды до глубины 16 м (*Fragilaria crotonensis*) и на поверхности (*S.ulna*).

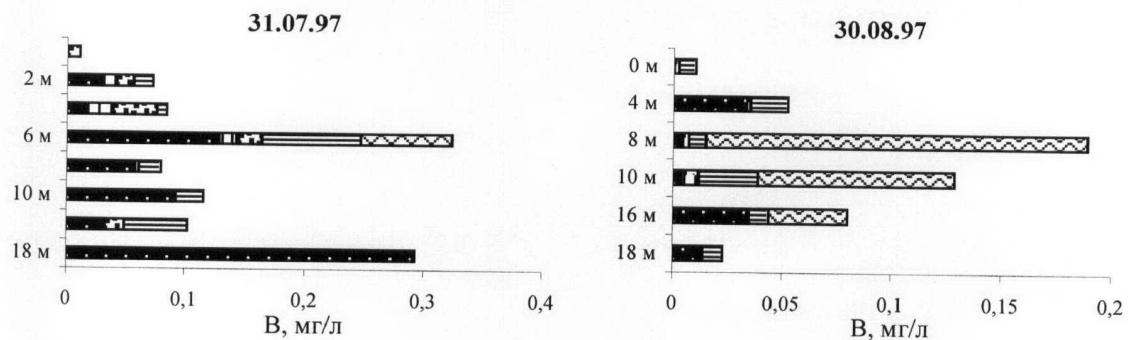
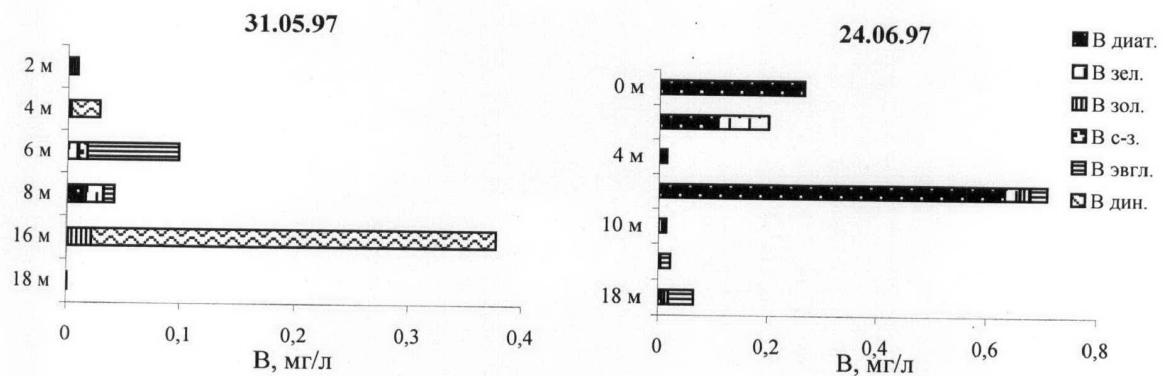
Во второй половине августа (19.08) практически вся биомасса была сосредоточена до глубины 4 м с наибольшим значением на глубине 2 м, в планктоне преобладали динофитовые (доминант *Ceratium hirundinella*) и сине-зеленые (*Aphanizomenon flos-aquae*) водоросли. Зеленые водоросли отмечались на глубинах 2 м и 32 м.

Осенью, в первой половине сентября (12.09), основными доминантами осеннего планктона являлись динофитовые водоросли, распределенные по всей толще озера с большими величинами биомассы на 2 -4 м и 8 м с доминантом *Ceratium hirundinella*. Диатомовые водоросли встречались на глубинах 2 м (*S.ulna*) и 20 м с максимумом на последнем горизонте (*Fragilaria crotonensis*). Сине-зеленые и эвгленовые были представлены малыми значениями практически во всей толще воды.

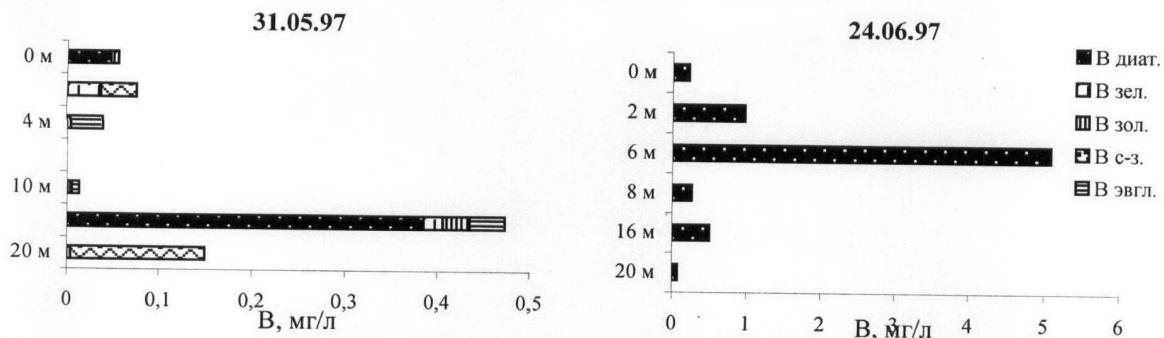
### Озеро Глухое

#### Исследования 1997 г.

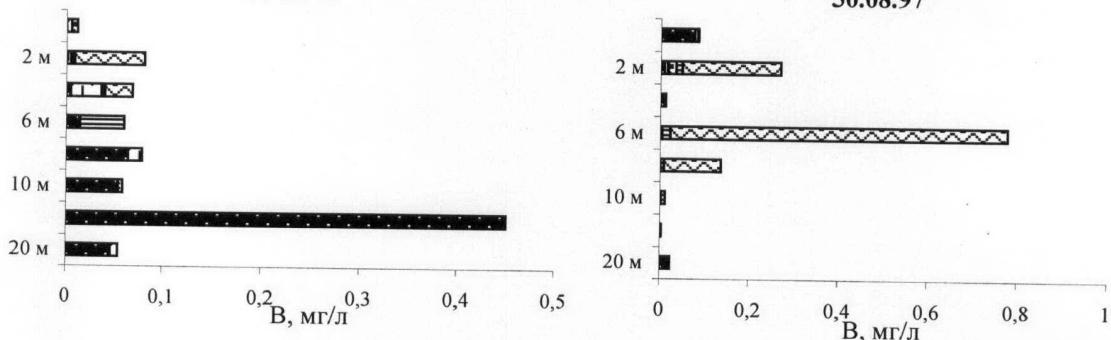
Весной, в конце мая (31.05), наибольшая концентрация водорослей на двух станциях отмечалась на глубине 16 м, причем на ст.1 доминировали динофитовые водоросли *Peridinium* sp., а на ст.2 – диатомовые *Synedra beroliensis* и *Cyclotella radiososa* (рис.48). Динофитовые на ст.1 были сосредоточены на глубинах 4 м и 16 м, а на ст.2 – на глубинах 2 м и 20 м (придонный горизонт). Диатомовые водоросли на ст.1 отмечались на глубинах 2 и 8 м, на ст.2 – на поверхности (*Cyclotella radiososa*) и 16 м. Эвгленовые водоросли на ст.1 отмечались на глубинах 6-8 м, а на ст.2 - от 4 до 16 м глубины, доминантом на всем озере является вид *T.volvocina*. Золотистые водоросли в этот период на двух станциях озера отмечались на глубине 16 м – развивались *Dinobryon divergens Imh.*, *Stenokalyx monilifera*. Зеленые водоросли отмечались на глубинах 2 – 8 м (мелкие хлорококковые и *Cosmarium bioculatum*) и 16 м (мелкие хлорококковые).



ст.1



31.07.97



ст.2

Рис.48. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Глухое (1997 г.).

Летом, в конце июня (24.06), диатомовые водоросли развиваются в планктоне двух станций во всей толще воды, концентрируясь на глубине 6 м (доминант *Cyclotella comensis*). На ст.1 кроме диатомовых водорослей, развиваются зеленые (на глубинах 2 и 6 м) и эвгленовые водоросли (на горизонте от 6 до 18 м) (рис. 48).

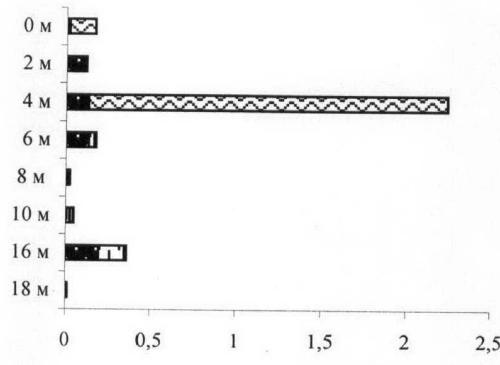
В конце июля (31.07) доля диатомовых в биомассе по-прежнему велика, но наибольшие биомассы водорослей этого отдела приурочены к глубинам 18 м (ст.1) и 16 м (ст.2) с доминированием видов *Cyclotella radiososa*, *C. meneghiniana*. Динофитовые водоросли на ст.1 развиваются на глубине 6 м (*Gymnodinium paradoxum*), а на ст.2 – на глубине 2-4 м (*Peridinium bipes*). Эвгленовые водоросли на ст.1 встречаются на горизонтах от 2 до 16 м, а на ст. 2 – на глубине 6 м (доминируют *Traheomonas planctonica*, *T. volvocina*). Зеленые водоросли на ст.1 сосредоточены на глубинах 2-6 м, а на ст. 2 – на глубине 4 м в этот период развиваются хлорококковые и десмидиевые (род *Closterium*).

В конце августа (30.08) в фитопланктоне двух станций развиваются динофитовые водоросли, достигая наибольших значений биомассы на глубинах 8 м (ст.1) и 6 м (ст.2), доминантами выступают виды *Ceratium hirundinella*, *Peridinium bipes*. На ст.1 диатомовые водоросли распределяются в толще воды от глубины 4 м до 18 м, а на ст.2 – только на поверхности (доминант *Stephanodiscus minutulus*). Эвгленовые на ст.1 встречаются во всей толще воды и имеют большую биомассу на глубине 10 м (*T. volvocina*).

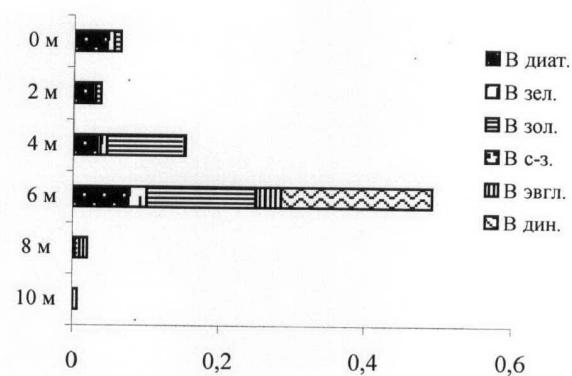
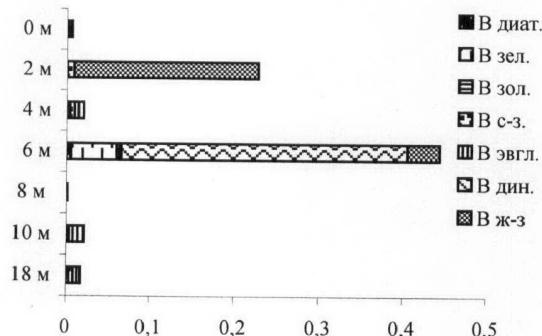
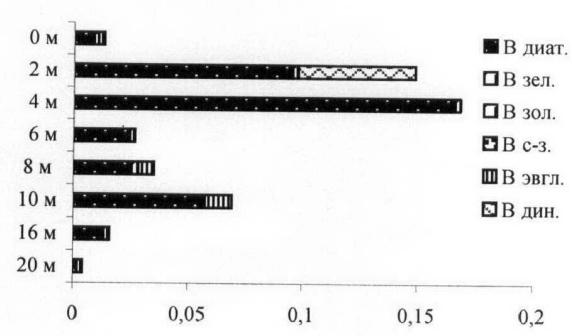
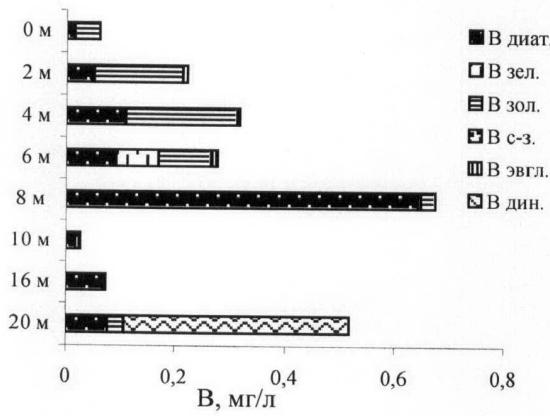
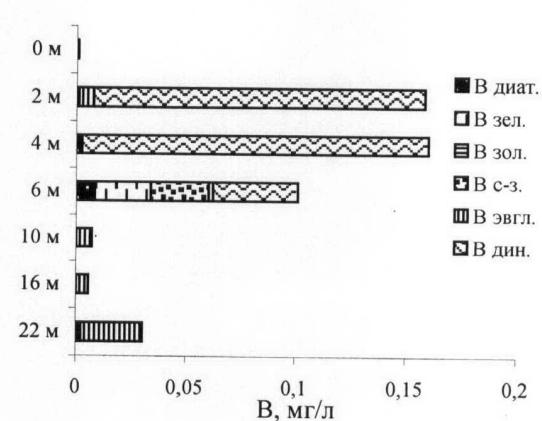
### Исследования 1998 г.

В начале июня (2.06) (рис.49) на ст.1 отмечается массовое развитие динофитовых водорослей (*Peridinium bipes*) на поверхности и глубине 4 м. Диатомовые на этой станции развиваются в меньшей степени и сосредоточены на глубинах 2 - 6 м и на глубине 16 м (*Cyclotella radiososa*). Зеленые водоросли развивались на глубине 16 м. На ст.2 в этот период доминируют те же виды диатомовых водорослей, встречаясь во всей толще

02.06.98



19.06.98

ст.1  
14.09.98ст.1  
02.06.98ст.1  
19.06.98ст.2  
14.09.98

ст.2

ст.2

Рис.49. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз.Глухое(1998 г.).

воды с максимумом на гл.4 м. Динофитовые встречались на гл. 2 м, эвгленовые отмечались во всей толще воды с максимумом на 10 м.

В середине июня (19.06) на ст.1 водоросли распределялись до глубины 6 м.. В планктоне доминировали динофитовые (максимум на глубине 6 м - *Peridinium bipes*), золотистые (на 4 и 6 м – *Dinobryon divergens*), диатомовые (с максимумом на 6 м глубины - *Cyclotella radios*a). На ст.2 массово развивались диатомовые водоросли с максимальной биомассой на глубине 8 м (*F. capucina*). Золотистые водоросли развивались во всей толще воды с большими значениями на глубинах 2- 4м (*D. divergens*). Динофитовые водоросли достигали больших значений биомассы в придонном слое (20 м - доминант *Ceratium hirundinella*), зеленые – на глубине 6 м.

В первой половине сентября (14.09) на ст.1 – в фитопланктоне массово развиваются динофитовые (*Ceratium hirundinella*) с максимумом на глубине 6 м и желто-зеленые водоросли (*Polyedriella irregularis*) - с максимумом на глубине 2 м. Зеленые водоросли развивались на 6 м, эвгленовые – на 4, 10 и 18 м.

На ст.2 основная биомасса планктона сконцентрирована в слоях от 2 до 6 м глубины. Доминирующий отдел – динофитовые, большие значения биомассы водорослей этого отдела отмечаются на горизонтах 2-4 м (*Ceratium hirundinella*). Сине-зеленые и зеленые представлены на горизонте 6 м, диатомовые – 4- 6м, эвгленовые встречались на глубинах 2 м, 6 – 22 м.

### **Озеро Раифское**

#### **Исследования 1997 г.**

Подо льдом в начале апреля (02.04)(рис.50) – в планктоне развиваются диатомовые, эвгленовые, динофитовые, желто-зеленые, золотистые и зеленые водоросли. Наибольшее значение биомассы отмечается на гл.2 м, формирование ее происходит водорослями отдела золотистые с преобладанием *Malomonas mirabilis*. Диатомовые сосредоточены на гл. 10 м, в меньшей степени – в придонном горизонте (*Cyclotella bodanica*).

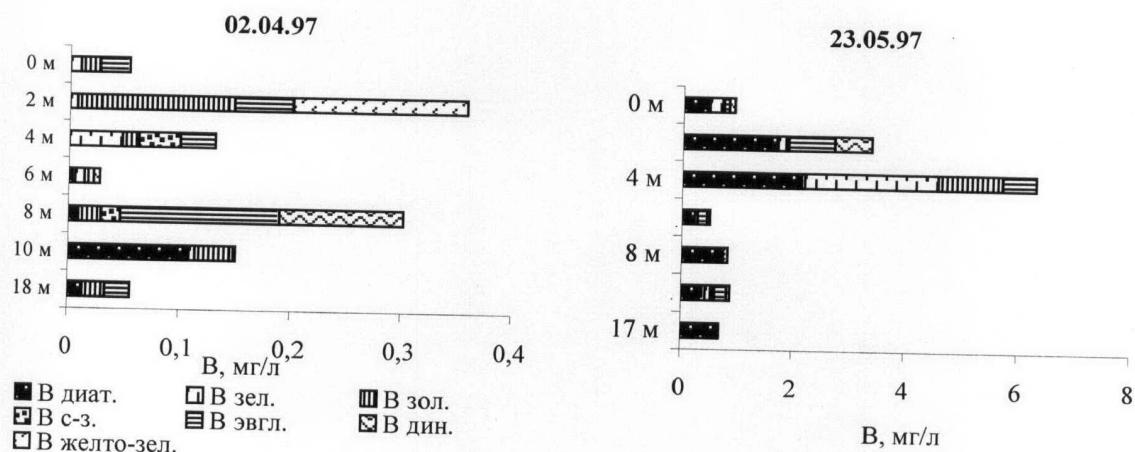


Рис.50. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз. Раифское (1997 г.).

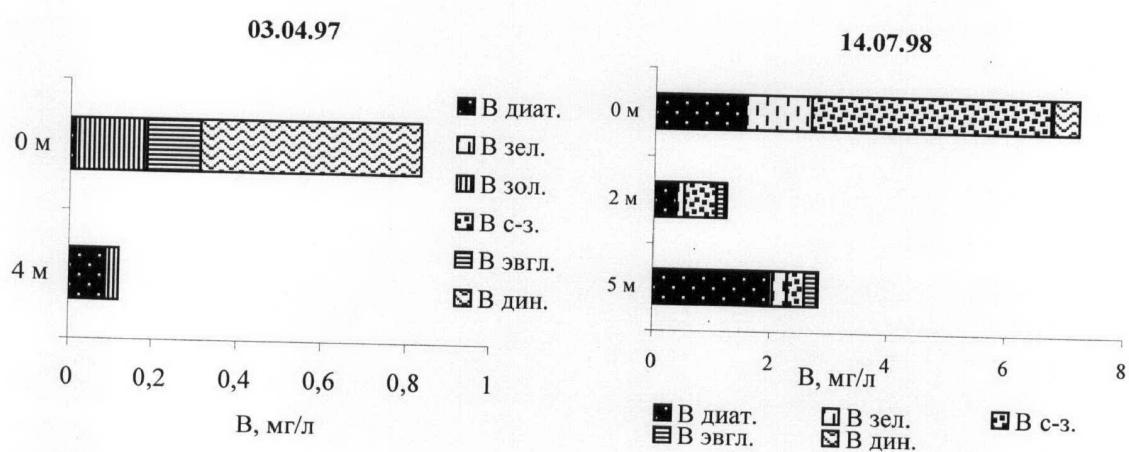


Рис.51. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона оз. Линево (1997 -1998 гг.).

Эвгленовые водоросли распределены по всей толще воды с максимумом биомассы на глубине 8 м. Максимум биомассы динофитовых отмечается также на глубине 8 м с доминированием *Glenodinium* sp.. Желто-зеленые водоросли встречаются на глубине 2 м, зеленые – на глубине 4 м.

В конце мая (23.05) диатомовые водоросли развиваются во всей толще воды, с наибольшим значением биомассы на глубине 4 м с доминированием *Stephanodiscus hantzshii*, *Synedra ulna*, *Cyclotella meneghiniana*. Эвгленовые водоросли встречаются во всей толще воды с наибольшим развитием на глубине 2 м, на этом же горизонте отмечены динофитовые водоросли. Зеленые и золотистые водоросли отмечались на глубине 4 м.

Во второй половине июля (16.07) основная биомасса фитопланктона сконцентрирована на поверхности, ее формирование происходит за счет водорослей отделов зеленые с доминированием *Phacotus coccifer*, сине-зеленые (*Anabaena flos-aquae*), эвгленовые и диатомовые.

### Озеро Линево

Подо льдом в начале апреля (03.04.1997 г.) (рис.51) основная масса водорослей сконцентрирована у поверхности и представлена динофитовыми (*Peridinium* sp.), эвгленовыми (*T. volvocina*) и золотистыми (*Malomonas acaroides*). Диатомовые водоросли сосредоточены в придонном слое на глубине 4 м с доминантом *Cyclotella meneghiniana*.

В середине июля (14.07.1998 г.) наибольшая часть биомассы сконцентрирована у поверхности и формируется, в основном, сине-зелеными с доминантом *Microcystis aeruginosa*, диатомовыми (*Synedra ulna*) и зелеными водорослями. Диатомовые водоросли имеют большее значение биомассы в придонном слое, биомасса сине – зеленых уменьшается с глубиной, эвгленовые и зеленые распределены в толще воды, а динофитовые отмечались только на поверхности.

Таким образом, исследования вертикального распределения водорослей показало, что в толще воды в течение вегетационного периода постоянно встречаются и вносят значимый вклад в биомассу водоросли шести отделов.

**Динофитовые** водоросли отмечаются во всех озерах на протяжении вегетационного сезона. В стратифицированных озерах встречаются *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum*, *Peridinium bipes*, которые концентрируются на поверхности до глубины 6 м и в придонных слоях.

**Диатомовые** водоросли во время весеннего пика развития (М.Яльчик, Глухое и Раифское) равномерно распределяются в толще воды. Максимальные концентрации диатомовых отмечаются на горизонтах 4 – 6 м – для озер М.Яльчик (доминанты *Cyclotella radiosua* и *Stephanodiscus minutulus*) и Раифское (доминанты *Stephanodiscus hantzshii*, *Synedra ulna*, *Cyclotella meneghiniana*) и на глубине 16 м для озер Б.Яльчик (доминант *Stephanodiscus minutulus*) и Глухое (*Cyclotella radiosua*). В первой половине лета диатомовые концентрируются на глубинах 6 м (М.Яльчик - *Cyclostephanus dubius*, *Cyclotella radiosua*, *Cyclotella meneghiniana* , *Stephanodiscus minutulus*, *Fragilaria crotonensis*, Глухое - *Cyclotella comensis*) и 16-18 м (Б.Яльчик - *Stephanodiscus minutulus*, Глухое- *Cyclotella radiosua*, *C. meneghiniana*). Во второй половине лета концентрация диатомовых происходит на поверхности (Б.Яльчик - *Cyclotella radiosua*, Раифское - *Aulocoseira* sp.) и глубинах 2 – 4 м (*Fragilaria crotonensis* – Б.Яльчик, *Stephanodiscus minutulus* – М.Яльчик). На озере Глухое в летний период диатомовые сконцентрированы в придонных слоях (*Cyclotella comensis*, *C. meneghiniana*, *C. radiosua*). В осенний период водоросли могут концентрироваться от поверхности до глубины 2 м и глубинах 8 м, 16 м.

**Золотистые** водоросли в исследуемых озерах отмечаются ранней весной подо льдом во всей толще воды, концентрируясь на глубине 2-4 м (Раифское - *Malomonas mirabilis*, Линево - *Malomonas acaroides*), либо весной или в начале лета на глубинах 2-6 м (Б.Яльчик - *Dynobrion divergens*, М.Яльчик – *D. elegans*, *Ch.rufescens*, *S.monilifera*) и на глубине 16 м (Глухое - *D.divergens*, *S.monilifera*).

**Сине-зеленые** водоросли развиваются, в основном, в летне-осенний периоды, концентрируясь на горизонтах до 6 м с максимумами на

поверхности и 2 м. В воде озер Большой и М.Яльчик до глубины 4 м развиваются *Oscillatoria agardhii*, *Oscillatoria splendida*, *Aphanizomenon flos-aquae*, на глубине 4- 6 м - *Lyngbia limnetica* (Б.Яльчик). В поверхностном слое озера Раифское развивается *Anabaena flos-aquae*, а в озере Линево - *Microcystis aeruginosa*. Осенью отмечается концентрация сине-зеленой *Oscillatoria agardhii* в придонных горизонтах озера М.Яльчик.

**Зеленые** водоросли достигают заметных концентраций в летней период и концентрируются на горизонтах от поверхности до глубин 4-8 м. На трех стратифицированных озерах - Большой и М.Яльчик, Раифское - летом развиваются *Phacotus coccifer* и водоросли рода *Cosmarium*. В озере Глухое развиваются мелкие хлорококковые и десмидиевые рода *Closterium*. В мелководном озере Линево основная биомасса зеленых сконцентрирована на поверхности с массовым развитием *Eudorina elegans*.

**Эвгленовые** водоросли присутствуют в фитопланктоне всех озер на протяжении всего вегетационного сезона и представлены, в основном, водорослями рода *Trachelomonas*. Ранней весной подо льдом в стратифицированном озере Раифское эвгленовые отмечаются во всей толще воды с наибольшей концентрацией на глубине 8 м (*T.volvocina*, *T.planctonica*). В мелководном озере Линево подо льдом эвгленовые концентрируются в поверхностном горизонте (*T.volvocina*). Весной в период открытой воды эвгленовые могут концентрироваться в придонном горизонте (Б.Яльчик - *T.volvocina*, *T.lacustris*), на глубина 4-6 м и 10-20 м (Глухое, М.Яльчик - *T.pulchra*, *T.volvocina*). В летний период чаще всего эвгленовые встречаются на глубинах 4-8 м. Осенью на озере Б.Яльчик эвгленовые концентрируются на 10 м, а на озере М.Яльчик – от поверхности до 6 м.

Таким образом, в стратифицированных водоемах поверхностные горизонты (0 - 6 м) занимают динофитовые, сине-зеленые и зеленые водоросли. Горизонты с глубинами 4-6 м и 10-20 м заселяются диатомовыми, золотистыми и эвгленовыми водорослями. В придонных слоях в разные периоды могут концентрироваться динофитовые, сине-зеленые, эвгленовые.

В первой половине лета в металимнионе массово развиваются *Cyclotella radios**a*, *C. meneghiniana*, *Stephanodiscus minutulus*, *Fragilaria crotonensis*, *Cyclostephanus dubius* (Б. и М.Яльчик), *Cyclotella comensis* (Глухое), *Stephanodiscus hantzshii*, *Synedra ulna*, *Cyclotella meneghiniana* (Райфское), а в гиполимнионе *Stephanodiscus minutulus* (Б.Яльчик), *Cyclotella radios**a*, *C. meneghiniana* (Глухое). Во второй половине лета и начале осени концентрация диатомовых происходит в эпилимнионе (Б.Яльчик - *Cyclotella radios**a*, Райфское - *Aulocoseira* sp., *Fragilaria crotonensis* - Б.Яльчик, *Stephanodiscus minutulus* - М.Яльчик), а также в придонных слоях (Глухое - *Cyclotella comensis*, *C. meneghiniana*, *C. radios**a*). Золотистые отмечаются (Райфское - *Malomonas mirabilis*, Линево - *M. acaroides*), либо весной или в начале лета на глубинах 2-6 м (Б.Яльчик - *Dynobrion divergens*, М.Яльчик - *Ch.rufescens*, *S.monilifera*) и на глубине 16 м (Глухое - *D.divergens*, *S.monilifera*). В придонных слоях в разные периоды могут концентрироваться динофитовые, сине-зеленые, эвгленовые водоросли.

## **Глава 5. ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ЛЕТНЕГО ФИТОПЛАНКТОНА КАРСТОВЫХ ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

В связи с интенсивными процессами антропогенного эвтрофирования водоемов, в том числе карстовых озер, важны исследования фотосинтетической активности фитопланктона. Процесс эвтрофирования обусловлен увеличением концентраций биогенных элементов в воде, прежде всего, фосфора, которые стимулируют рост автотрофных организмов и их продукции. Величина первичной продукции является показателем трофического статуса и позволяет прогнозировать процессы эвтрофирования на ранних стадиях (Винберг, 1960; Трифонова, 1990; Бульон, 1983, 1994).

К важнейшим показателям первичной продукции планктона, которые определялись в ходе исследований, относятся скорость фотосинтеза в единице объема воды за сутки у поверхности водоема –  $A_{\text{макс.}}$  и суточная скорость фотосинтеза по  $1 \text{ м}^2$  поверхности водоема (в столбе воды) или интегральная продукция фитопланктона –  $\Sigma A$ . Интегральная продукция фитопланктона является функцией  $A_{\text{макс.}}$  и прозрачности воды ( $S$ , м):

$$A_{\text{интегр}} \approx A_{\text{макс.}} S \text{ (Бульон, 1994).}$$

Трофические шкалы по первичной продукции фитопланктона используют эти показатели в связи с различными задачами исследования. Для выяснения степени эвтрофирования водоемов более важным становятся концентрационные показатели, а именно скорость фотосинтеза в единице объема воды за сутки у поверхности водоема, а для оценки биологической и промысловой продуктивности водоемов больше используют первичную продукцию под единицей площади (Бульон, 1994). В наших исследованиях при оценке трофического статуса были использованы оба показателя первичной продукции.

Величины максимальной интенсивности фотосинтеза у поверхности в исследованных озерах в летние периоды менялись от 0,22 мг  $O_2/(л.\text{сут})$  в мелководном, используемом в целях рекреации оз. Мельничное до 2,8 мг  $O_2/(л.\text{сут})$  – в стратифицированном оз. Ильинское, хозяйственное воздействие

на которое осуществляется одноименный населенный пункт (табл.11). Различные оптические условия в озерах в значительной мере определяют суточную величину интегральной первичной продукции. В исследованных озерах она изменялась в пределах от 0,73 г  $O_2/(m^2 \text{ сут.})$  - оз.Райфское с величиной прозрачности 1,2 м до 9,26 г  $O_2/(m^2 \text{ сут.})$  - оз.Большое Голубое, прозрачность которого достигает дна (15,7 м). Показателем, характеризующим вертикальное распределение фотосинтеза, является соотношение  $A \text{ макс.} / \Sigma A$  (Rodhe, 1958). Для исследуемых карстовых озер наблюдается обратная связь между значениями показателя  $A \text{ макс.} / \Sigma A$  и прозрачностью воды (рис.52), которая была продемонстрирована раньше на примере озер Латгалии (Трифонова, 1990).

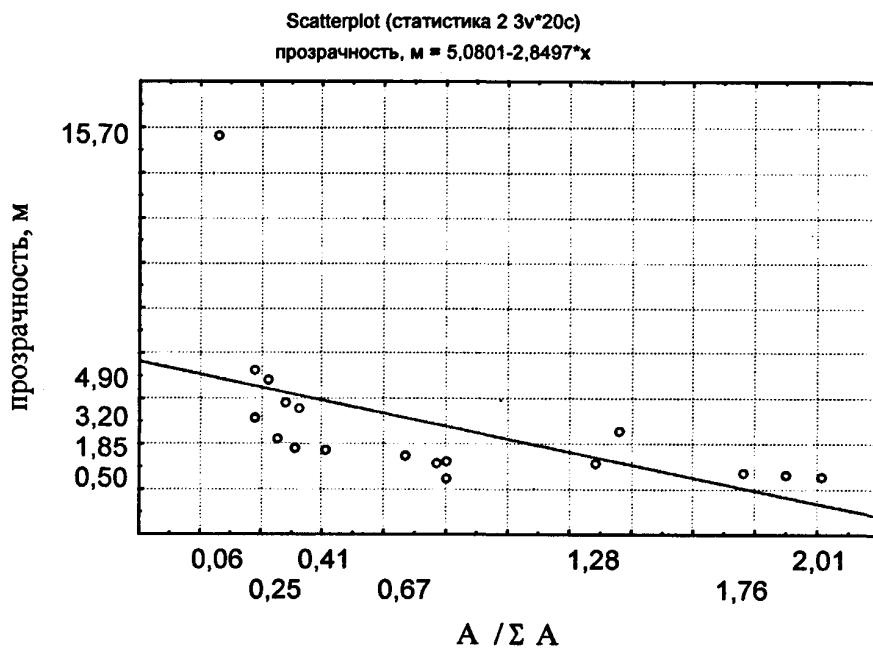


Рис.52. Связь между отношением  $A \text{ макс.} / \Sigma A$  и прозрачностью воды.

Наименьшее соотношения максимального и интегрального значений фотосинтеза (0,06) отмечалось в холодноводном с высоким уровнем водообмена и высокой прозрачностью воды оз.Большое Голубое. В слое максимального фотосинтеза этого озера образуется всего 6,5% интегральной первичной продукции.

Таблица 11

Показатели интенсивности фотосинтеза фитопланктона  
исследованных озер

озеро	A макс., мг О <sub>2</sub> /(л.сут.)		$\Sigma A$ г О <sub>2</sub> /(м <sup>2</sup> .сут.)		A / $\Sigma A$	P/B за сутки
	среднее	предел	среднее	предел		

Соленое	Лесная зона					
	Низменное Заволжье					
	Марийское Полесье					
	1,37	0,05 - 4,03	0,78	0,23 - 1,66	1,76	2,9

	Вятский Увал					
	Глухое	0,74	0,39 - 1,24	2,62	0,25 - 5	0,28
Большой Яльчик	0,65	0,32 - 1,5	3,63	0,23 - 15,62	0,18	1,74
Большой Мушандер	0,66	-	3,04*	-	0,22	3,4
Малый Яльчик	1,12	0,52 - 1,5	3,66	0,49 - 11,88	0,31	2,8
Кононьер	0,7	0,4 - 1	2,2*	1,76* - 2,52*	0,32	2,6
Карагаер	0,83	0,64 - 1,03	2,03*	1,5* - 2,57*	0,41	0,11
Югидем	0,65	0,35 - 1,56	3,7	0,35 - 6,11	0,18	3
Голубая Старица	0,57	0,13 - 1,02	2,3	1,3* - 4,08	0,25	2,2
Кожла-Сола	1,34	0,98 - 1,54	1,73	1,46 - 2,28	0,77	3,2
Эргежьер	0,77	-	0,96*	-	0,8	-
Юрдур	2,56	-	3,07*	-	0,8	3,8
Мельничное	0,22	-	0,33*	-	0,67	2,13
Кичиер	2,26	1 - 3,52	1,66	0,5 - 2,82*	1,36	1,17

	Вятско-Камская возвышенность					
	Большое Голубое	0,59	0,3 - 0,87	9,26*	-	0,06
Райфское	2,01	-	1,57	0,73 - 2,4*	1,28	0,32
Ильинское	2,8	-	1,47	0,98 - 1,96*	1,9	0,43
Белое	2,01	-	1	0,8 - 1,21*	2,01	0,55

Примечание:

\* расчет интегральной величины фотосинтеза проводился по формуле:

A макс.\*S, S - величина прозрачности воды

Самое большое значение этого соотношения – 2,01 – отмечалось для небольшого по площади и глубине оз. Белое (средняя глубина 1,5 м), прозрачность которого на момент исследования не превышала 0,6 м, а в его поверхностном слое образовывалось около половины величины интегральной продукции. Высокие значения соотношения максимального и интегрального фотосинтеза отмечались также для глубоких стратифицированных озер с низкими значениями прозрачности (0,7- 0,75 м) - Ильинское – 1,9 и Соленое – 1,76. В слое максимального фотосинтеза этих озер образовывалось от 52 до 57% величины интегральной продукции. Для озер Раифское и Кичиер это соотношение находилось в пределах 1,28 - 1,36 при прозрачности воды от 1,2 м до 2,6 м, на поверхности формировалось до 78% интегральной продукции.. Для группы озер – Мельничное, Юртур, Эргежье, Кожла-Сола, прозрачность которых находилась в пределах от 0,5 м до 1,5 м, это соотношение менялось от 0,67 до 0,8, а поверхностный слой воды формировал от 67 до 83% интегральной продукции. Выделяется большая группа озер, у которых в слое максимального фотосинтеза образуется от 16,5% до 40 % интегральной первичной продукции. Это глубокие водоемы Югидем, Голубая Старица, Большой и Малый Яльчик, Большой Мушандер, Глухое, Кононье, а также мелководное озеро Карагаер, прозрачность воды в озерах менялась от 1,85 до 5,3 м.

Фотосинтетическая активность единицы биомассы фитопланктона (в частности, суточные Р/В коэффициенты) показывает скорость оборота биомассы за единицу времени. Считается, что удельная скорость фотосинтеза определяется, прежде всего, составом и размером водорослей: мелкие формы produцируют активнее, чем крупные (Talling, 1965; Desortova, 1976; Гутельмахер, 1986; Трифонова, 1990). Известно, что наименьшая скорость обрачиваемости отмечается в стратифицированных озерах, когда в планктоне доминируют крупные формы водорослей, нити сине-зеленых и крупные динофлагелляты, прежде всего, рода *Ceratium*; максимальные скорости обрачиваемости биомассы отмечались для мелководных

евтрофных водоемов, где в биомассе преобладали мелкие хлорококковые, вольвоксовые, золотистые, диатомовые и более мелкие динофитовые (Трифонова, 1990). В исследованных карстовых озерах на глубине максимального фотосинтеза Р/В коэффициенты изменялись в пределах от 0,11 (оз. Карагаер) до 3,8 (оз.Юрдур) (табл.11), близкие значения указываются для водоемов Белоруссии, Северо-запада России – Латгальской возвышенности, Карельского перешейка, Большеземельской тундры (Винберг, 1960; Михеева, 1970; Трифонова 1979, 1990). Наибольшие величины суточной фотосинтетической активности изменялись в пределах от 2,6 до 3,8 и отмечались в озерах Юрдур (в биомассе фитопланктона преобладали эвгленовые водоросли), Большой Мушандер, Югидем, Кононьер (доминировали мелкие диатомовые водоросли), Кожла-Сола (эвгленовые и мелкие динофитовые), Соленое (сине-зеленые и мелкие динофитовые), Малый Яльчик (сине-зеленые, динофитовые и диатомовые водоросли).

Все эти озера заметно отличаются друг от друга по характеру и степени антропогенного воздействия: озера Большой Мушандер, Кононьер и Малый Яльчик используются в рекреационных целях, оз.Юрдур подвергается воздействию стоков от животноводческой фермы, оз.Соленое в 1970-е г г. использовалось как водоем для выпаса водоплавающей птицы, что привело к скоплению мощного придонного слоя органической взвеси, озера Кожла-Сола и Югидем находятся на территории населенных пунктов и подвергаются различным видам хозяйственной деятельности человека (рекреация, рыбная ловля, выпас домашней птицы, отвод хозяйствственно-бытовых сточных вод).

Глубокие стратифицированные озера Голубая Старица, Глухое, Большой Яльчик, Кичиер, холодноводное с высокой скоростью водообмена Большое Голубое, мелководное Мельничное – водоемы рекреационного использования, Р/В коэффициенты в них изменились в пределах от 1,17 до 2,2. В планктоне этих озер преобладали диатомовые водоросли (Голубая

Старица, Глухое, Большой Яльчик, Кичиер, Большое Голубое, Мельничное), динофитовые (Глухое, Большой Яльчик, Большое Голубое), сине-зеленые (Голубая Старица, Большой Яльчик) и зеленые водоросли (Кичиер, Большое Голубое).

Самые низкие значения Р/В коэффициентов – от 0,11 до 0,55 - отмечались для озер Карагаер, Раифское, Ильинское и Белое. В планктоне этих озер преобладали диатомовые (Карагаер, Раифское, Ильинское), динофитовые (Раифское, Ильинское), эвгленовые (Раифское, Белое). Все перечисленные озера располагаются на территории населенных пунктов, используются в целях рекреации, сельского и коммунально-бытового хозяйства.

Таким образом, величины максимальной интенсивности фотосинтеза на поверхности меняются от 0, 22 мг О<sub>2</sub>/(л.сут) до 2,8 мг О<sub>2</sub>/(л.сут) и имеют более высокие значения, в водоемах, интенсивно используемых человеком в хозяйственных целях.

Интегральные величины фотосинтеза в исследуемых карстовых озерах колеблются от 0,73 г О<sub>2</sub>/(м<sup>2</sup> сут.) до 9,26 г О<sub>2</sub>/(м<sup>2</sup> сут.) и выше в водоемах с большими значениями прозрачности.

Для исследуемых карстовых озер также наблюдается обратная связь между значениями показателя А макс./Σ А и прозрачностью воды.

Высокая скорость обновляемости биомассы отмечалась в период массового развития мелких диатомовых, эвгленовых, динофитовых и сине-зеленых водорослей; низкие значения Р/В коэффициентов отмечались в период доминирования в биомассе крупных диатомовых, динофитовых и эвгленовых водорослей.

## **Глава 6. ФАКТОРЫ СРЕДЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СТРУКТУРУ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ФИТОПЛАНКТОНА В ОЗЕРАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

### **6.1. Влияние гидрохимических и гидрологических факторов на летний фитопланктон**

Водоросли – автотрофные организмы, ведущими факторами для которых являются свет, температура, наличие кислорода, источников углерода, минеральных и органических веществ. К основным абиотическим факторам водных экосистем относятся температура, прозрачность, наличие течений, концентрация кислорода, углекислого газа, солей, биогенных элементов (Водоросли..., 1989).

Различные виды водорослей по-разному реагируют на влияние абиотических факторов водной среды. Влияние температуры воды на водоросли велико, так как именно она определяет их географическое распространение косвенным образом – ускоряя или замедляя темпы роста отдельных видов, что приводит их к вытеснению другими, растущими более интенсивно в данном температурном режиме. Известно, что температурный оптимум у разных видов не совпадает, например, диатомеям свойственен низкий температурный диапазон, а зеленым и сине-зеленым водорослям – высокий. При этом, чем выше температурный оптимум, тем к более интенсивному фотосинтезу и темпу деления способна водоросль (Eppley, 1972).

Соленость и минеральный состав воды – также важнейшие лимитирующие факторы, влияющие на распределение водорослей. Видовое богатство тесно связано с соленостью воды. Так, сине-зеленые водоросли, например, в подавляющем большинстве пресноводные организмы, но среди них встречаются виды, способные развиваться в ультрагалинных водоемах. Диатомовые водоросли в равной степени распространены в морских и пресноводных экосистемах, однако, конкретные виды водорослей способны развиваться только при определенных значениях солености, и могут быть

использованы в качестве индикаторных организмов. Зеленые водоросли также преимущественно пресноводные организмы, лишь 10% из них встречаются в морях (Водоросли., 1989).

Кислотность воды – это фактор, который также имеет большое значение в жизнедеятельности водорослей, устойчивость отдельных таксонов водорослей к изменению кислотности различна, как и в изменении солености. Принято считать, что разнообразная десмидиевая флора характерна для водоемов, приуроченных к местам выхода кристаллических пород и отличающихся слабоминерализованными водами и ацидотрофными условиями (Кываск, 1963). Однако некоторые десмидиевые могут встречаться в щелочных водах с высокой минерализацией.

Наличие в среде биогенных макро- и микроэлементов, которые необходимы для водорослей, имеет решающее значение для интенсивности их развития. Общеизвестна роль фосфора и азота, в частности, фосфатов и нитратов и их соотношения для жизнедеятельности водорослей. Выявлена прямая зависимость биомассы фитопланктона с минеральной формой фосфора (Павлова, 2004). Считается, что при  $N:P \leq 10$  развитие фитопланктона лимитирует азот, когда это соотношение  $\geq 17$  – то лимитирует фосфор (Винберг, 1981). Помимо нитратов и фосфатов в озерах с мягкой водой к лимитирующему факторам могут быть причислены также соли кальция (Водоросли..., 1989).

Водоросли разных отделов имеют неодинаковые потребности в макро - и микроэлементах. Так, для нормального роста и развития диатомовых водорослей необходимы довольно значительные количества кремния, который используется для постройки их панциря. При отсутствии или недостатке кремния панцири диатомовых водорослей истончаются и деформируются (Водоросли., 1989). Многие авторы считают, что для развития диатомовых водорослей нужен кремний не менее 4 мг/л (Гусева, 1952; Михеева, 1983; и др.). Исследования в английских озерах показали, что кремний становится лимитирующим при концентрации ниже 0,5 мг/л (Lund,

1964), а Рейнольдс отмечал остановку роста диатомовых при содержании кремния ниже 0,04 мг/л (Reynolds, 1973). Главным источником соединения кремния в водоемах являются процессы химического выветривания кремнийсодержащих минералов. Значительные количества кремния поступают в процессе отмирания наземных и водных растений, в частности, диатомовых водорослей (Шаров, 2004). Специально проведенные исследования показали прямую связь динамики содержания кремния в воде и биомассы диатомовых водорослей на примере озера Кольского региона. Концентрация кремния закономерно снижалась в летне-осенний период по мере увеличения биомассы диатомей и снова увеличивалась зимой (Шаров, 2004).

Распределение водорослей в толще воды в значительной степени определяется наличием света, необходимого для нормального фотосинтеза. Оптимальные значения освещенности для разных видов водорослей находятся в широких пределах. К светолюбивым водорослям можно отнести большинство сине-зеленых и большое количество зеленых водорослей, обильно развивающихся в летнее время в поверхностных слоях воды. К видам, избегающим яркого света, относятся большинство диатомовых водорослей, которые избегают поверхностного слоя воды и в мало прозрачных озерах развиваются на глубине 2-3 м. Представители многих отделов, например, эвгленовые, динофитовые и золотистые водоросли, способны при отсутствии света и избытке органических веществ переходить к сапротрофному типу питания (Водоросли., 1989).

Существует большое количество работ, посвященных роли метеорологических, гидродинамических условий и биогенных элементов в процессах жизнедеятельности водорослей (Николаев, 1971; Россолимо, 1977; Михеева, 1983 и др.). Но нужно отметить, что абиотические факторы действуют на развитие и распределение водорослей в комплексе, компенсируя и дополняя друг друга.

Анализ результатов исследования влияния комплекса абиотических факторов на отдельные систематические группы фитопланктона показал, что для различных отделов характерны разные их сочетания.

Так, для диатомовых водорослей отмечено, что наибольшего разнообразия они достигают в крупных мезотрофных и эвтрофных озерах. Отмечается обеднение диатомовой флоры для озер, подверженных ацидификации как естественной, так и антропогенной, причем наиболее чувствительны к pH виды рода *Aulocoseira*. Массовой формой в планктоне эвтрофных вод является *Stephanodiscus hantzschii* (Трифонова, 1990). Основным фактором, формирующим состав диатомовых в озерах, является активная реакция среды. При увеличении кислотности вод происходило снижение разнообразия сообществ диатомовых водорослей и увеличение доли видов стенобионтов (Корнева, 1996).

Наибольшее разнообразие зеленых хлорококковых, так же как и наибольшее их обилие, имеет место в эвтрофных и гипертрофных озерах, менее разнообразны эти водоросли в олиготрофных и слабомезотрофных озерах. Отмечалось, что с ростом содержания биогенных элементов увеличивается флористическое значение зеленых (за счет хлорококковых), а таксономическая структура фитопланктона упрощается (Охапкин, 1997).

Количество десмидиевых уменьшается с увеличением проточности водоемов (Косинская, 1960). Наибольшее развитие десмидиевых отмечается в середине и конце лета при максимальном прогреве воды. Максимальное развитие вольвоксовых отмечается в слабопроточных загрязняемых озерах. Зеленые водоросли рода *Phacotus* характерны для минерализованных вод с высоким содержанием кальция (Трифонова, 1990).

Сине-зеленые водоросли наиболее разнообразны в слабомезотрофных и гипертрофных озерах, наибольшее их разнообразие и обилие приурочено к водоемам с отношением N:P около 29 (Smith, 1982, 1983) и снижается при высоких и низких величинах соотношения. Виды из родов *Lyngbya*, *Spirulina*,

*Oscillatoria* – миксотрофы по типу питания. Преобладание видов рода *Anabaena* объясняется их способностью к азотфиксации.

Большинство золотистых водорослей – холодноводные формы, так же как и десмидиевые, наиболее разнообразны в северных озерах, в частности в озерах Балтийского кристаллического щита и Канадского щита. Высокое разнообразие золотистых также отмечается в мезотрофных озерах с высоким содержанием кальция и соотношении азота и фосфора больше 20 (Трифонова, 1990). Золотистые водоросли способны к гетеротрофному и фаготрофному питанию, а величина pH является самым важным фактором в формировании флоры золотистых водорослей в водоемах Вологодской области. Биомасса золотистых водорослей находится в достоверной обратной зависимости от pH, цветности и концентрации азота общего. Максимальные значения биомассы золотистых отмечались также в олиго-мезотрофных водах (Корнева, 2003). В озерах умеренной зоны ранней весной подо льдом развиваются мелкие хризомонады *Chromulina*, *Chrysococcus*, *Stenokalyx*, *Pseudokephyrion*, *Kephrion*. Представители родов *Dynobrion* и *Mallomonas* наиболее распространены в глубоководных озерах. В мелководных озерах преобладают мелкие водоросли из родов *Chrysococcus* и *Stenokalyx* (Трифонова, 1990).

Разнообразие динофитовых водорослей, как правило, не зависит от трофического типа озер. Наибольшее разнообразие динофитовых приурочено к глубоким стратифицированным водоемам, наибольшую роль водоросли этого отдела играют в подледном планктоне ранней весной и сразу после вскрытия водоема (*Peridinium aciculiferum*). В летнем планктоне умеренной зоны чаще встречаются *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum*, *P.bipes*. В мягководных озерах отмечается положительная связь между численностью динофитовых и показателями трофности, а в жестководных озерах между ними наблюдается отрицательная корреляция. В мягководных озерах динофитовые имеют отрицательные связи с диатомовыми, а в жестководных – эти связи положительные (Отт, 1987).

Криптофитовые – также холодолюбивые представители водорослей, наиболее распространены в лесных мезотрофных озерах – виды рода *Cryptomonas*, *Chroomonas acuta* (Трифонова, 1990).

Эвгленовые водоросли характерны для высокоэвтрофных водоемов, в стратифицированных преобладали виды рода *Trachelomonas*, а в мелководных – виды рода *Euglena* и *Phacus*. Увеличение разнообразия эвгленовых – показатель эвтрофирования озер. Преобладание среди эвгленовых видов рода *Trachelomonas* характерно для северных озер (Сафонова, 1982).

Попытка выявить наиболее значимые абиотические факторы водной среды для водоемов умеренной зоны показала, что в озерах и реках Верхней Волги наиболее значимы для таксономической структуры альгофлоры содержание минеральных форм азота, pH и цветность воды. Факторами, увеличивающими видовое богатство альгофлоры, оказались морфометрические параметры (развитие береговой линии, площадь водосбора, соотношение средней и максимальной глубин). Упрощение структуры альгофлоры происходило при снижении минерализации и pH, увеличении цветности (по естественным и антропогенным причинам) (Охапкин, 2003). Было установлено достоверное снижение доли синезеленых (в % от видового состава) и возрастание относительного видового богатства золотистых и криптофитовых водорослей в водотоках повышенной цветности. Реки с повышенной минерализацией вод были богаче динофитовыми и обеднены десмидиевыми водорослями. Пропорция эвгленовых водорослей в составе фитопланктона рек сильно загрязненных минеральными формами азота снижалась, а зеленые с ростом эвтрофирования речных систем занимают ведущее положение в формировании альгофлоры. Криптофитовые и рафиофитовые водоросли интенсивно развиваются в кислых водах, и также являются показателями высокой сапробности и трофности среды (Охапкин, 1997).

В слабозакисленных и мягкводных озерах Вологодской области преобладали жгутиковые формы из отделов рафиофитовых, криптофитовых, золотистых и динофитовых. Для озер с более высокой жесткостью воды и ее нейтральной реакцией были характерны увеличение в планктоне доли сине-зеленых, диатомовых и зеленых хлорококоовых (Корнева, 2002).

В процессе обобщения данных по фитопланктону 61 карстового озера Среднего Поволжья была проведена работа по выявлению факторов среды, которые определяют уровень развития фитопланктонных сообществ и его продукцию. В качестве основных гидрохимических и гидрологических факторов, оказывающих влияние на биомассу и максимальную первичную продукцию летнего фитопланктона, были взяты концентрации минеральных форм фосфора и азота, общая минерализация, кислотность среды, а также площадь, объем, глубина (средняя и максимальная) озер и прозрачность воды.

Анализ влияния указанных факторов на биомассу отдельных групп водорослей и первичную продукцию был проведен с помощью факторного анализа методом главных компонент. В результате было выявлено, что концентрации минеральных форм фосфора находятся в положительной корреляции с биомассой динофитовых, сине-зеленых и зеленых водорослей. Минеральные формы азота положительно коррелируют с биомассой сине-зеленых, зеленых и эвгленовых водорослей и отрицательно – с биомассой золотистых водорослей.

Биомасса диатомовых водорослей находится в прямой зависимости от общей минерализации воды, а биомасса золотистых – в обратной зависимости.

Достоверная положительная связь отмечена между значениями рН и биомассой сине-зеленых и динофитовых водорослей и отрицательная – с биомассой золотистых водорослей.

Достоверное положительное влияние таких гидрологических параметров как площадь и объем было выявлено для динофитовых водорослей. Водоросли этого отдела предпочитают большие по площади и объему водоемы, стратифицированные в летний период. Биомасса диатомовых водорослей находится в обратной зависимости от средней глубины водоема. В отношении фактора освещенности, выражаемого через значения прозрачности, были отмечены достоверные отрицательные связи значений прозрачности с биомассой сине-зеленых, эвгленовых и зеленых водорослей. Увеличение биомассы этих отделов приводит к снижению прозрачности и наоборот.

Значения максимальной первичной продукции отрицательно коррелируют с прозрачностью воды озер и положительно – с биомассой эвгленовых водорослей.

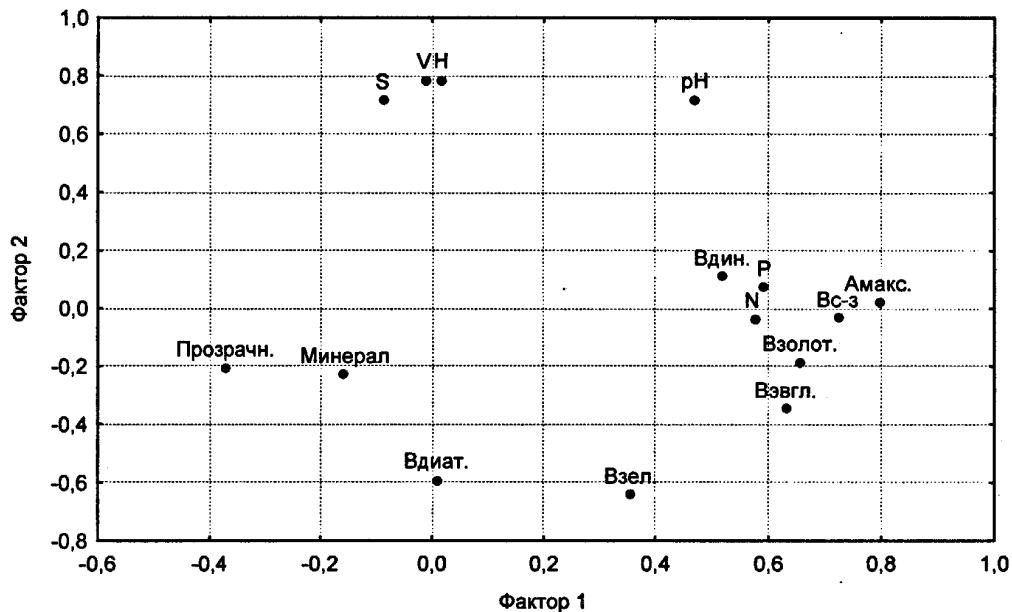


Рис.53. Координаты расположения абиотических факторов среды и биомассы (В) различных отделов фитопланктона в пространстве двух главных компонент (S – площадь, V – объем озера, N - минеральные формы азота, Р – минеральные формы фосфора, А макс. – максимальная первичная продукция).

Таким образом, проведенные исследования показали, что основным фактором, определяющим уровень и структуру биомассы ведущих отделов фитопланктона в озерах, является биогенная нагрузка (минеральными формами фосфора, прежде всего). Влияние минерализации, кислотности воды, морфометрических особенностей на структурные показатели фитопланктона второстепенно. Динофитовые водоросли предпочитают развиваться в больших и глубоких водоемах, обогащенных минеральными формами фосфора, с высокими значениями pH воды. Сине-зеленые и зеленые водоросли в исследованных карстовых озерах лучше развиваются при больших концентрациях минеральных форм фосфора и азота, в результате массового развития приводят к снижению прозрачности воды. Сине-зеленые водоросли также предпочитают более высокие значения pH воды. Эвгленовые водоросли имеют большую степень развития в водоемах с большими концентрациями минеральных форм азота, при массовом развитии также снижают прозрачность воды. Диатомовые водоросли предпочитают неглубокие озера с большими значениями минерализации воды. Золотистые водоросли лучше развиваются в озерах с меньшими значениями минерализации и pH и меньшими концентрациями минеральных форм азота. Максимальная первичная продукция фитопланктона выше в озерах с меньшими значениями прозрачности и большим развитием эвгленовых водорослей.

## 6.2. Влияние зоопланктона на структуру и продуктивность фитопланктона

Трофические отношения гидробионтов постоянно привлекают внимание исследователей, так как продуктивность водных экосистем во многом зависит от того, насколько полно органическое вещество фитопланктона, микрофлоры и детрита используется организмами-гетеротрофами (Монаков, 1998).

В большинстве случаев водоросли в экосистемах выступают как продуценты органического вещества. Прирост фитопланктона ограничивается биогенными элементами и выеданием. В связи с этим важнейшим фактором, ограничивающим развитие водорослей в конкретной экосистеме, является наличие консументов, в частности, представителей зоопланктона. Известно, что видовой и размерный состав водорослей могут регулировать фильтраторы зоопланктона, благодаря потреблению мелкой фракции (Никулина, 1977; Крючкова, 1989; Михеева, 1992 и др.). Выедание определяется избирательностью и скоростью потребления пищи гидробионтами, численность и биомасса которых становится решающим фактором. Потребляя, гидробионты не только снижают количество водорослей, но и косвенно способствуют их развитию, минерализуя органическое вещество пищи и выделяя в среду биогенные элементы, благодаря чему возрастает скорость круговорота вещества, интенсивность фотосинтеза и т.д. (Гутельмакер, 1988). Многие организмы выполняют роль своеобразных биофильтраторов, аккумулирующих и перерабатывающих огромное количество органических и минеральных взвесей (Монаков, 1998). Большое внимание уделяется важной роли, которую играет зоопланктон в трансформации вещества и энергии в водоеме, в самоочищении и формировании качества природных вод. В зоопланктоне пресных вод основную роль играют простейшие, коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные (Гутельмакер, 1988).

В наших исследованиях был проведен анализ сезонной динамики двух планктонных сообществ – фито - и зоопланктона и взаимоотношений между ними в карстовых озерах Большой (особенно подробно) и Малый Яльчик за

вегетационный период 1997 г. Кроме того, была проведена попытка выявить избирательность в питании различных групп беспозвоночных животных видами фитопланктона. Спектры питания организмов зоопланктона и размеры потребляемых ими частиц устанавливались по литературным данным (Гутельмахер, Садчиков, Филиппов, 1988; Крылов, 1989; Крючкова, 1989; Монаков, 1998). Из литературы следует, что планктонные коловратки потребляют преимущественно водоросли, размер которых не превышает 30 мкм, ветвистоусые ракообразные и веслоногие – от 30 до 70 мкм. Крупные по размерам, колониальные и нитчатые водоросли (> 70 мкм) потребляются веслоногими ракообразными – «грубыми» фильтраторами или не потребляются вообще. Коловратки рода *Asplanchna* и циклопы отнесены к факультативным хищникам, ракчи *Leptodora kindtii* и личинки *Chaoborus* – к облигатным хищникам. В связи с этим виды фитопланктона был разделены на три размерные группы: 1 группа < 30 мкм, 2 группа - 30-70 мкм, 3 группа - > 70 мкм (табл.12).

Для выявления взаимоотношений между каждой из размерных групп фитопланктона и групп зоопланктона, выделенных по типам питания и размерам потребляемого корма, была построена регрессионная модель, выполнен пошаговый регрессионный анализ и рассчитаны частичные коэффициенты корреляции при пошаговом анализе. В качестве зависимой переменной рассматривалась биомасса фитопланктона 1-3 групп, в качестве независимых – биомасса коловраток, ракообразных - тонких фильтраторов, грубых фильтраторов и факультативных хищников. Распределение биомасс фито- и зоопланктона отличалось от нормального, поэтому были выполнены процедуры выравнивания данных ( $\sqrt{x}$ ,  $\ln+1$ ) для приведения к нормальному распределению. Для выявления зависимостей был рассчитан коэффициент корреляции Спермана. Статистические расчеты выполнены при помощи пакетов программ Statistica и Statgraphics.

Таблица 12

Размерные группы фитопланктона оз.Большой и Малый Яльчик

**Первая размерная группа < 30 мкм**

Сине-зеленые

*Gomphosphaeria lacustris* Chod.

Эвгленовые

*Trachelomonas volvocina* Ehr.

*T. volvocina var. subglobosa* Lemm.sens.Swir.

Динофитовые

*Gymnodinium* sp.

Золотистые

*Chrysococcus rufescens* Klebs

*Kephrion rubri-claustri* Conr.

*K. moniliferum* (Schmid.) Bourrelly

Диатомовые

*Achnanthes* sp.

*Cyclostephanos dubius* (Fricke) Hust.

*Cyclotella bodanica* Eulents.

*C. comensis* Grun.

*C. radiosoa* (Grun.) Lemm.

*Stephanodiscus minutulus* (Kutz.) Cleve et Moller

Зеленые

*Phacotus coccifer* Korsch.

*Coelasnrum microporum* Nag.

*Nephrochlamys subsolitaria* (G.S.West) Korsch.

*Raphidocelis contorta* (Schmidle) Marv.et al.

*Oocystis rhomboideae* Fott

**Вторая размерная группа - от 30 до 70 мкм**

Динофитовые

*Peridinium cinctum* (O.F.M.)Ehr.

Золотистые

*Dinobryon divergens* Imh.

Диатомовые

*Asterionella formosa* Hass.

*Pinnularia gibba* Ehr.

*Nitzschia* sp.

**Третья размерная группа - > 70 мкм**

Динофитовые

*Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh

Сине-зеленые

*Anabaena scheremetievi* Elenk.

*A. flos-aquae f. flos-aquae* (Lyngb.)Breb.

*Oscillatoria agardhii* Gom.

*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs

*Aph. Elenkinii* Kissel.

*Oscillatoria planctonica* Wotosz.

Диатомовые

*Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr.

170

### Озеро Большой Яльчик

В видовом составе фитопланктона озера за вегетационный период исследований было определено 148 таксонов рангом ниже рода семи отделов. По числу видов преобладали зеленые водоросли - 50 видов, к отделу диатомовые принадлежали 28 таксонов, к отделу эвгленовые – 23, золотистые – 20, сине-зеленые – 18, динофитовые – 7, криптофитовые – 2. Количество видов фитопланктона в озере за исследовательский период 1997 г. менялось от 34 до 64 видов. В весенний период в видовом составе преобладали комплексы из золотистых, эвгленовых, зеленых и диатомовых водорослей, в летний и осенний периоды – из зеленых, сине-зеленых и диатомовых водорослей. Численность фитопланктона в озере менялась за вегетационный период от 474,06 тыс.экз/л до 1565,74 тыс.экз/л, биомасса – от 0,098 мг/л до 0,521 мг/л, составляя в среднем за вегетационный сезон 1019,9 тыс.экз./л и 0,265 мг/л. В зоопланктоне оз. Большой Яльчик было обнаружено 74 вида, из них коловраток 35, ветвистоусых ракообразных - 22, веслоногих ракообразных - 17 видов. Численность зоопланктона в течение вегетационного сезона менялась от 93,5 до 1472,9 тыс.экз/м<sup>3</sup>, а биомасса – от 0,6 до 5,8 г/м<sup>3</sup>. Средняя за вегетационный период численность зоопланктона в оз.Большой Яльчик, с учетом мелких организмов зоопланктона, составляла 515 тыс.экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 1,76 г/м<sup>3</sup>. По численности преобладали коловратки (85-90% от общей численности), по биомассе - Copepoda (53-58% от общей биомассы). Наибольшие значения количественных показателей зоопланктона отмечались в эпилимнионе или металимнионе, по численности на всех горизонтах преобладали коловратки, по биомассе – Cladocera или Сордаты. Для выявления большей наглядности при сопоставлении динамики численности и биомассы фито- и зоопланктона, все количественные показатели были выражены в процентах. За 100% бралось максимальное за сезон значение показателя по исследуемому компоненту, а все остальные значения рассчитывались от этого максимума.

При рассмотрении динамики средней по столбу воды численности видно, что фитопланктон достигал пиковых значений в начале сентября, в связи с массовым развитием сине-зеленых водорослей, которые составляли до 95% от общей численности (рис.54). Доминантами являлись *Aphanizomenon flos-aquae* (50,4%), *Oscillatoria splendida* (24,6%), *Lyngbya limnetica* (11,2%).

Пик численности зоопланктона приходился на вторую декаду июня. В это время численность зоопланктона превышала 1400 тыс.экз/м<sup>3</sup>, в планктоне преобладали коловратки, составляя 85-90% от общей численности.

В числе доминантов отмечались *Keratella cochlearis* (36,7%), *Kellikotia longispina* (26,7%), *Filinia longiseta* (11,8%), *Polyarthra vulgaris* (5,6%). Впоследствии наблюдается постепенное снижение численности коловраток. Начиная со второй декады июля численность групп зоопланктона уже не превышает 200 тыс.экз/м<sup>3</sup>. В конце вегетационного сезона численность зоопланктона была самой низкой.

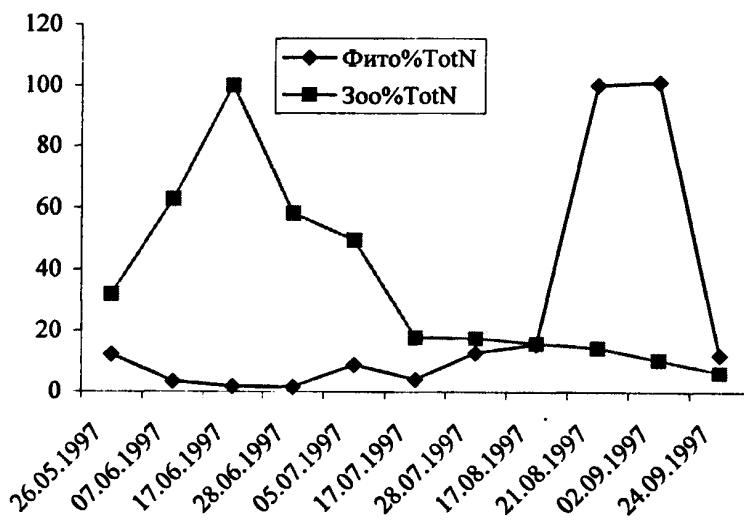


Рис.54. Сезонная динамика численности фито- и зоопланктона оз.Большой Яльчик (в % от максимального значения).

Наибольшая биомасса фитопланктона наблюдалась в конце июля и формировалась динофитовыми (около 58% от общей биомассы) с доминантами *Ceratium hirundinella* (17,3%), водорослями рода *Peridinium* (40,5%). Пик биомассы зоопланктона приходился на первую декаду июня (6 г/м<sup>3</sup>) (рис.55).

По биомассе в начале вегетационного периода доминировали коловратки *Asplanchna priodonta* (май-июнь) и веслоногие ракообразные различных возрастных стадий, в первой и второй декаде июля преобладали ракчи *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eudiaptomus graciloides*, в конце июля – *Daphnia cristata*, *Cyclops lacustris*, *E.graciloides*, в августе и сентябре - *E.graciloides*, *D.brachyurum*, *Daphnia longispina*, *D.cucullata*, *Trichocerca capucina*

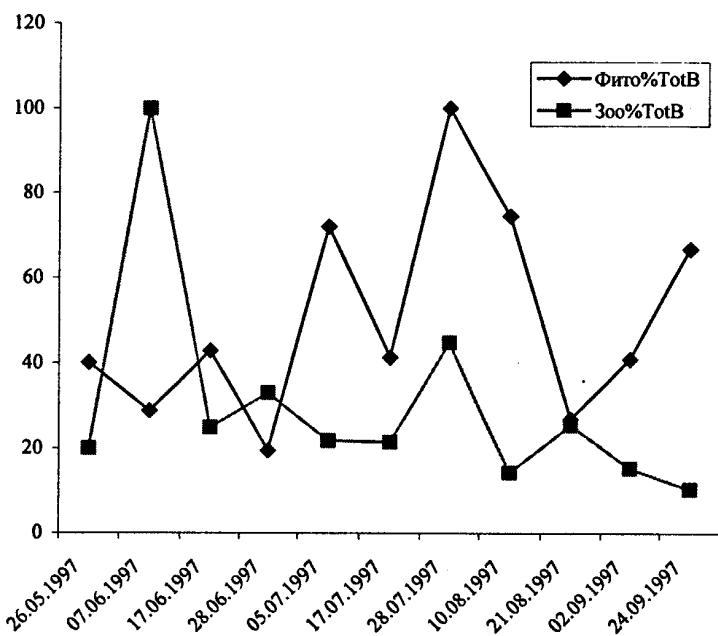
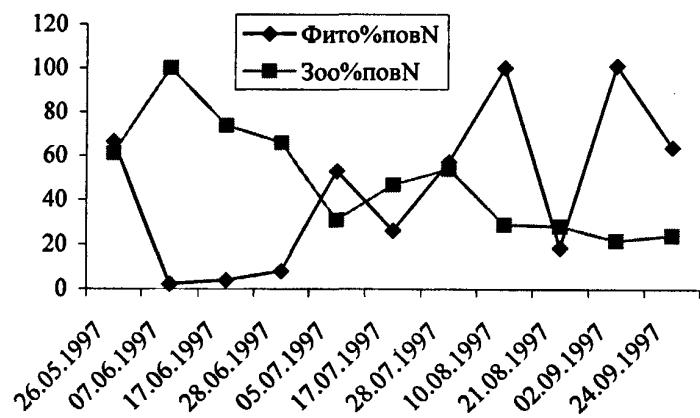


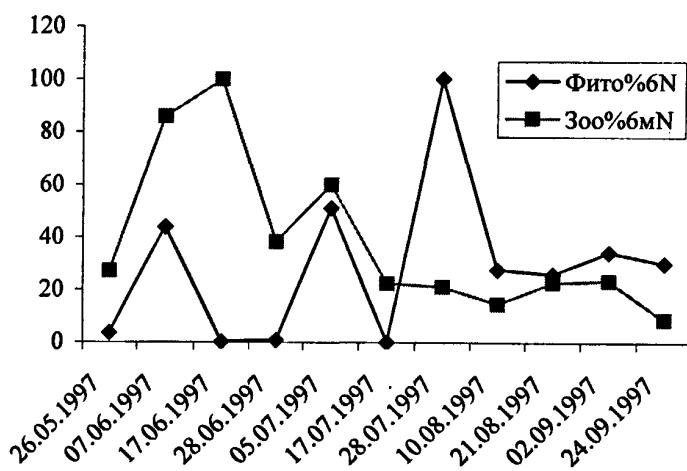
Рис.55. Сезонная динамика биомассы фито- и зоопланктона оз.Большой Яльчик (в% от максимального значения).

Изучение динамики показателей фито- и зоопланктона по температурным горизонтам показало, что самое большое значение численности фитопланктона в эпилимнионе отмечалось в начале сентября, доминантом по численности была сине-зеленая водоросль *Aphanizomenon flos-aquae* (до 98%). Пик численности зоопланктона в эпилимнионе приходился на первую декаду июня, доминантами по численности являлись коловратки *Keratella cochlearis* (43%), *Conochilis unicornis* (10,8%), *Polyarthra vulgaris* (8,6%) (рис.56).

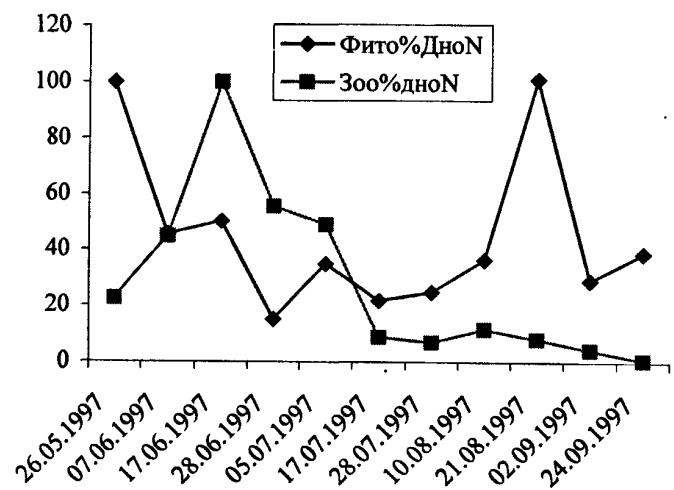
В металимнионе численность фитопланктона была подвержена значительным колебаниям, пик в развитии приходился на конец июля,



ЭПИЛИМНИОН



металимнион



гиполимнион

Рис.56. Динамика численности фито – и зоопланктона по горизонтам, оз.Большой Яльчик (1997 г.).

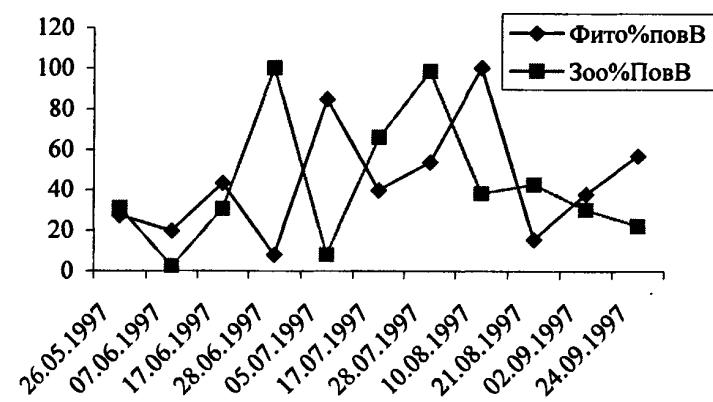
доминанты по численности – *Lyngbya limnetica* (31,7%), *Aphanizomenon flos-aquae* (20 %), водоросли рода *Oscillatoria* (20%). Пик численности зоопланктона в металимнионе, как и по всему столбу воды, приходится на вторую декаду июня, доминантами являются *Keratella cochlearis* (39%), *Kellikotia longispina* (31,9%).

В гиполимнионе отмечено два пика в развитии фитопланктона – в конце мая и августа. Доминантом по численности являлись водоросли из отделов сине-зеленые *Lyngbya limnetica* (32%), динофитовые из рода *Gymnodinium*, а также диатомовые из класса центрические. Численность зоопланктона в гиполимнионе была наименьшей, доминировали по численности *Kellikotia longispina* (35%), *Keratella cochlearis* (31,7%), *Filinia longiseta* (18,9%).

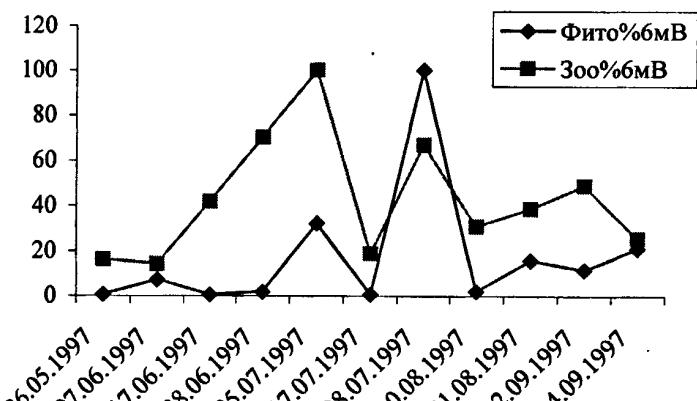
Наибольшее значение биомассы фитопланктона в эпилимнионе отмечалось в первой декаде августа с доминированием динофитовых водорослей рода *Peridinium* (72%). По биомассе зоопланктона в эпилимнионе в конце июля доминировали *Eudiaptomus graciloides* (28%), *Diaphanasoma brachyurum* (13,4 %), *Asplanchna priodonta* (13%) (рис.57).

Пик биомассы фитопланктона в металимнионе совпадал по дате с пиком численности в этом горизонте (конец июля), доминантами являлись сине-зеленые рода *Oscillatoria* (35%) и динофитовые рода *Peridinium* (12,8%). Пик биомассы зоопланктона в металимнионе приходился на начало июля с доминантами *Eudiaptomus graciloides* (19,2%), *Asplanchna priodonta* (13%)

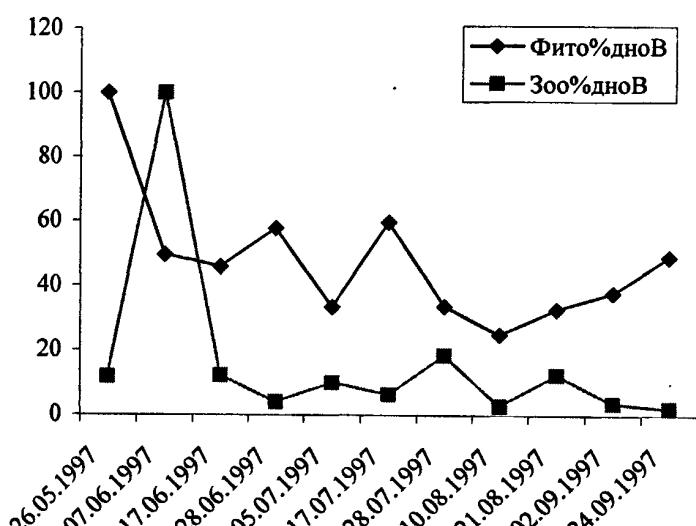
Пик биомассы фитопланктона в гиполимнионе был отмечен в конце мая, доминировали диатомовые водоросли родов *Stephanodiscus* и *Cyclotella*. Наибольшее значение биомассы зоопланктона в гиполимнионе приходились на начало июня, доминантами по биомассе были *Eudiaptomus graciloides* (48,6%), *Daphnia cristata* (12%).



ЭПИЛИМНИОН



МЕТАЛИМНИОН



ГИПОЛИМНИОН

Рис. 57. Динамика биомассы фито – и зоопланктона в оз. Большой Яльчик (1997 г. по горизонтам).

Динамика усредненных по столбу воды численности и биомассы фито- и зоопланктона была сопоставлена с динамикой значений прозрачности. Фаза «чистой воды», которая сопровождается максимальными значениями прозрачности – 3,8 м, приходилась на 28.06.1997 г. и сопровождалась наименьшими значениями численности и биомассы фитопланктона (рис.58).

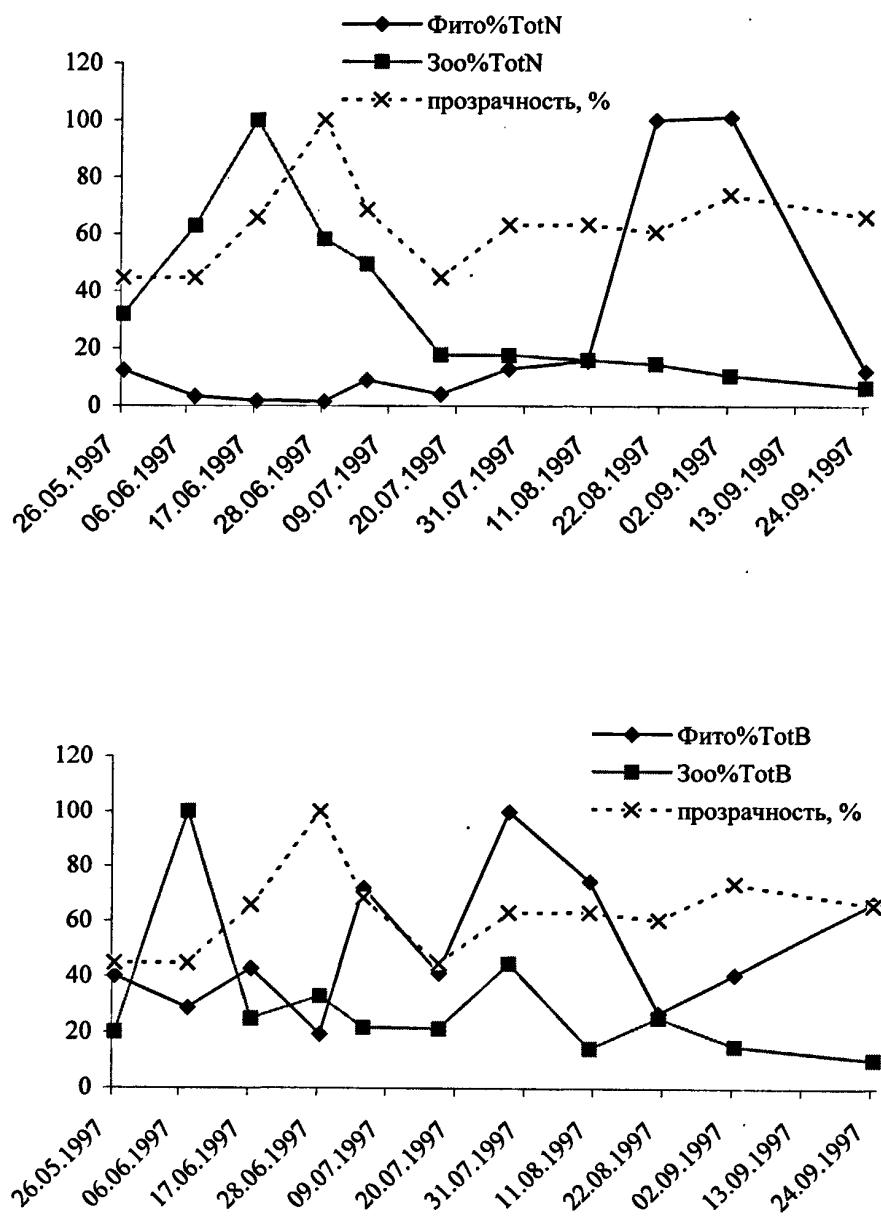


Рис.58. Изменение численности и биомассы фито- и зоопланктона, прозрачности воды оз.Большой Яльчик (1997 г.).

В оз. Б.Яльчик биомасса водорослей первой размерной группы отрицательно коррелирует с биомассой коловраток и факультативных хищников (табл.13).

Таблица 13  
Результаты пошагового множественного регрессионного анализа взаимоотношений между биомассой фитопланктона и зоопланктона  
в оз. Большой Яльчик.

Группа	Частичный корреляционный коэффициент (n=11)		
	1 гр.	2 гр.	3 гр
Rotatoria	-0,48**	-0,628*	
Cladocera		0,634*	0,44**
Грубые фильтраторы			
Факультативные хищники	-0,39***		
Adj. R <sup>2</sup>	0,189**	0,44*	0,10**

Примечание: \*P<0,05, \*\*P<0,17, \*\*\*P<0,26; Adj. R<sup>2</sup> - скорректированный коэффициент детерминации множественной регрессионной модели.

Значимость модели низка, вероятно, на биомассу водорослей этой группы оказывают влияние другие факторы, которые не удалось учесть при построении модели. Коэффициент корреляции Спермана также выявил отрицательную зависимость между биомассой коловраток и биомассой водорослей первой группы ( $R=-0,6$ ,  $P=0,05$ ). Биомасса водорослей второй размерной группы отрицательно коррелирует с биомассой коловраток и положительно - с биомассой ракообразных - тонких фильтраторов (Cladocera). Значимость регрессионной модели достаточно высока, модель описывает 44% случаев.

Практически отсутствует корреляция между биомассой водорослей третьей группы и биомассой зоопланктона. Вероятно, эти водоросли плохо потребляются зоопланктоном, в силу их размерных характеристик, несъедобности или пространственного распределения (в нижних слоях гиполимниона). Таким образом, регрессионный анализ позволяет сделать предположение, что на биомассу водорослей первой и второй групп наибольшее влия-

ние могут оказывать тонкие фильтраторы, главным образом *Rotatoria*. Возможно, между коловратками и ветвистоусыми ракообразными существуют конкурентные отношения.

### Озеро Малый Яльчик

В видовом составе фитопланктона озера за вегетационный период исследований было определено 214 таксонов рангом ниже рода семи отделов. По числу видов преобладали зеленые водоросли - 75 видов, к отделу диатомовые принадлежали 50 таксонов, к отделу сине-зеленые – 29, эвгленовые – 27, золотистые – 24, динофитовые – 7, криптофитовые – 2. Весенний комплекс водорослей представляли диатомовые, зеленые, золотистые и эвгленовые водоросли, в первой половине лета - диатомовые, золотистые и эвгленовые, во второй половине – зеленые, эвгленовые, сине-зеленые и диатомовые, осенний комплекс видов представляли диатомовые, сине-зеленые и эвгленовые. Численность фитопланктона в озере составляла в среднем за вегетационный сезон 1019,9 тыс.экз./л, а биомасса 0,311 мг/л.

В зоопланктоне оз.Малый Яльчик обитает 64 вида, в их числе 29 видов *Rotatoria*, 19 – *Cladocera* и 16 – *Copepoda*. Средняя за вегетационный период численность зоопланктона в оз.Малый Яльчик, с учетом мелких организмов зоопланктона, составляла 394 тыс.экз/ $m^3$ , а биомасса – 0,93 г/ $m^3$ . По численности преобладали коловратки (85% от общей численности), по биомассе – *Copepoda* (45% от общей биомассы). Наибольшие значения численности и биомассы зоопланктона отмечались в эпилимнионе, иногда – в металимнионе, по численности на всех горизонтах преобладали коловратки – *Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris*, *P.dolychoptera*, *Trichocerca capucina*, *T.pusilla*, *Conochilis unicornis*, науплиальные стадии циклопов. По биомассе доминировали *Cladocera* или *Copepoda* в зависимости от времени года – в мае доминировали *Eudiaptomus graciloides*, *Daphnia cucullata*, личиночные стадии циклопов, в первой и второй декаде июня – *Asplanthna priodonta*, *Eudiaptomus graciloides*, в третьей декаде июня преобладали *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brahyurum*, *Daphnia cucullata*, в июле – сентябре –

*Eudiapnomus graciloides*, *Trichocerca capucina*, *Daphnia cucullata*, *Asplanhna priodonta*.

В оз. М.Яльчик регрессионная модель выявила значимую зависимость между биомассой водорослей 1 группы и биомассой коловраток и Cladocera – тонких фильтраторов (табл.14).

Таблица 14

Результаты пошагового множественного регрессионного анализа взаимоотношений между биомассой фитопланктона и зоопланктона в оз. Малый Яльчик.

Группа	Частичный корреляционный коэффициент (n=13)		
	1 группа ф/пл	2 группа ф/пл	3 группа ф/пл
Rotatoria	- 0,71*	0,44**	0,55**
Cladocera	- 0,64*		
Грубые фильтраторы	0,24***		
Факультативные хищники	0,22***		-0,32***
Adj. R <sup>2</sup>	0,31**	0,12**	0,20**

Примечание: \*P<0,05, \*\*P<0,15, \*\*\*P<0,5; Adj. R<sup>2</sup> - скорректированный коэффициент детерминации множественной регрессионной модели.

Для организмов фитопланктона первой размерной группы коэффициенты корреляции имеют отрицательные значения, что указывает на выедание водорослей видами-фильтраторами. Для двух других групп фитопланктона значимость выявленных зависимостей невысока, однако, из модели видно, что биомасса водорослей третьей группы имеет отрицательный коэффициент корреляции с биомассой факультативных хищников, что позволяет сделать предположение о том, что эти водоросли потреблялись зоопланктоном.

Корреляционный анализ Спермана выявил отрицательную зависимость между биомассой Rotatoria и Cladocera ( $R = -0,62$ ,  $P=0,024$ ). Отрицательная корреляция между биомассой зоопланктона и фитопланктона может отражать эксплуатационную конкуренцию, а отрицательная корреляция между биомассами различных групп зоопланктона может указывать на прямую интерференционную конкуренцию между ними.

Таким образом, результаты исследований показали взаимосвязанность планктонных сообществ. Проведенное сравнение сезонного хода биомассы

фито- и зоопланктона оз. Большой и Малый Яльчик, показывает, что фактор выедания имеет значение в этих озерах. Наименьшие значения численности и биомассы фитопланктона приходились на период максимального развития зоопланктона и наоборот. В динамике биомасс планктонных организмов на протяжении вегетационного периода наблюдались по 2-3 пика с несовпадением сроков для фито- и зоопланктона. Изучение динамики показателей фито- и зоопланктона по горизонтам показало, что наибольшие значения численности и биомассы отмечались в эпи - и (или) металимнионе. Методом пошагового регрессионного анализа было выявлено, что на биомассу водорослей < 30 мкм (первая группа) и от 30 до 70 мкм (вторая группа) оз. Большой Яльчик наибольшее влияние могут оказывать тонкие фильтраторы, главным образом коловратки. Роль ветвистоусых ракообразных ниже, возможно, вследствие существующей конкуренции между коловратками и ракообразными. Водоросли > 70 мкм (третья группа) практически не используются в пищу вследствие размеров и расположности в гиполимнионе. В оз. Малый Яльчик водоросли первой группы выедаются коловратками и ветвистоусыми, водоросли второй группы в пищу практически не используются, а водоросли третьей размерной группы потребляются факультативными хищниками - коловраткам рода *Asplanchna* и циклопами. Максимальные значения прозрачности совпадали с наименьшими значениями численности и биомассы фитопланктона.

## Глава 7. ОЦЕНКА ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА ОЗЕР ПО БИОМАССЕ ФИТОПЛАНКТОНА И ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Оценка трофического статуса проводилась по летним значениям биомассы фитопланктона с помощью индекса Милиус и по суточным значениям первичной продукции в поверхностном слое воды, выраженной в мкгС/(л. сут.) (Бульон, 1983), полученные результаты сравнивались с индексом Карлсона, рассчитанным по прозрачности воды. По комплексу использованных индексов было выделено пять трофических групп озер (табл.15, 16).

Среди исследованных карстовых озер к олиготрофному типу было отнесено два озера лесной зоны: одно глубокое, стратифицированное с малой минерализацией (21 – 33 мг/л) – оз. Карась, другое – мелководное минерализованное (1596 мг/л) – оз. Старица - кв.15. Концентрации минеральных форм фосфора были низки – от 0 до 0,001 мг/л, в видовом составе фитопланктона отмечалось от 10 до 15 видов, летняя биомасса водорослей составляла 0,317 - 0,144 мг/л.

Озера олиго-мезотрофного типа отмечались как в лесной (15) так и в лесостепной зоне (2), все озера этой группы были глубокие и стратифицированные, минерализация воды в них менялась в диапазоне от 28,9 до 4008 мг/л, концентрации минеральных форм фосфора - от 0,024 до 0,114 мг/л. В видовом составе фитопланктона этого типа озер отмечалось от 3 до 202 видов, а летние значения биомассы колебались от 0,015 до 1,76 мг/л. Максимальная летняя продукция фитопланктона находилась в пределах от 0,22 до 0,74 мг О<sub>2</sub>/(л. сут.), а интегральная - от 0,33 до 9,26 г О<sub>2</sub>/ (м<sup>2</sup>.сут.).

Двадцать озер лесной зоны были отнесены к мезотрофному типу. Минерализация воды в этих озерах менялась от 25 до 3693 мг/л, концентрация минеральных форм фосфора – от 0,013 до 0,04 мг/л, в видовом составе фитопланктона отмечалось от 6 до 187 видов, биомасса планктона колебалась в пределах от 0,604 до 3,41 мг/л, величина максимальной

Таблица 15

Оценка трофического статуса исследованных озер  
по летним показателям фитопланктона

Озера	$\Sigma$ ионов, мг/л	Р минер., мг/л	Кол-во видов	В л мг/л	В мг/л	A	Троф. индексы								
							ISD	Ib	ИТС						
<b>лесная зона</b>															
<b>олиготрофные</b>															
Карась	21 - 33	0 - 0,003	10	0,144	-	-	39	25	-						
Старица кв.15	1596	0	15	0,317	-	-	33	33	-						
<b>олиго-меротрофные</b>															
Шап	32 - 153	0,05 - 0,22	17	0,250	-	-	55	31	-						
Орьеर	129 - 168	0	21	0,330	-	-	53	34	-						
Серебряное	145 - 155	0,013 - 0,017	12	0,297	-	-	50	33	-						
Лесная сказка	357 - 445	0,017 - 0,02	30	0,374	-	-	51	35	-						
Кужьеर	208 - 264	0 - 0,107	4	0,177	-	-	54	27	-						
Тотьеर	237 - 1202	0	6	0,080	-	-	51	19	-						
Шутьеर	204 - 210	0	3	0,301	-	-	44	33	-						
Табашинское	241 - 311	0	6	0,566	-	-	50	39	-						
Мельничное	61 - 103	0,023	15	0,332	-	84	-	34	49						
Шешьеर	258 - 310	0 - 0,013	14	0,198	-	-	46	29	-						
Глухое	157 - 388	0,01 - 0,017	202	0,488	0,176	281	47	38	59						
Кононьеर	280 - 1401	0 - 0,09	58	0,369	-	266	47	35	59						
Большое Голубое	2514 - 4008	0,006 - 0,012	48	1,763	-	224	32	51	57						
Шунгалдан	658 - 2413	0,017 - 0,477	36	0,387	-	-	50	35	-						
Осиново	111 - 166	0,01 - 0,27	9	0,282	-	-	52	32	-						
<b>меротрофные</b>															
Большой Чуркан	25	-	12	1,007	-	-	49	45	-						
Кошаер	17 - 36,8	0 - 0,08	28	0,827	-	-	48	43	-						
Паленое	190 - 2435	0,05 - 0,08	26	1,410	-	-	57	48	-						
Большое Глубокое	81 - 90	0,01 - 0,057	69	1,136	-	-	51	46	-						
Сайвер	150 - 171	0,017 - 0,027	12	0,875	-	-	50	44	-						
Кузнечиха	83 - 365	0 - 0,14	13	1,043	-	-	49	45	-						
Изьеर	292	0,03	18	0,906	-	-	47	44	-						
Пезмучаш	204	-	26	1,153	-	-	60	46	-						

Таблица 15

Озера	$\Sigma$ ионов, мг/л	Р минер., мг/л	Кол-во видов	В л мг/л	В мг/л	A	Троф. индексы		
							ISD	Ib	ИТС
Зеленое	190 - 574	0,003 - 0,04	50	1,059	-		48	45	
Малое Голубое - 1	2036 - 3148	0,01 - 0,017	35	1,559	-		46	49	
Малое Голубое - 2	2346 - 3185	0,01 - 0,018	29	1,532	-		49	49	
Таир	200	0,015	6	0,971	-		60	45	
Шильма	233	0	15	1,241	-		57	47	
Большой Яльчик	119 - 164	0 - 0,02	187	1,198	0,265	247	48	47	58
Большой Мушандер	275 - 648	0,01 - 0,013	48	0,617		251	42	40	58
Верхний Кабан	412 - 464	0,027 - 0,227	117	1,362			59	48	
Голубая Старица	1943 - 2309	0,01 - 0,02	19	1,740		217	52	50	57
Югидем	1473 - 3693	0,033 - 0,063	43	0,604		247	43	40	58
Эргежьер	266	-	-	-		293	57		60
Долгое	214 - 516	0	28	3,410			57	57	
мезо-эвтрофные									
Бойня	143	0,1	6	1,143			64	46	
Пужаньер	281 - 288	0	22	4,808			51	61	
Кожла-Сола	158 - 243	0,007 - 0,11	38	0,995		509	59	45	65
Малый Яльчик	210 - 346	0 - 0,34	214	0,587	0,296	426	54	40	63
Шушьер	108 - 125	0,003 - 0,15	52	1,793			64	51	
Юрдур	118	0 - 0,017	13	2,166		973	67	53	80
Кичиер	72 - 250	0,01 - 0,27	66	2,619		859	51	55	69
Еланьер	322 - 349	0,05 - 0,12	14	10,199			45	68	
Морской Глаз	488 - 557	0,04 - 0,05	23	7,643			55	65	
Карагаер	892 - 1151	0,12 - 0,14	25	7,934		315	54	66	60
Соленое	2032 - 13124	0,05 - 1,36	51	0,550		521	64	40	64
Карасиха	67,3 - 153,01	0,017 - 0,99	92	2,394	0,493		64	54	

Таблица 15

Озера	$\Sigma$ ионов, мг/л	Р минер., мг/л	Кол-во видов	В л мг/л	В мг/л	A	Троф. индексы		
							ISD	Ib	ИТС
Раифское	226 - 240	0,02 - 0,04	176	2,834	1,022	764	58	55	68
<b>эвтрофные</b>									
Шундоер	98	0 - 0,003	47	5,570			64	62	
Старица кв.40	2130	0,03	7	9,324				67	
Белое	285,5 - 386,38	0,027 - 0,063	200	7,687	0,95	76	66	65	68
Ильинское	117,65 - 208,34	0,02 - 0,18	67	10,111		1060	63	68	71
Линево	97 - 117	0,043 - 0,57	148	6,913	1,692		62	64	
Нижний Кабан	725 - 1629	0,14 - 0,35	142	5,347			67	62	
Средний Кабан	224 - 1150	0,123 - 0,206	132	15,146			64	72	
<b>лесостепная зона</b>									
<b>олиго-мезотрофные</b>									
Моховое	28,9 - 49	0,27 - 0,7	30	0,082			56	20	
Акташский провал	632,6	0	5	0,015			46	3	
<b>мезо-эвтрофные</b>									
Ковалинское	57,8 - 108	0,02 - 0,15	21	0,610			76	40	
Тарлашинское	59,2 - 87	0,16 - 0,48	39	1,313			69	48	

**Примечание:**

В л - летние значения биомассы, В - средние за вегетационный сезон;

А - мкгС / (л сут.); ISD - трофический индекс Карлсона,

Ib - трофический индекс Милиус, ИТС - трофический индекс Бульона.

продукции менялась от 0,57 до 0,77 мг О<sub>2</sub>/(л\*сут.), а интегральной – от 0,96 до 3,7 г О<sub>2</sub>/ (м<sup>2</sup>.сут.).

Группа мезо-эвтрофных озер представлена пятнадцатью глубокими водоемами, 13 из которых находятся в лесной зоне, а 2 – в лесостепной. Минерализация воды в них колебалась от 58 до 13124 мг/л, а концентрация минеральных форм фосфора – от 0,04 до 0,28 мг/л. В видовом составе планктона отмечалось от 6 до 214 видов водорослей, биомасса менялась в

пределах от 0,55 до 10,2 мг/л. Исследования первичной продукции фитопланктона этих озер показали, что интенсивность фотосинтеза в поверхностном слое воды составляла 0,315 – 0,974 мг О<sub>2</sub>/ (л. сут), а интегральная величина первичной продукции составляла 0,78 - 3,66 г О<sub>2</sub>/ (м<sup>2</sup>.сут).

Эвтрофный статус был определен для семи озер лесной зоны (3 – глубоководных и 4 мелководных). Минерализация воды в них менялась от 97 до 2130 мг/л, концентрация растворенных в воде фосфатов менялась от 0,05 до 0,2 мг/л, количество видов планктонных водорослей составляло от 7 до 200, значение биомассы летнего фитопланктона колебалось в пределах от 5,3 до 15,15 мг/л, максимальная интенсивность фотосинтеза в поверхностном слое воды составляла от 2,01 до 2,8 мг О<sub>2</sub>/ (л.сут), а интегральная величина менялась от 1 до 1,47 г О<sub>2</sub>/ (м<sup>2</sup>.сут).

Озеро лесостепной зоны Чистое с малой минерализацией (47,5 – 92,3 мг/л) и концентрацией минерального фосфора от 0,08 до 0,57 мг/л оценивалось по индексу Карлсона в силу низкой прозрачности воды как эвтрофное, а по показателям биомассы фитопланктона (0,186 мг/л) – как олиготрофное.

Таблица 16

Трофические типы карстовых озер Среднего Поволжья, выделенные по летним показателям фитопланктона.

Трофический тип	Σ ионов мг/л	P мин. мг/л	Кол-во видов	B мг/л	A макс., мг О <sub>2</sub> (л.сут)	ΣA, г О <sub>2</sub> (м <sup>2</sup> .сут)
олиготрофный	21-1596	0 – 0,001	10 - 15	0,144 – 0,317	-	-
олиго-мезотрофный	28,9- 4008	0,024 - 0,114	3 - 202	0,015-1,76	0,22 – 0,74	0,33 – 9,26
мезотрофный	25 - 3693	0,013 – 0,040	6 - 187	0,604 – 3,41	0,57 – 0,77	0,96 – 3,63
мезо-эвтрофный	58- 13124	0,04 – 0,315	6 - 214	0,55 – 10,2	0,83 – 2,56	0,78 – 3,66
эвтрофный	97 - 2130	0,05 – 0,200	7 - 200	5,3 – 15,15	2,01 – 2,8	1 – 1,57

Таким образом, по показателям развития фитопланктона большая часть карстовых озер Среднего Поволжья имеет мезотрофный (33%), олиго-мезотрофный (28%) и мезо-эвтрофный (25%) статус. В лесной зоне

представлены все типы озер с преобладанием мезотрофных и олиго - мезотрофных, а в лесостепной в равной степени - олиго-мезотрофные и мезо-эвтрофные. Из 51 глубоководного озера – большая часть – мезотрофные (32,7%) и олиго-мезотрофные (31%), а среди 10 мелководных больше эвтрофных (40%) и мезотрофных (30%) озер. Отмечается тенденция увеличения количества видов фитопланктона, его биомассы и продукции в поверхностном слое воды по мере увеличения концентрации минерального фосфора. Самые низкие величины интегрального фотосинтеза отмечались в эвтрофных водоемах в связи с низкими значениями прозрачности воды. В пределах групп озер с одинаковым трофическим типом большие концентрации минерального фосфора отмечались в озерах с меньшей минерализацией. Отмечено, что в олиго-мезотрофных озерах летние значения биомассы могут превышать среднюю за вегетационный сезон в 2,8 раз, в мезотрофных – в 4,5 раз, в мезо-эвтрофных - в 2 – 4,9 раз, а в эвтрофных – в 4,1-8,1 раз. В связи с этим, более объективной характеристикой для оценки трофического статуса являются средние за вегетационный период величины биомассы фитопланктона и первичной продукции.

## ВЫВОДЫ

1. В фитопланктоне 61 карстового озера Среднего Поволжья обнаружено 712 таксонов водорослей, включая 553 вида, из 8 отделов. По числу видов преобладают зеленые - 227 (41%) и диатомовые водоросли - 127 (23%). Основу планктонной альгофлоры составляют космополитные, истинно-планктонные,  $\beta$  - мезо и  $\beta$  - мезо – олигосапробные (24,2%) виды водорослей, индифферентные к солености (37,4%) и активной реакции среды (62%).

2. С переходом от лесной зоны в лесостепную в видовом составе фитопланктона происходит снижение доли диатомовых (с 24,3% до 10,3%) и золотистых (с 7,5% до 3,4 %) водорослей и увеличение доли сине-зеленых (с 9,4% до 12,8%), зеленых хлорококковых (с 42,1% до 60,3%); в биомассе происходит снижение роли золотистых (с 6,6 % до менее 1%) и диатомовых (с 28,5% до 15%) и увеличение роли динофитовых (с 26,4% до 30,7%) и сине-зеленых (с 5,3% до 26,8%) водорослей.

3. Структуру фитопланктонных сообществ карстовых озер формируют 40 видов с преобладанием диатомовых, сине-зеленых и динофитовых водорослей. Отмечается увеличение количества видов зеленых и сине-зеленых водорослей и снижение числа золотистых с ростом температуры воды в течение вегетационного периода. Количество эвгленовых и диатомовых водорослей увеличивается во время весенне-осенней циркуляции воды и во время температурной стратификации.

4. Биомасса летнего фитопланктона карстовых озер изменяется от 0,02 мг/л до 15,2 мг/л, ее основу формируют динофитовые (28,5%), диатомовые (21,8%) и эвгленовые (18,5%) водоросли. Весенние пики биомассы в исследуемых озерах обусловлены массовой вегетацией диатомовых водорослей, летние и осенние – развитием динофитовых, эвгленовых, сине-зеленых и зеленых водорослей. Индексы разнообразия Шеннона изменяются

в пределах от 2,8 до 4,5 бит/мг, низкие значения индексов отмечались при массовом развитии монодоминантных сообществ водорослей.

5. В мелководных озерах в течение периода вегетации водоросли многих отделов концентрируются у поверхности. В стратифицированных озерах динофитовые, сине-зеленые и зеленые водоросли развиваются до глубины 6 м, на горизонтах от 4 до 6 м и от 10 до 20-32 м преобладают диатомовые, золотистые и эвгленовые водоросли.

6. Величина максимальной продукции фитопланктона менялась от 0,22 до 2,8 мг О<sub>2</sub>/л. сут<sup>-1</sup>, а интегральной - от 0,73 до 9,26 г О<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> сут<sup>-1</sup>. Отношение Амакс./Σ А, характеризующее тип распределения фотосинтеза по глубине, колебалось от 0,06 до 2,01 и находилось в обратной зависимости от прозрачности воды. Фотосинтетическая активность единицы биомассы фитопланктона на глубине максимального фотосинтеза менялась в пределах от 0,11 до 3,8.

7. В результате факторного анализа установлено, что концентрация биогенных элементов, прежде всего фосфора, является основным фактором, определяющим уровень и структуру биомассы фитопланктона исследованных озер. Важными факторами являются минерализация, pH воды, а также морфометрические особенности. Фактор выедания фитопланктона зоопланктоном имеет значение в мезотрофных озерах Большой и Малый Яльчик: на биомассу водорослей размером < 70 мкм в оз. Большой Яльчик наибольшее влияние оказывают тонкие фильтраторы класса коловратки. В оз. Малый Яльчик водоросли < 30 мкм выедаются тонкими фильтраторами (коловратками и ветвистоусыми ракообразными), а водоросли > 70 мкм - факультативными хищниками (коловратками рода *Asplanchna* и циклопами).

8. По показателям развития фитопланктона большая часть карстовых озер Среднего Поволжья имеет мезотрофный (35%), олиго-мезотрофный (28%) и мезо-эвтрофный (25%) статус. В лесной зоне представлены все типы озер с преобладанием мезотрофных и олиго-мезотрофных озер, а в лесостепной –

олиго-мезотрофных и мезо-эвтрофных. Из 51 глубоководного озера большая часть – мезотрофные (33%) и олиго-мезотрофные (31%), а среди 10 мелководных – больше эвтрофных (40%) и мезотрофных (30%) озер. Отмечено увеличение количества видов фитопланктона, его биомассы и максимальной продукции по мере роста концентрации растворенных в воде фосфатов.

Установлено, что летние значения биомассы превышают средние за вегетационный сезон в 2 – 8 раз, в связи с этим, более объективной характеристикой для оценки трофического статуса являются средние за вегетационный период величины биомассы фитопланктона.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод / О.А.Алекин // Вопросы геохимии. – 1946. – Сб. 14
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А.Алекин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 443 с.
3. Алекин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши / А.Д. Семенов, Б.А. Скопинцев. - Л.: Гидрометеоиздат, 1973. - 269 с.
4. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем / А.Ф.Алимов. - СПб.: Наука, 2000. – 147 с.
5. Алешинская З.В., Заикина Н.Г. Руководство к практическим занятиям по курсу «Четвертичная геология» (метод диатомового анализа) / З.В.Алешинская, Н.Г.Заикина. - М.: Изд – во Моск. ун-та, 1964.- 72 с..
6. Басова С.Л. Состав и экологическая характеристика альгофлоры оз. Красного / С.Л.Басова, И.И. Зайцева, И.С.Трифонова // Биологическая продуктивность озера Красного и условия ее формирования. - Л., 1976. С. 120 - 129.
7. Бариева Ф.Ф. Изменение фитопланктона при антропогенном воздействии и восстановлении озерных экосистем (на примере озер г.Казани) : Автореферат дис. .... канд. биол. наук / Ф.Ф Бариева. - Казань, 2003. - 22 с.
8. Бариева Ф.Ф. Изменение фитопланктона при антропогенном воздействии и восстановлении озерных экосистем (на примере озер г.Казани): Дис. .... канд. биол. наук / Ф.Ф Бариева; Казанский гос.. ун-т. - Казань, 2003. – 149 с.
9. Бульон В.В. Первичная продукция планктона / В.В.Бульон // Общие основы изучения водных экосистем. - Л., 1979. - С. 187 – 199.
- 10.Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов / В.В.Бульон. - Л.: Наука, 1983. - 150 с.
- 11.Бульон В.В. Первичная продукция планктона и классификация озер / В.В.Бульон // Продукционно – гидробиологические исследования водных экосистем. – Л., 1987. – С. 45 – 51.
- 12.Бульон В.В. Первичная продукция и трофическая классификация водоемов / В.В.Бульон // Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоемов. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. - С. 147 - 157.
- 13.Бульон В.В. Закономерности первичной продукции в лимнических экосистемах / В.В.Бульон. - СПб.: Тр. Зоол. Ин-та РАН, 1994. - 222 с..
- 14.Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов / Г.Г.Винберг. - Минск.: 1960. - 329 с.
- 15.Винберг Г. Г. Успехи лимнологии и гидробиологические методы контроля качества внутренних вод /Г.Г.Винберг. – Л., 1981. – С 16-45.
- 16.Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. – Киев : Наук.думка, 1989. – 608 с.
- 17.Генкал С. И. Атлас диатомовых водорослей планктона реки Волги / С.И.Генкал. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. - 128 с.

18. Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение / М.М.Голлербах, В.И.Полянский // Определитель пресноводных водорослей СССР: Вып. 1., М.: Госиздат, 1951. - 198 с.
19. Голлербах М. М.. Косинская Е. К., Полянский В. И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли / М.М.Голлербах, Е.К.Косинская, В.И.Полянский // М.: Госиздат, 1963. - 652 с.
20. Гусева К.А. «Цветение» воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним / К.А.Гусева // Тр.Всесоюз.гидробиол. о-ва. М., 1952. – Т.4. – С.3 – 94.
21. Гусева К.А. К методике учета фитопланктона / К.А.Гусева // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. Л., 1959. - Вып. 2 (5) – С.44 - 51.
22. Гусева К.А. О роли перемешивания вод в периодичности развития планктонных диатомей / К.А.Гусева // Гидробиологический журнал. – 1968. – Т.4, - № 3. - С.3 – 9.
23. Гусев Е.С. Первые данные о фитопланктоне карстовых озер Владимирской области / Е.С.Гусев, Л.Г.Корнева // Материалы II Международной конференции «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» : Минск – Нарочь, 2003. - С.257-259.
24. Гуслицер Б. Озера Раифы / Б.Гуслицер. - Сб. студен. науч. раб. Казан. пед. ин-та. – Казань, 1957. - С.98 – 110.
25. Гутельмахер Б.Л. Метаболизм планктона как единого целого / Б.Л.Гутельмахер . - Л.: Наука, 1986. - 155 с.
26. Гутельмахер Б.Л. Питание зоопланктона / Б.Л.Гутельмахер, А.П. Садчиков, Т.Г.Филиппова // Итоги науки и техники, серия - Общая экология. Биоценология. Гидробиология, Том 6: М.: ВИНТИ, 1988. - 156 с.
27. Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли - индикаторы природных условий водоемов в голоцене / Н.Н.Давыдова. - Л.: Наука, 1985. - 244 с.
28. Дедусенко-Щеголева Н. Т. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5. Желтозеленые водоросли. Xanthophyta / Н.Т.Дедусенко-Щеголева, М.М. Голлербах. - М.-Л: Изд-во АН СССР, 1962.. - 272 с..
29. Дедусенко-Щеголева Н. Т. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 8. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые (Chlorophyta: Volvocineae) / Н.Т.Дедусенко-Щеголева, А.М. Матвиенко, А.А. Шкорбатов. - М. - Л.: Изд-во АН СССР, 1959. - 230 с..
30. Жузе А.П. Диатомовый анализ /А.П.Жузе, М.М.Забелина, И.А.Киселев, В.С.Порецкий, А.И.Прошкина-Лавренко, В.С.Шешукова , М.: Госгеолиздат, 1949-1950. - Книги I- III.
31. Жузе А.П. Методика исследования / А.П. Жузе, А.И. Прошкина-Лавренко, В.С.Шешукова-Порецкая . - Диатомовые водоросли СССР, Т. 1. - Л.: Наука, 1974. - С. 50-89.
32. Забелина М. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли / М.М.Забелина, И.А. Киселев, А.И. Прошкина-Лавренко, В.С.Шешукова. - М.: Советская наука, 1951. - 619 с..

- 33.Киселев И. А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 6. Пирофитовые водоросли / И.А.Киселев. - М.: Советская наука, 1954. - 212 с.
- 34.Константинов А. С. Общая гидробиология / А.С.Константинов. - М.: Высшая школа, 1986. - 293 с.
- 35.Корнева Л.Г. Фитопланктон Рыбинского водохранилища: состав, особенности распределения, последствия эвтрофикации / Л.Г.Корнева // Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища.- СПб., 1993. - С. 50-113.
- 36.Корнева Л.Г. Влияние кислотности на планкtonные диатомовые водоросли в слабоминерализованных лесных озерах Северо-запада России / Л.Г.Корнева // Биология внутренних вод. – СПб.: Наука – 1996. - № 1. – С. 33 – 42.
- 37.Корнева Л.Г. Экология золотистых планктонных водорослей в слабоминерализованных лесных озерах Северо-запада России / Л.Г.Корнева // Материалы II Международной конференции «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» - Минск – Нарочь. – 2003. - С.284-287.
- 38.Коршиков О.А.. Візначенік пресноводних водорослей Української РСФСР / О.А.Коршиков. – Київ, 1953. – Т.5. – 437 с.
39. Косинская Е. К. Флора споровых растений СССР. Т. V. Конъюгаты, или сцеплянки (2) // Десмидиевые водоросли. Вып. 1. / Е.К.Косинская. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. - 706 с.
- 40.Крючкова Н.М. Трофические взаимоотношения зоо- и фитопланктона / Н.М.Крючкова. - М.: Наука, 1989. - 124 с.
- 41.Крылов П.И. Питание пресноводного хищного зоопланктона /П.И.Крылов // Итоги науки и техники. Серия Общая экология. Биоценология. Гидробиология. ВИНТИ – Том 7, М.: Изд-во АН СССР, 1989. - 145 с.
- 42.Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие / Г.В.Кузьмин // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. - М.: Наука, 1975. - С. 73 - 87.
43. Кузьмин Г.В. 1984. Таблицы для вычисления биомассы водорослей / Г.В.Кузьмин. - Магадан, Институт биологических проблем Севера ДВНЦ АН СССР, 1984. - 47 с.
44. Кываск В.О. Данные об экологии десмидиевых водорослей озер Эстонии /В.О.Кываск // Гидробиология и ихтиология внутренних водоемов Прибалтики. - Рига, 1963. – С.81-84.
45. Лаврентьева Г.М. Фитопланктон малых удобляемых озер / Г.М. Лаврентьева. - М.: 1986. - 103 с.
46. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь / А.Н.Липин. - М.: Гос. Учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1950. - 347 с.
47. Матвиенко А. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли / А.М.Матвиенко. - М.: 1954.- 188 с.

48. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. - М.: Наука, 1975. - 240 с.
- 49.Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция – Л.: ГосНиорх, ЗИН АН СССР, 1982. – 33 с.
50. Михеева Т.М. Фитопланктон оз.Дривяты / Т.М.Михеева // Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., 1970. – С.32 – 50.
51. Михеева Т.М. Видовой состав фитопланктона озер Белоруссии / Т.М.Михеева // Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971. – С.48 – 71..
52. Михеева Т.М. Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы / Т.М.Михеева. - Минск, 1983. - 72 с.
53. Михеева Т.М. Годовая и многолетняя динамика численности и биомассы фитопланктона / Т.М.Михеева // Экологическая система Нарочанских озер. - Минск: Изд.-во БГУ, 1985. - С. 70 - 86.
54. Михеева Т.М. Структура и функционирование фитопланктона при эвтрофировании вод / Т.М.Михеева. - Автореф. дис....докт..биол. наук - Минск, 1992. – 63 с.
55. Михеева Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т.М.Михеева. – Минск: Изд-во БГУ, 1999. – 396 с.
56. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных /А.В.Монаков. - М.: Ин – т проблем экологии и эволюции им.Северцева РАН, 1998. - 322 с.
57. Милиус А.Ю. О количественных показателях фитопланктона как индикаторах трофности / А.Ю.Милиус, В.О.Кываск // Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии: - Рига, 1979. - С.132 –134.
58. Моисеенко Т.И. Закисление вод: Факторы, механизмы и экологические последствия / Т.И.Моисеенко. – М.: Наука, 2003. – 276 с.
59. Никулина В.Н. Фитопланктон северных озер и его взаимоотношения с зоопланктоном / В.Н.Никулина. Автореф. Дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1977. – 24 с..
60. Никулина В.Н. Структурные и функциональные характеристики фитопланктона двух разнотипных озер / В.Н.Никулина // Закономерности гидробиологического режима водоемов разного типа.: – М., Научный мир, 2004. – С. 56 – 64.
61. Николаев И.И. Очерк структуры и формирования годового лимнологического цикла водоемов умеренной зоны / И.И.Николаев // Озера Каельского перешейка. Лимнологические циклы оз.Красное : - Л., 1971. - С.5 – 34.
62. Новиков Ю.В. Методы определения вредных веществ в воде водоемов / Ю.В.Новиков, К.О.Ласточкина, З.Н.Болдина // - М.: Медицина, 1981. – 357 с.
63. Озера Среднего Поволжья. – Л.: Наука, 1976. – 236 с.

64. Отчет о НИР «Комплексное экологическое изучение озера Яльчик МАССР с целью оптимизации состояния водоема и рекреационной нагрузки на него. – Казань, 1991, 223 с.
65. Орлова М.И. Первичная продукция и фотосинтетическая активность фитопланктона солоноватоводных карстовых озер / М.И.Орлова, О.В. Палагушкина, Ф.Ф. Бареева // Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. – Казань, Изд-во Казанского ун –та, 2001. - с.110 – 121.
66. Охапкин А.Г. Фитопланктон Чебоксарского водохранилища / А.Г.Охапкин. - Тольятти, 1994. – 275 с.
67. Охапкин А.Г. Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока (на примере р.Волга и ее притоков) Автореф. дис. ... д - ра биол. наук / А.Г.Охапкин. - СПб., 1997. - 48 с.
68. Охапкин А.Г. Таксономическое разнообразие и структура альгофлоры планктона малых водоемов урбанизированных территорий /А.Г.Охапкин, Г.А. Юлова, Н.А. Старцева // Биология внутренних вод: - 2003. - № 2 - С.51-58.
69. Охапкин А.Г. Фитопланктон водоемов заповедника «Керженский» (Нижегородская область) / А.Г.Охапкин, Е.Л. Воденеева, Г.А. Юлова // Ботанический журнал. – 2004. - том 80 - № 8. - С.1264 – 1275.
70. Отт И.П. Многолетние изменения летнего фитопланктона в озерах Эстонии и их связь с экологическими факторами: Автореф. дис....канд. биол. наук / И.П.Отт. – Тарту, 1987.- 20с.
71. Павлова О.А. Структура фитопланктона малых озер в условиях урбанизированного ландшафта (на примере Сузальских озер г.Санкт-Петербурга)/ О.А.Павлова. - Автореф. дис....канд.биол. наук / О.А.Павлова.. - СПб., 2004.. - 24 с.
72. Паламарь-Мордвинцева Г. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11. (2). Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые. Chlorophyta: Conjugatophyceae, Desmidiales (2) / Г.М.Паламарь - Мордвинцева. - Л., 1982. - 624 с.
73. Палагушкина О.В. Фитопланктон солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья /О.В.Палагушкина, Ф.Ф.Бареева // Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. – Казань: Изд-во Казанского ун –та, 2001. - с. 95 – 110.
74. Палагушкина О.В. Видовой состав, биомасса и продуктивность фитопланктона озер Раифского участка Волжско-Камского заповедника и его охранной зоны / О.В.Палагушкина, Ф.Ф. Бареева, Е.Н.Унковская // Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. Выпуск 5, Казань, 2002. - С.37 – 53.
75. Попова Т. Г. Определитель пресноводных водорослей СССР Вып. 7. Эвгленовые водоросли. / Т.Г.Попова. - М.: Советская наука, 1955.. - 281 с.

76. Пырина И.Л. Первичная продукция фитопланктона / И.Л.Пырина // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. - М., Наука, 1975. - С. 91-107.
77. Пырина И.Л. Кислородный метод определения первичной продукции фитопланктона / И.Л.Пырина // Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоемов. - СПб., 1993. - Гидрометеоиздат. - С. 10-13.
78. Россолимо Л.Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора / Л.Л.Россолимо. - М.: - Наука, 1977. - 143 с.
79. Россия: водно-ресурсный потенциал /Под ред. А.М. Черняева / РОСНИИВХ. – Екатеринбург: АэрокосмоЭкология, 1998. – 342 с..
80. Романенко В.Д. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты / В.Д.Романенко, О.А.Оксюк, В.Н.Жукинский и др. // - Киев: Наукова думка, 1990. – 256 с.
81. Рузский М.Д. Лимнологические исследования в Среднем Поволжье. (Озера Северо-Западной части Казанской губернии) / М.Д.Рузский. – Извест. Томск. Ун-та, 1916. – Кн.65. – 89 с.
82. Сафонова Т.А. Эвгленовые водоросли (*Euglenophyta*) в водоемах Севера СССР // Споровые растения тундровых биогеоценозов. - Сыктывкар, 1982. - С.22 – 32..
83. Сиренко Л.А. «Цветение» воды и эвтрофирование / Л.А.Сиренко, М.Я.Гавриленко. - Киев, 1978.. - 231 с.
84. Старцева Н.А. Состав и структура фитопланктона некоторых пойменных озер культурного ландшафта (на примере г.Нижнего Новгорода) / Н.А.Старцева, А.Г. Охапкин // Биология внутренних вод. - Спб., 2003. - № 4. - С. 35-42.
85. Тайсин А.С. Рельеф и воды / А.С.Тайсин Волжско-Камский государственный заповедник. – Казань: Таткнигоиздат, 1969. - С. 26-51.
86. Тайсин А.С. Антропогенная активизация эрозии и динамика озер Приказанского района: Дис. виде науч. докл... канд. географ. Наук/ А.С.Тайсин. – Казань, 1996. - 58 с.
87. Терещенкова Т.В. Особенности продуцирования фитопланктона малых удобляемых озер Северо-Запада: Автореф. дис....канд.биол. наук /Т.В.Терещенкова. - Л., 1983.- 24 с.
88. Трифонова И.С. Фитопланктон и его продукция / И.С.Трифонова // Биологическая продуктивность озера Красного. - Л., 1976. - С. 69 – 104.
89. Трифонова И.С. Состав и продуктивность фитопланктона разнотипных озер Карельского перешейка / И.С.Трифонова. - Л.: Наука, 1979. - 168 с.
90. Трифонова И.С. Фитопланктон и его роль в продукции органического вещества /И.С.Трифонова // Особенности формирования качества воды в разнотипных районах Карельского перешейка.- Л.: Наука, 1984. - С. 169 – 192.

91. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона / И.С.Трифонова. - Л.: Наука, 1990. - 184 с.
92. Трифонова И.С. Закономерности изменения фитопланктонных сообществ при эвтрофировании озер: Дис. ... докт. биол. наук в форме научн. Доклада. /И.С.Трифонова. - СПб., 1994. - 77 с.
93. Трифонова И.С. Взаимоотношения планктонных сообществ и трофические связи в мезотрофном озере Красном / И.С.Трифонова, Е.С.Макарцева, Е.Н.Чеботарев // Влияние климатических изменений и эвтрофирования на динамику планктонных популяций мезотрофного озера. - Спб., 2003. - С 102 – 112.
94. Унковская Е.Н. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоемов Раифы / Е.Н.Унковская, Н.М. Мингазова, Л.Р.Павлова // Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. Выпуск 5. - Казань, 2002. - С.9-37.
95. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В.Д.Федоров. – М.: Издательство МГУ, 1979. - 166 с.
96. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР /П.М.Царенко – Киев: Наук.думка, 1990. – 206 с..
97. Шаров А.Н. Фитопланктон водоемов Кольского полуострова /А.Н.Шаров. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. - 113 с..
98. Штина Э.А. Экология почвенных водорослей /Э.А.Штина, М.М.Голлербах. – М.: Наука, 1976. - 143 с.
99. Эльяшев А.А. 1957. О простом способе приготовления высокопреломляемой среды для диатомового анализа / А.А.Эльяшев // Труды научно-исследовательского института геологии Арктики. 4. - С. 74-75.
100. Carlson R.E. A trophic state index for lakes // Limnol., Oceanogr. 1977. Vol.22, N 2. P. 361 – 369.
101. Desortova B. Productivity of individual algal species in natural phytoplankton assemblage determined by means of autoradiography // Arch. Hydrobiol. 1976. Bd 46, H. 4. S. 415 – 449.
102. Eppley R.W.. Temperature and phytoplankton growth in the sea / R.W.Eppley // Fish. Bull. – 1972 – Vol.70 – P.1063 – 1085.
103. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae // Süsswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena. 1986. 976 S..
104. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epitemiaceae, Surirellaceae // Süsswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena. 1988. 596 S..
105. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaeae, Eunotiaceae // Süsswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena. 1991 a. 576 S..
106. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und

- Gomphonema. Geamtliteraturverzeichnis // Süsswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena. 1991 6. 437 S.
- 107. Lund J. W. G. Primary production of phytoplankton / J.W.G. Lund // Verh. Intern. vereining. theor. and agnew. Limnol. 1964. Vol. 15. P. 37 – 56.
  - 108. Reynolds C.S. Seasonal periodicity of planktonic diatoms in a shallow eutrophic lake // Freshwat. Biol. 1973. Vol. 3 p.89 – 100.
  - 109. Rodhe W. Crystallization of eutrophication concepts in Northern Europe // Eutrophication: causes, consequences, correctives. Washington, 1969. P. 50 – 54.
  - 110. Stoermer E. Phytoplankton assemblages as indicators of water quality in Laurentian Great Lakes // Trans. Amer. Micrsc. Soc. 1978. Vol.97, N 1. P. 2-16.
  - 111. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. – Urbana Univ. Illinois Press, 1963. – 117 p.
  - 112. Sladecek V. System of water quality from biological point of view // Egetnisce der Limnologie. Heft. 7., Arhif fir Hydrobiologie, Becheft, 7, 1973.
  - 113. Smith V.H. The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes: An empirical and theoretical analysis // Limnol., Oceanogr. 1982 Vol.27, № 6, p.1102 – 1112.
  - 114. Smith V.H. Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green algal in lake phytoplankton // Science, 1983. Vol.221. p. 669-671.
  - 115. Sorensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of vegetation on Danish common // Kgl. Dan. Selskab. Boil. Skr. – 1948. – Bd. 5. - № 4. – p.1 – 34.
  - 116. Talling J.F. The photosynthetic activity of phytoplankton in East African Lakes // Intern/ Rev. gesamt Hydrobiol. 1965. Bd 50, H.1. S. 1-32.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### Таблица 1

## Лимнологическая характеристика исследованных карстовых озер

Озеро	Площадь, га	Глубина, м максим. средняя	Объем, тыс.м <sup>3</sup>	Прозрачность, м	pH	Сумма ионов, мг/л	N минер., мг/л	P минер., мг/л	
Кужъер	19,09	21	13,2	2516,06	1,8	7,1 - 8,6	208 - 264	0,85 - 4,34	0 - 0,107
Шутъер	19,1	11	7,33	1399,8	4,8	7,2 - 8,1	204 - 210	0,53 - 0,55	0
Тотъер	0,4	10	4,76	16,6	2,4	6,9 - 8,3	237 - 1202	0,61 - 59,16	0
Эргехъер	9,5	4	2,42	231,4	1,3	8,4	266	0,92	-
Шешъер (Кугуер)	6,3	30,5	8,9	564	4,1	6,3 - 7,5	258 - 310	0,018 - 0,021	0 - 0,013
Пужанъер	9,5	14	5,52	527	2,4	7,0 - 7,9	281 - 288	0,76 - 2,48	0
Морской Глаз	0,25	38,85	10	24	0,33 - 3,05	7,7 - 8,6	488 - 557	3,55 - 4,58	0,04 - 0,05
Пезмучаш	0,28	3,1	0,7	2		6,9	204	0,18	-
Еланъер (Елдак - ер)	7,9	15,6	7,5	601	4,4	6,8 - 7,3	322 - 349	0,01 - 0,62	0,05 - 0,12
Изъер	3,8	6	3,98	152,54	3,5	7	292	0,24	0,02
Кононъер	10,8	19	8,87	957	2,0 - 5,2	6,8 - 8,4	280 - 1401	0,95 - 1,02	0 - 0,09
Кожла-Сола	20,22	21,7	7,03	1714,8	0,8 - 1,5	6,5 - 9,6	158 - 243	1,36 - 2,79	0,007 - 0,11
Кичиер	55,6	15,4	4,7	2610	1,2 - 3,9	6,1 - 8,8	72 - 250	0,63 - 2,92	0,01 - 0,27
Мельничное	56,87	4	2,6	1489,42		6,7 - 7,6	61 - 103	0,81	0,023
Глухое	28,85	22,2	8,85	2815,3	2,2 - 5,5	8,1 - 7,3	157 - 388	0,67 - 0,99	0,01 - 0,017
Большой Яльчик	128,5	28,8	7,9	10439	1,4 - 5,0	8,3 - 7,4	119 - 164	0,8 - 2,03	0 - 0,02
Малый Яльчик	53,6	32	8,7	4469	1,1 - 2,6	8,1 - 7,1	210 - 346	1,37 - 1,52	0 - 0,34
Большой Мушандер	17,2	13,5	4,66	801,76	3,6 - 6,2	7,1 - 8,3	275 - 648	1,75 - 1,8	0,01 - 0,013
Караакаер	5	3,5	1,5	75	0,65 - 3,0	6,9 - 7,6	892 - 1151	1,09 - 1,12	0,12 - 0,14
Зеленое	11	19	11	1211	2,4 - 4,5	7,2 - 8,1	190 - 574	0,29 - 2,3	0,003 - 0,04
Шунгандан	1,4	13,5	4,9	67,7	2,6 - 2,7	6,9 - 7,8	658 - 2413	1,2 - 12,42	0,017 - 0,477
Долгое	20,8	7,5	2,9	604,5	1,4	6,4 - 7,4	214 - 516	0,78 - 1,29	0
Голубая Старница	4,8	6,5	1,1	53,1	1,8 - 2,8	7,0 - 7,2	1943 - 2309	0,28 - 0,43	0,01 - 0,02
Старница кв.14/15	3,8	1	0,3	11,4		7,1	1596	1,51	0
Старница кв.40	0,45	0,5	0,2	0,09		7,7	2130	0,61	0,03
Югидем	5,4	15,2	4,4	236,5	2,8 - 7,8	6,9 - 8,4	1473 - 3693	0,48 - 1,03	0,033 - 0,063

Озеро	Площадь, га	Глубина, м	Объем, тыс.м <sup>3</sup>	Прозрачность, м	pH	Сумма ионов, мг/л	N минер., мг/л	P минер., мг/л
<b>Озера провинции Вятско-Камской возвышенности</b>								
Долина р.Сумки								
Белое	6,41	4,4	1,55	99,537	0,2 - 0,95	5,8 - 8,75	285,5 - 386,38	1,47 - 3,57
Райфское	31,99	19,6	6,49	2077,63	0,6 - 1,73	7,7 - 8,2	226 - 240	0,4 - 1,19
Ильинское	21,68	17,13	4,37	948,85	0,3 - 1,15	6,8 - 9,8	117,65 - 208,34	2,05 - 2,86
Долина р.Сер-Булак								
Карасиха	0,41	10,8	4,23	17,16	0,4 - 1,0	6,5 - 7,5	67,3 - 153,01	0,7 - 1,26
Линево	6,97	5,75	2,02	141,028	0,43 - 1,2	7,2 - 7,7	97 - 117	0,77 - 3,12
Долина р.Казанки								
Большое Голубое	4,6	15,7	1,2	59,8	15,7	7,1±0,2	2514 - 4008	1,26 - 1,98
Малое Голубое - 1	0,17	4	1,4	2,4	> 4 м	7,4±0,1	2036 - 3148	0,58 - 1,75
Малое Голубое - 2	0,23	3	1,2	2,8	>3 м	7,5±0,2	2346 - 3185	0,85 - 6,46
Большое Глубокое	11,2	12,6	5,8	655	2,2 - 2,7	6,5 - 8,9	81 - 90	0,66 - 0,7
Осиновое	8,2	24	9,5	778	2,3	7,23 - 9,19	111 - 166	0,12 - 1,39
Долина р.Волги								
Нижний Кабан	42,5	13	6,3	1467	0,52±0,08	7,8±0,2	725 - 1629	12,62 - 13,7
Средний Кабан	138	16,7	7,1	9801	0,67±0,06	7,7±0,1	224 - 1150	2,53 - 3,11
Верхний Кабан	23,2	13	6,3	3294	1,1±0,10	8,0±0,2	412 - 464	0,3 - 0,8
Лесостепная зона								
<b>Озера провинции Нижненемного Заволжья</b>								
Долина реки Меша								
Моховое	7	11,5	6,4	448	1,5	7,2	28,9 - 49	0,73 - 2,13
Чистое	0,75	6,5	3,18	23,8	0,3	6,9 - 9,3	47,5 - 92,3	0,67 - 4,71
Ковалинское (пles)	120	13,5	3	3655	0,2 - 0,25	7,7 - 9,5	67,9 - 108	0,6 - 1,07
Ковалинское Среднее					0,2	7,4 - 7,5	57,8 - 76,3	1,39 - 2,02
Ковалинское (Зимница)					0,2	6,6	76,3	2,42
Гарлашинское (Архиерейское)	67,1	22	6,7	4496	0,4	7,6 - 10,2	59,2 - 87	0,7 - 2,07

Озеро	Площадь, га		Глубина, м		Объем, тыс.м <sup>3</sup>	Прозрачность, м	рН	Сумма ионов, мг/л	N минер., мг/л	Р минер., мг/л
	Максим	средняя								
<b>Озера провинции Високого Заволжья</b>										
Долина реки Степной Зай										
Акташский прловал	0,1	34	28	28	4	6	632,6	13,35	0	

**Примечание:** в таблице приведены фондовые данные Лаборатории водных экосистем экологического факультета КГУ и Волжско-Камского государственного природного заповедника.

Таблица 2

Изменение температуры, прозрачности и цвета воды озера Большой Яльчик (ст.1),  
температуры воздуха, 1997 г.

дата	26.05.1997	07.06.1997	19.06.1997	28.06.1997	05.07.1997	17.07.1997	10.08.1997	21.08.1997	02.09.1997	24.09.1997
показатели	т, градус.									
пов.	13	23	23	24	24,4	20	21,4	17,8	16,6	12,4
2	13,4	18,4	21,4	24	24,2	20	20,2	17,8	16,6	12,4
4	13,4	14	16,2	24	22,2	19,6	19,8	16,8	16,6	12,4
6	9,8	11	10,8	12	13,8	11,8	14,2	16	16,2	12,2
8	6	8	7,8	8	8,4	8,4	9,2	10,8	9	10,4
10	5,8	6,2	6,2	6	6,2	6,6	6,6	6,8	6,2	6,8
16	5,2	5	5,8	5	5,2	5,2	5,6	5,8	5,2	5,2
20	5,2	5,6	5,2	5	5,2	5,2	5,2	5,2	5	5
26(24)	5	5	5,2	5	5	5	5,2	5,2	5	5
прозрачность, м	1,7	1,7	2,5	3,8	2,6	1,7	2,4	2,3	2,8	2,5
цвет воды	желто-зел.	желто-зел.	зеленый	зел.-голуб.						
температура воздуха	7	23	24,5	27	23,2	18,8	26,8	21	14,2	12

Таблица 3  
Изменение температуры, прозрачности и цвета воды оз. Большой Яльчик (ст.1), температура воздуха, 1998 г.

дата	29.05.1998	17.06.1998	02.07.1998	18.07.1998	18.08.1998	13.09.1998
показатели	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.
пов.	17,8	27	23,5	25,2	19,6	15,1
2	17,8	27	22	24,2	19,4	15,8
4	17,4	19,8	21	21,4	18,6	15,2
6	9,2	10	17	12,6	12	14,2
8	6,8	7	13	7,8	9	10,6
10		6	12	6,4	6,4	6,4
16	5,2	5,2	10	5,2	5,8	5
20				5,2	5	5
24	5	5	6			
прозрачность, м	1,9	2	3,1	1,6	3,6	1,8
цвет воды	зелен.-голуб	зеленый	желто-зел.	зеленый	зеленый	зеленый
температура воздуха	22	29	26	33	20	21,6-17

Таблица 4  
Изменение температуры, прозрачности и цвета воды оз. Большой Яльчик (ст.3, 5, 6) в 1998 г.

Таблица 5

Изменение концентрации кислорода в воде озера Большой Яльчик (ст.1) 1997 г. по горизонтам

дата	26.05.1997	07.06.1997	19.06.1997	28.06.1997	05.07.1997	21.08.1997	02.09.1997	24.09.1997
показатели	O2, мг/л							
пов.	7,98	17	17	7,33	16,54	18,88	19,38	21,3
2	8,32	18,64	17,54	10,02	16,6	18,88	19,38	21,3
4	7,7	26,26	19,54	8,33	17,26	19,3	19,38	21,3
6	7,93	20,9	14,38	7,69	14,43	13,55	19,54	21,4
8	6,36	19,89	14,28	6,78	14,06	5,75	5,76	9,93
10	6,89	17,11	14,38	5,31	13,02	8,55	8,68	7,1
16	6,11	21,74	14,53	12,53	9,16	7,77	6,74	4,71
20	7,89	16,62	14,53	10,02	8,27	6,61	7,42	
24	6,01	13,3	12,72	8,35	7,42	3,94	3,33	5,5
26			10,176					

Таблица 6

Изменение концентрации кислорода в воде оз.Большой Яльчик (ст.1) в 1998 г. по горизонтам

дата	29.05.1998	17.06.1998	02.07.1998	18.08.1998	13.09.1998
показатели	O2, мг/л				
поверхность	18,88	9,4	7,53	4,46	20,02
2	18,88	8,8	7,93	3,74	18,14
4	19,04	8,2	7,43	4,08	19,58
6	22,98	9,2	7,3	1,61	14,31
8	22,47	8,4	5,78	0,17	4
10		10	5,97	1,46	2,1
16	22,9		5,17	0,63	0
20			0	0,64	
24	19,2	1,9	4,73		

**Таблица 7**  
**Изменение концентраций кислорода в воде оз.Большой Яльчик (ст.3,5,6) по горизонтам, 1998 г.**

	дата	17.06.1998	17.06.1998	18.08.1998	18.08.1998	13.09.1998	14.09.1998	14.09.1998
показатели	ст.3	ст.6	ст.3	ст.5	ст.3	ст.5	ст.6	ст.6
	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л
поверхность	8,37	8,09	4,59	6,07	19,64	18,8	19,3	
2	8,65	8,12	3,68	4,26	18,58	19,9	19,9	
4	10,13	8,72	3,74	3,91	16,83	20,06	20,62	
6	7,19	7,63	2,9	2,16	14,98	16,42	1,69	
8				1,07		15,19		

**Таблица 8**  
**Изменение температуры, прозрачности, цвета воды оз.Малый Яльчик (ст.9) и температуры воздуха, 1997 г.**

дата	17.05.1997	26.05.1997	07.06.1997	17.06.1997	27.06.1997	04.07.1997	17.07.1997	28.07.1997	07.08.1997	21.08.1997	02.09.1997	10.09.1997	24.09.1997
показатель	t, градус.												
пов.	11	15	20	26,5	26,5	25	20,2	23,2	21,4	18	16,6	14,6	12,4
2	11	13	17	19,8	21	24,6	20,2	22	21,2	17,8	16,6	14,6	12,4
4	7,2	10,4	12,8	12,2	13	16	15,6	16	16,8	17	16,6	14,4	12,2
6	7	7,6	8	9,8	8	9,8	9	9	8,8	9,6	9,6	10,6	10,2
8	5,8	6,6	6,8	9	7	18	7,2	7,2	7,8	7,4	7,4	7,2	7,8
10	5,2	4,4	6,2	6	6	7	6	6	6,2	5,8	5,8	5,8	5,8
16		3,6	5,2	4,2	4	4,2	4,2	4,2	4	4	4,2	4	4
20		3,6	3,6	3,4	3,5	3,6	3,6	3,6	3,8	3,6	3,6(H2S)	3,6(H2S)	3,8(H2S)
26		3,4	3,2	3,4									
30					3,5	3,01							
32		5					3,6	3,8(H2S)	3,6(H2S)	3,2(H2S)	3,2(H2S)	3,4(H2S)	
прозрачность, м	1,65	1,7	1,7	1,6	2,2	2,4	1,3	1,3	2,2	2,1	1,8	1,7	1,8
цвет воды	желто-зел.	желто-зел.	желто-зел.	желто-зел.	желто-зел.	желто-зел.	зеленый						
t воздуха	14	6	30	27,5	27	30	25	27,8	22,4	24,2	14,2	16,4	11

**Таблица 9**  
**Изменение температуры, прозрачности, цвета воды оз.Малый Яльчик**  
**и температуры воздуха в 1998 г.**

дата	29.05.1998	18.06.1998	18.06.1998	03.07.1998	19.07.1998	19.08.1998	19.08.1998	12.09.1998	12.09.1998	12.09.1998
показатель	t, градус.									
станицы	ст.9	ст.7	ст.9	ст.7						
пov.	19,8	27	28	22,3	25	20,2	19,8	14,2	14,2	14,2
2	19	26	27,8	22	24,2	18,6	18,6	14,6	14,6	14
4	13	16,7	15	14	16,2	17,2	17,2	14,6	14,6	13
6	8	8,8	7,4	6,9	7,6	7,4	8,2	8	7,4	
8	7,2	6	6,2	6,1	6	6,2	6,8	6,2	6,2	6,7
10	6,2	5,8	6,2	5,2	5,4	5,2	6,2	5,4	5,4	6,2
16	4,6	3,6	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,2	4,2	4,5
20	3,4	3,8		4	3,8	3,8				3,5
26										
30		3		9	5,2					
32	3,2					3,2		3,5		
прозрачность, м	1,3	2,3	2,4	1,5	1,5	1,1	1,1	0,55	0,74	
цвет воды	желт.-кор.	желт.-зел.	желтый	желтый	желт.-зел.	желт.-зел.	желт.-зел.	желт.-зел.	желт.-зел.	
t воздуха	24,2	30		25	27	19		19		

Таблица 10

Изменение концентрации кислорода в воде оз.Малый Яльчик (ст.9), 1997 г. по горизонтам

показатель	дата	26.05.1997	07.06.1997	17.06.1997	27.06.1997	04.07.1997	07.08.1997	21.08.1997	02.09.1997	10.09.1997	24.09.1997
показатель	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л
пос.	20,1	18,04	15,9	9,1	16,36	17,54	18,8	19,38	20,24	21,3	
2	21	19,22	18,72	8,15	16,48	17,62	18,88	19,38	20,24	21,3	
4	20,53	20,68	20,33	9,52	15,71	5,31	19,22	19,38	20,34	21,4	
6	14,83	12,31	12,46	6,04	9,06	3,25	2,5	3,07	4	22,44	
8	12,52	11,23	12,71	4,95	5,64	1,19	1,19	1,18	2,9	2,74	
10	9,36	11,53	12,46	6,23	9,92	3,35	1,002	2,01	2,63	2,51	
16	2,66	9,41	11,15	1,19	1,31	1,44	2,63	3,01	3,81	3,94	
20	2,66	1,2	2,94	1,28	5,05	2,21	2,26	3,19	2,77	2,9	
26	4,27	1,07	7,48								
30				1,19	3,47						
32						1,86	4,91	5,1	4,29	2,8	

Таблица 11

Изменение концентрации кислорода в воде оз.Малый Яльчик в 1998 г. по горизонтам

показатель	дата	29.05.1998	18.06.1998	18.06.1998	19.08.1998	19.08.1998	12.09.1998	12.09.1998	12.09.1998	12.09.1998
показатель	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л	O2, мг/л
станиця	ст.9	ст.9	ст.7	ст.7	ст.9	ст.7	ст.9	ст.7	ст.9	ст.7
пос.	18,42	7,7	15,44	5,84	6,07	17,37	16,56			
2	18,42	11,3	15,5	5,39	4,74	15,4	14,77			
4	21	12,75	7,52	3,25	2,1	15,4	13,02			
6	23,68	5,4	6,25	0	0	2,13	2,53			
8	24,16	3,6	4,34	0	0	12,4	1,1			
10	24,8	8,6	3,35	0	0	5,44	1,12			
16	25,34	3,72	2,06	0	0	8,88	0,88			
20	24,03	4,62	0			2,8				
26										
30		4,45								
32	21,74			0		4,56				

Таблица 12

Изменение температуры, прозрачности, цвета воды и температуры воздуха оз.Глухое, 1997 - 1998 гг. г.

даты	31.05.1997	31.05.1997	24.06.1997	24.06.1997	31.07.1997	31.07.1997	30.08.1997	30.08.1997
станиця	ст.1	ст.2	ст.1	ст.2	ст.1	ст.2	ст.1	ст.2
показатель	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.	t, градус.
позв.	14	15	22	21,3	25,2	24,8	18,8	19,2
2	14	14,6	21	20,2	23,2	22,8	18,8	19,2
4	9	9,2	14	15,6	17,4	19,2	14,6	17,8
6	5,2	5,8	6,2	11,8	9	7,4	10,4	9
8	4,4	5	4,8	4,8	5,4	5,2	6	6,2
10	4,2	4,4	6,2	4,8	4,8	4,8	5,6	5
16	4	4	4,2	4	4,2	4,4	4,4	4,4
18	4		4,2		4,2		4,4	
20		3,8		4		4,4		4,4
прозрачность, м	2,1	2,1	4,65	3,7	5,5	4,8	4,6	4,8
цвет воды	зелен.-гол.	зелен.-гол.	зеленый	зеленый	голубой	голубой	зеленый	зеленый
t воздуха	15		25		30		20,4	

станиция	ст.1	ст.1	ст.1	ст.2	ст.2	ст.2	ст.3	ст.3
показатель	t, градус.							
дата	02.06.1998	19.06.1998	14.09.1998	02.06.1998	19.06.1998	14.09.1998	19.06.1998	14.09.1998
позв.	18	27	14,8	18	27	14,6	26,9	14,6
2	17	26,1	14,2	17	26,3	14,6	25,2	14,4
4	8,8	20,2	14	11	12,9	13,5	12,2	14,2
6	6,6	7	11	6,4	7	12,2	6	11,6
8	5,4	5,3	6,1	5,4	5,2	6,2	5,3	5,8
10	4,8	5	5	5,2	5	5,2	5	6,4
14,8								
16	4,6		5	4,4		4,9	4,6	
18		5						
20					4,4	4,9		
22						4,6		
прозрачность, м	2	4	5,4	1,6	3,8	5,5	4 м	4,2
цвет воды	желто-зел.	желтый	зеленый	желтый	зеленый	желтый	зеленый	
t воздуха	20,4	29	16,8					

**Таблица 13**  
**Изменение концентрации кислорода в воде оз.Глухое, 1997 г.,**

даты	31.05.1997	31.05.1997	24.06.1997	24.06.1997	30.08.1997	30.08.1997
станции	ст.1	ст.2	ст.1	ст.2	ст.1	ст.2
показатель	O2, мг/л					
п.в.	20,52	19,66	17,34	17,58	18,5	18,34
2	20,52	20,24	17,68	17,96	18,5	18,34
4	23,1	22,52	20,52	19,8	20,24	18,88
6	15,26	19,55	24,8	21,6	22,32	23,1
8	11,96	17,91	25,72	25,72	9,35	13,64
10	11,75	19,24	17,36	25,72	5,16	11,77
16	10,77	18,12	5,22	24,95	2,99	10,14
18	8,4		26,12		9,23	
20		16,37		18,91		2,28

**Таблица 14**  
**Изменение концентрации кислорода в воде оз.Глухое, 1998 г.**

даты	14.09.1998	19.06.1998	14.09.1998	19.06.1998	14.09.1998
станции	ст.1	ст.2	ст.2	ст.3	ст.3
показатель	O2, мг/л				
п.в.	20,16	12,59	20,24	8,68	20,24
2	18,4	7,42	20,24	7,32	17,7
4	18,06	8,21	20,76	7,49	16,76
6	13,2	6,92	16,26	5,23	17,36
8	3,73	5,34	11,24	4,16	7,89
10	1,28	7,67	11,19		
14,8				1,96	7,78
16		6,28		5,95	
18	0,78				
20		7,56			2,59
22					

**Таблица 15**

**Общий объем собранного и обработанного материала по фитопланктону и первичной продукции по карстовым озерам Среднего Поволжья  
за период с 1987 по 2002 гг.**

Название озера	Исследования фитопланктона		Даты исследований	Исследования первичной продукции и деструкции	Характер исследований, продолжительность
	Даты исследований	Характер отбора проб			
Шушар	26.06.1996; 03.07.1997; 06.07.1998; 15.09.1998;	Интегральная			
Паленое	25.06.1996	Интегральная			
Кошаер	25.06.1996; 02.07.1997; 06.07.1998; 16.09.1998;	Интегральная			
Зрыв (Табашинское)	26.06.1997	Интегральная			
Шундэр	03.07.1997; 02.10.1999	Поверхностная			
Шап	18.07.2001	Интегральная	18.07.2001;	Поверхность; 2 часа;	
Соленое	25.06.1996; 04.07.1998; 16.09.1998; 12.07.2000	Интегральная	04.07.1998; 16.09.1998; 01.10.1999; 13.07.2000;	По горизонтам; 24 часа; По горизонтам; 2 часа;	
Цучье	11.07.1998	Интегральная			
Большой Чуркан	02.07.1997	Интегральная			
Карась,	28.06.1996	Интегральная	28.06.1996	Поверхность; 2 часа	
Таир	28.06.1996	Интегральная	28.06.1996	Поверхность; 1 час 35 минут	
Кузнециха	28.06.1996	Интегральная			
Лесная сказка	12.07.2000	Интегральная			
Шильма	18.07.2000	Интегральная			
Орьер	18.07.2000	Интегральная			
Серебряное	12.07.2001	Интегральная			
Бойня	12.07.2001	Интегральная			
Шарьер (Сайвер)	12.07.2001	Интегральная	21.06.1996	Поверхность; 2 часа	
Юрдур	21.06.1996	Интегральная	19.06.1996	Поверхность, 2 часа 15 минут	
Кужьер	19.06.1996	Интегральная			
Шутъер	19.06.1996	Интегральная	19.06.1996	Поверхность; два часа	
Тотъер	19.06.1996	Интегральная	19.06.1996	Поверхность; 3,5 часа	
Эргежъер			19.06.1996	Поверхность; 2 часа 50 минут	
Шешъер (Кугур)	13.07.2001	Интегральная			
Пужанъер	26.06.1997	Интегральная			
Морской Глаз	26.06.1997; 06.07.2000	Интегральная			
Пезмушаш	17.07.2001	Интегральная	17.07.2001	Поверхность; 2 часа 30 минут;	

**Таблица 15, продолжение**

Название озера	Исследования фитопланктона			Характер исследований и деструкции
	Даты исследований	Характер отбора проб	Даты исследований	
Еланчев (Елдак – ер)	17.07.2001	Интегральная	17.07.2001	Поверхность; 2 часа 30 минут;
Изъер	13.07.2001	Интегральная		
Кононьев	22.06.1995; 24.06.1996; 24.06.1998;	Интегральная	22.06.1995;	
	07.07.1999; 14.07.2000		24.06.1996	Поверхность; 1 час 30 минут
Кожла-Соля	04.03.1992; 06.05.1992; 15.07.1992;	Интегральная	15.07.1992;	
	18.06.1996			
Кичиер	05.05.1993;	Поверхность	12.06.1995;	
	02.07.1993; 29.09.1993; 21.06.95;	Интегральная	20.06.1996	Поверхность; 2 часа
	20.06.1996; 19.06.1998; 06.07.2000			
Мельничное	19.06.1996	Интегральная	19.06.1996;	
	05.05.1993; 01.07.1993; 26.09.1993;		1995;	Поверхность; 2 часа 25 минут
	20.06.1995; 20.06.1996		20.06.1996;	
Глухое	31.05.1997; 24.06.1997; 31.07.1997;	По горизонтам	06.07.1999;	Поверхность; 2 часа;
	30.08.1997; 02.06.1998; 19.06.1998;		05.07.2000;	По горизонтам; 2 часа;
	14.09.1998; 06.07.1999; 05.07.2000;		12.07.2001;	По горизонтам; 2 часа 35 минут;
	12.07.2001			По горизонтам; 1 час 30 минут;
Большой Яльчик	01.06.1989;	Интегральная	19.06.1989; 21.06.1989;	Поверхность; 2 часа,
	16.05.1990; 12.07.1990;		12.07.1990; 17.07.1990;	Поверхность; 2 часа;
	12.02.1991; 22.06.1991;		1995;	Поверхность; 2 часа;
	24.09.1991; 1995		28.06.1997;	По горизонтам; 2 часа;
	26.05.1997; 07.06.1997; 19.06.1997;	По горизонтам	17.06.1998;	По горизонтам; 3 часа 15 минут;
	28.06.1997; 05.07.1997; 17.07.1997;		09.07.1999;	По горизонтам; 2 часа 30 минут;
	28.07.1997; 10.08.1997; 21.08.1997;		07.07.2000;	По горизонтам; 1 час 30 минут;
	02.09.1997; 24.09.1997; 29.05.1998;		11.07.2001;	По горизонтам; 2 часа
	17.06.1998; 2.07.1998; 18.07.1998;			
	18.08.1998; 13.09.1998; 14.09.1998;			
	09.07.1999; 17.07.2000; 11.07.2001			
Малый Яльчик	01.06.1989; 03.07.1989; 16.05.1990;	Интегральная	20.07.1990;	Поверхность; 2 часа;
	12.02.1991; 22.06.1991; 24.09.1991;		1995;	По горизонтам; 2 часа;
	17.05.1997; 26.05.1997; 07.06.1997;	По горизонтам	27.06.1997;	По горизонтам; 1 час 30 минут;
	17.06.1997; 27.06.1997; 04.07.1997;		18.06.1998;	По горизонтам; 2 часа;
	17.07.1997; 28.07.1997; 07.08.1997;		14.07.1999;	По горизонтам; 3 часа 40 минут;
	21.08.1997; 02.09.1997; 10.09.1997;		07.07.2000;	По горизонтам; 3 часа;
	24.09.1997; 29.05.1998; 18.06.1998;		13.07.2001;	По горизонтам; 3 часа;
	3.07.1998; 19.08.1998; 12.09.1998;			
	14.07.1999; 07.07.2000; 13.07.2001;			

**Таблица 15, продолжение**

Название озера	Исследования фитопланктона			Исследования первичной продукции и деструкции
	Даты исследований	Характер отбора проб	Даты исследований	
Большой Мушандер	03.05.1993; 22.06.1993; 18.06.1996; 07.07.1997; 08.07.1998; 05.07.2000;	Интегральная	1995;	Характер исследований, продолжительность
Каракер	20.06.1996; 19.06.1998;	Интегральная Поверхность	20.06.1996; 12.09.1998;	Поверхность; 1 час 20 минут;
Зеленое	15.07.1999; 04.07.2000	По горизонтам		По горизонтам; 24 часа;
Шунгальдан	08.07.1998; 19.07.2001; 19.07.2001;	Интегральная Поверхностная		
Долгое	13.07.1999;	Интегральная		
Голубая Старница	14.07.1999; 13.07.2000; 19.07.2001;	Интегральная		
Старница кв. 14/15	15.07.1999;	Интегральная	19.07.2000;	По горизонтам; 2 часа;
Старница в кв. 40	09.07.1999;	Интегральная		
Югидем	02.06.1998; 12.09.1998; 09.07.1999; 14.06.2000; 11.07.2001	Интегральная	03.07.1998; 12.09.1998 18.09.1999; 11.07.2000;	По горизонтам; 24 часа; По горизонтам; 24 часа; По горизонтам; 2 часа 20 минут;
Белое	25.05.1995; 09.09.1995; 24.05.1996; 18.07.1996; 24.09.1996; 01.04.1997; 26.05.1997; 18.09.1997; 23.07.1998; 21.07.1999; 18.07.2000; 21.06.2001; 04.07.2001; 20.07.2001; 08.08.2001; 13.09.2001; 01.04.2002; 25.06.2002;	Интегральная	06.07.1995*;	По горизонтам; 1 час 30 минут;
Райфское	07.07.1987; 23.05.1995; 06.07.1995; 05.09.1995; 02.07.1996; 09.07.1996; 17.09.1996; 02.04.1997; 23.05.1997; 16.07.1997; 30.01.1998; 18.03.1998; 10.08.1998; 26.07.1999; 17.07.2000; 25.01.2001; 03.07.2001; 14.09.2001; 08.06.2001 07.07.2001; 19.07.2001; 07.08.2001; 08.04.2002; 03.07.2002;	Интегральная	04.07.1995*;	По горизонтам; 1 час 30 минут – 2 часа;
Ильинское	13.07.1995; 11.07.1996; 19.09.1996; 27.07.1999; 24.07.2000; 17.07.2001; 15.07.2002;	Интегральная	08.07.1995*;	По горизонтам; 2 часа;

**Таблица 15, продолжение**

Название озера	Исследования фитопланктона		
	Даты исследований	Характер отбора проб	Даты исследований
Карасиха	18.05.1995; 09.09.1995; 19.07.1996; 24.09.1996; 22.07.1997; 24.09.1997; 25.03.1998; 01.08.2000; 06.07.2001; 21.09.2001; 16.04.2002; 02.07.2002;	Интегральная	Характер исследований, продолжительность
Линево	19.06.1989; 18.05.1995; 11.07.1995; 09.09.1995; 24.05.1996; 16.07.1996; 11.09.1996; 03.04.1997; 15.07.1997; 17.03.1998; 05.08.1998; 21.07.1999; 18.07.2000; 13.02.2001; 20.06.2001; 09.07.2001; 12.09.2001; 01.04.2002; 26.06.2002;	Интегральная По горизонтам	
Большое Голубое	01.07.1996*; 25.09.1996*;	Интегральная	19.07.1995*; 08.07.1998;
Малое Голубое - 1	23.07.1996*; 25.09.1996*;	Интегральная	Поверхность;
Малое Голубое - 2	23.07.1996*	Интегральная	
Большое Глубокое	10.06.1996; 01.07.2002	По горизонтам	
Осиновое	30.07.1996*	Интегральная	
Нижний Кабан	05.07.1987; 04.03.1992; 16.05.1992; 26.05.1992; 15.07.1992; 23.05.1996; 14.06.1996; 04.09.1996; 03.05.1997*; 15.06.1997*; 30.06.1997*; 15.06.1997*; 30.07.1997*; 14.08.1997*; 29.08.1997*; 13.09.1997*	Интегральная По горизонтам	1995;
Средний Кабан	20.12.1989; 03.05.1989; 03.07.1989; 01.08.1989; 30.05.1991; 30.07.1991; 23.05.1996; 14.06.1996; 04.09.1996; 03.05.1997*; 15.06.1997*; 30.06.1997*; 15.06.1997*; 30.07.1997*; 14.08.1997*; 29.08.1997*; 13.09.1997*	Интегральная По горизонтам	
Верхний Кабан	30.07.1991; 23.05.1996; 10.06.1996; 03.05.1997*; 15.06.1997*; 30.06.1997*; 15.06.1997*; 30.07.1997*; 14.08.1997*; 29.08.1997*; 13.09.1997*	Интегральная По горизонтам	
Моховое Южное	25.07.1996*	Интегральная	
Моховое Среднее	31.06.1996*	Интегральная	
Чистое	31.07.1996*	Интегральная	

**Таблица 15, продолжение**

Название озера	Исследования фитопланктона		Исследования первичной продукции и деструкции	
	Даты исследований	Характер отбора проб	Даты исследований	Характер исследований, продолжительность
Ковалинское (Зимница)	25.07.1996*	Интегральная		
Ковалинское	25.07.1996*	Интегральная		
Тарлашинское (Архиерейское)	31.07.1996*	Интегральная		
Акташский промал	11.10.1995	Интегральная		

\* - исследования Бариновой Ф.Ф.

Таблица 16

Таксономический состав и эколого-географическая характеристика водорослей летнего фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
	<b>CYANOPHYTA</b>					
	<b>CHROOCOCCOPHYCEAE</b>					
	<b>CHROOCOCCALES</b>					
	<b>Synechococcaceae</b>					
1	Synechococcus elongatus Nág	П - О				к
2	Cyanarcus hamiformis Pasch.	П - О	гл			
3	Dactylococcopsis acicularis Lemm.	П	гл			
4	D. irregularis G. M. Smith.	П - О				
5	D. raphidioides Hansg.	П - О	и			к
	<b>Holopediaceae</b>					
6	Holopedia irregularis Lagerh.	П	и			
	<b>Merismopediaceae</b>					
7	Merismopedia glauca(Ehr.) Nág.	П - О	и	ал		к
8	M. minima G.Beck.	П - О	ог	ал		к
9	M. tenuissima Lemm.	П	ог	ин	β - α	
	<b>Microcystidaceae</b>					
10	Microcystis aeruginosa Kutz.emend.Elenk	П	гл	ал	β	к
11	M.firma (Breb.et Lenorm.) Schmidle	П				
12	M.ichtioblate Kütz.	П				
13	M.pulverea (Wood)Forti emend.Elenk	П	и		β	к
14	M.wesenbergii Komarek	П	ог	ал	β	к
15	Aphanothaece clathrata Wet G.S.West	П	и		β	к
	<b>Gloeocapsaceae</b>					
16	Gloeocapsa dvorzhakii Novácek	П	и		ο - β	
17	Gl.limnetica (Lemm.) Hollerb.	П	и		ο - β	к
18	Gl.magma (Breb.) Kutz. emend. Hollerb.	П - О				
19	Gl. minima (Keissl.)Hollerb.ampl.	П	гл		ο	
20	Gl. minuta (Kütz.) Hollerb.ampl.	П	гл		ο	
21	Gl. minor (Kutz) Hollerb. ampl.	П	гл			
22	Gl. minor f. dispersa (Keissl) Hollerb. ampl.	П - О	и		ο - β	
23	Gl. turgida (Kutz.) Hollerb. emend.	П - О - Б	гл		ο	
24	Gl. vacuolata (Skuja) Hollerb.	П - Б				
25	Gloeocapsa sp.					
	<b>Gomphosphaeriadaceae</b>					
26	Gomphosphaeria lacustris Chod.	П	и	ин	ο - β	к
27	G. lacustris f. compacta (Lemm.) Elenk.	П	и		β	с-а
28	Marsoniella elegans Lemm.	П			β - ο	
29	Snowella rosea (Snow) Elenk	П				
	<b>CHAMAESIPHONEAE</b>					
	<b>PLEUROCAPSALES</b>					
	<b>Pleurocapsaceae</b>					
30	Xenococcus minimus Geitl	О	и			
	<b>HORMOGONIOPHYCEAE</b>					
	<b>OSCILLATORIALES</b>					
	<b>Oscillatoriaceae</b>					
31	Lyngbia bipunctata Lemm.	П	и			
32	Lyngbia contorta Lemm.	П	гл		ο - β	

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
33	<i>L. epiphytica</i> Hieron.	O				
34	<i>L. kossinskajae</i> Elenk.	O				
35	<i>L. lagerheimii</i> (Mob.) Gom.	П - О	и			
36	<i>L. limnetica</i> Lemm.	П	ог	ин	$\beta - \alpha$	к
37	<i>L. spiralis</i> Geitl.	П				
38	<i>Lyngbya</i> sp.	П				
39	<i>Oscillatoria agardhii</i> Gom.	П	и			к
40	<i>O. chlorina</i> (Kütz.) Gom.	Б	и			
41	<i>O. lacustris</i> (Kleb.) Geitl.	П	и			
42	<i>O. limnetica</i> Lemm	П	и		$\alpha - \beta$	к
43	<i>O. limosa</i> Ag.	П - О - Б	гл	ал	$\beta - \alpha$	к
44	<i>O. plantonica</i> Wotosz.	П				
45	<i>O. setigera</i> Aptek.	П	и			
46	<i>O. splendida</i> Grev.	П - О	и		a	к
47	<i>Oscillatoria</i> sp.					
48	<i>Phormidium mucicola</i> Hub.-Pest. et Naum.	O	и		$\alpha - \beta$	к
49	<i>Phormidium</i> sp.					
50	<i>Spirulina major</i> Kütz.	П - О	и			к
51	<i>S. tenuissima</i> Kütz.	П - О	и			
52	<i>Romeria elegans</i> (Wołosz.) Koczw.	П	и			
53	<i>R. leopoliensis</i> (Racib.) Koczw.	П	и		$\alpha - \beta$	
	<b>Pseudonostocaceae</b>					
54	<i>Pseudoanabaena galeata</i> Bocher	П - Б	ог			
55	<i>Pseudoanabaena</i> sp.					
56	<i>Pseudonostoc catenata</i> Lauterb.	П - Б			a - p	к
	<b>NOSTOCALES</b>					
	<b>Anabaenaceae</b>					
57	<i>Anabaena augstumalis</i> Schmidle	П	и			
58	<i>A. augstumalis</i> f. <i>incrassata</i> (Nyg.) Elenk	П	и			
59	<i>A. contorta</i> Bachm.	П	и			к
60	<i>A. cylindrica</i> Lemm.	П - О				
61	<i>A. affinis</i> Lemm.	П	и		$\beta$	к
62	<i>A. flos-aquae</i> f. <i>flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	П	и		$\beta$	
63	<i>A. flos-aquae</i> f. <i>aptekariana</i> Elenk.	П	и			
64	<i>A. macrospora</i> f. <i>robusta</i> (Lemm.) Elenk.	П				
65	<i>A. scheremetievi</i> Elenk.	П	и	ал	$\beta$	к
66	<i>A. spiroides</i> Kleb.	П	и	ал	$\beta$	к
67	<i>A. variabilis</i> Kütz.	П - О				
68	<i>Anabaena</i> sp.	П	гл		$\alpha - \beta$	
	<b>Aphanizomenonaceae</b>					
69	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	П	ог		$\beta$	к
70	<i>Aph. Elenkinii</i> Kissel.	П				
	<b>Coelosphaeriaceae</b>					
71	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nag.	П	и	ин	$\alpha - \beta$	к
	<b>CRYPTOPHYTA</b>					
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>					
	<b>CRYPTOMONADALES</b>					
	<b>Cryptomonadaceae</b>					
1	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	П - О - Б	гл	ин	a	к
2	<i>C. ovata</i> Ehr.	П	гл	ин	a	к
3	<i>C. rostrata</i> Troitzkaja emend. Kiss.	П			$\alpha - \beta$	
4	<i>Cryptomonas</i> sp.	П				
5	<i>Chroomonas</i> sp.	П				
6	<i>Rhodomonas lacustris</i> Pasch. et Ruffin.	П				

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
<b>DINOPHYTA</b>						
<b>DINOPHYCEAE</b>						
<b>GYMNODINIALES</b>						
<b>Gymnodiniaceae</b>						
1	Gymnodinium rotundatum rotundatum Klebs	П				
2	G. paradoxum Schil.	П - О				
3	Gymnodinium sp.	П				
<b>PERIDINIALES</b>						
<b>Perediniaceae</b>						
4	Ceratium hirundinella(O.F.M.) Bergh	П	и	ин	о - β	к
5	Glenodinium borgei (Lemm.) Schiller	П				
6	Gl. elpatiewskyi (Ostenf.) Schiller	П	гл			
7	G. penardii Lemm.	П	и	ин	о	к
8	Glenodinium sp.	П				
9	Peridinium aciculiferum Lemm.	П	ог	ин	о - β	
10	P. bipes Stein f.bipes.	П	ог			
11	P. cinctum (O.F.M.)Ehr.	П	и		о	
12	P. inconspicuum Lemm.	П				
13	P. palustre (Lind.) Lef.	П	гб	ац		к
14	Peridinium sp.					
<b>DINOCOCCALES</b>						
<b>Phytodiniaceae</b>						
15	Tetradinium sp.					
<b>EUGLENOPHYTA</b>						
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>						
<b>EUGLENALES</b>						
<b>Euglenaceae</b>						
1	Astasia klebsii Lemm.	П - О - Б				
2	Astasia sp.					
3	Euglena acus Ehr.	П	и		β	
4	E. hiemalis Matv.	П				
5	E. geniculata Duj. Em. Schmitz.	П	и		ρ - α	
6	E. granulata (Klebs) Schmitz.	П	ог		β - о	
7	E. pascheri Swir.	П				
8	E. pisciformis Klebs.	П - О - Б	и	ин	β - α	к
9	E. proxima Dang.	П	ог	ин	ρ - а	
10	E. viridis Ehr.	П - Б	и	ал	ρ - а	к
11	E. texta (Duj.)Hubner.	П - Б	ог		β	
12	Euglena sp.					
13	Euglenopsis sp.					
14	Lepocinclis elongata (Swir.) Conrad	П	и			
15	L. cylindrica (Korsch.) Conrad.	П				
16	L. fusiformis (Cart.) Lemm.	П - Б	ог		β	
17	L. lata (Roll)Popova	П	ог			
18	L. marssonii var.sinensis Popova	П	ог		β	
19	L. ovum var. striata (Hubner) Lemm.	П - О - Б	и	ин	а	к
20	Lepocinclis sp.	П				
21	Phacus alatus Klebs.var alatus	П				
22	Ph. agilis Skuja	П	и			
23	Ph. acuminatus var. acuticauda (Roll) Pochm.	П	и			
24	Ph.caudatus Hubner	П - О - Б	и	ин	β	к
25	Ph.curvicauda Swir. (Phacus)	П - О - Б	и	ин	β	к
26	Ph.longicauda(Ehr.)Duj.	П - О - Б	и	ин	β - α	к
27	Ph. monilatus Stokes	П - О - Б	гб	ин		к

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
28	<i>Ph. monilatus</i> var. <i>suecicus</i> Lemm.	П - О - Б				к
29	<i>Ph. parvulus</i> Klebs	П - О - Б	и	ин	β	к
30	<i>Ph. parvulus</i> var. <i>pusillus</i> (Lemm.) Popova	П - О - Б				
31	<i>Ph. pleuronectes</i> (Ehr.) Duj.	П			β	
32	<i>Ph. striatus</i> France	П			β - α	
33	<i>Phacus</i> sp.					
34	<i>Monomorphina pyrum</i> var. <i>pseudonordstedtii</i> (Poch)	П - О - Б	ог	ин	β	к
35	<i>Strombomonas acuminata</i> (Schmarda) Defl.	П - О - Б	и	ин	β	к
36	<i>S. acuminata</i> var. <i>verrucosa</i> Teod.	П	ог	ин	β	к
37	<i>S. eurystoma</i> (Stein) Popova	П	ог			к
38	<i>S. fluviatilis</i> (Lemm.) Defl.	П	и	ин	ο - β	к
39	<i>S. schauinslandii</i> (Lemm.) Defl.	П				
40	<i>Strombomonas</i> sp.	П				
41	<i>Trachelomonas abrupta</i> Swir.	П	и	ин	ο	к
42	<i>T. acanthostoma</i> Stokes	П	и	ин		к
43	<i>T. armata</i> (Ehr.) Stein.	П - О - Б	и	ин	β	к
44	<i>T. bacillifera</i> var. <i>minima</i> Playf.	П				
45	<i>T. borodiniana</i> Swir.	П - О - Б	и			
46	<i>T. cervicula</i> Stokes emend. Swir.	П	и		β	
47	<i>T. cervicula</i> var. <i>annulata</i> Swir.	П				
48	<i>T. cordata</i> Roll.	П				
49	<i>T. coronata</i> Swir.	П				
50	<i>T. curta</i> Da Cunha	П				
51	<i>T. curta</i> var. <i>punctata</i> f. <i>umbilicophora</i> Popova	П				
52	<i>T. cylindrica</i> Ehr.	П - О - Б	и		β	к
53	<i>T. dubia</i> Swir. emend. Defl.	П - О - Б				
54	<i>T. dybowskii</i> Drez.	П - О - Б	и	ин	β	к
55	<i>T. euristoma</i> Stein	П				
56	<i>T. hexangulata</i> Swir.	П				
57	<i>T. hexangulata</i> f. <i>lata</i> Defl.	П				
58	<i>T. hispida</i> (Perty) Stein emend. Defl.	П	и	ин	β	к
59	<i>T. hispida</i> var. <i>macropunctata</i> Skv.	П	и	ин	β	
60	<i>T. horrida</i> Palmer	П				
61	<i>T. intermedia</i> Dang	П	и	ин	ο	к
62	<i>T. granulosa</i> Playf.	П - Б				
63	<i>T. granulata</i> Swir.	П - Б	и			
64	<i>T. globularis</i> var. <i>collaris</i> Schkorb.	П - Б				
65	<i>T. lacustris</i> Drez. emend. Balech.	П	и	ин	ο - β	к
66	<i>T. lefevrei</i> f. <i>mucifera</i> Popova	П				
67	<i>T. longicollis</i> Wermel	П		ац		
68	<i>T. manginii</i> Defl.	П			β	
69	<i>T. obovata</i> Stokes emend. Defl.	П		ац		
70	<i>T. oblonga</i> Lemm	П	и	ин	β	к
71	<i>T. oblonga</i> var. <i>pulcherrima</i> (Playf.) Popova	П	гб	ин		к
72	<i>T. oblonga</i> var. <i>australica</i> Playf.	П				
73	<i>T. ornata</i> (Swir.) Skv.	П				
74	<i>T. pavlovskensis</i> (V. Poljansk.) Popova	П				
75	<i>T. planctonica</i> Swir.	П	и	ал	ο - β	к
76	<i>T. pulchra</i> Swir.	П				
77	<i>T. raciborskii</i> Wolosz. forma Skuja	П				
78	<i>T. rotunda</i> Swir.	П - О - Б	и	ин	ο	к
79	<i>T. rugulosa</i> Stein	П			β	
80	<i>T. similis</i> Stokes	П - Б				
81	<i>T. selecta</i> Delf	П				

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
82	<i>T. sydneyensis</i> Playf.	П				
83	<i>T. verrucosa</i> Stokes	П - О - Б	и	ин	β	к
84	<i>T. volvocina</i> Ehr.	П	и	ин	ο - β	к
85	<i>T. volvocina</i> var. <i>subglobosa</i> Lemm.sens.Swir.	П	и	ин	ο - β	к
86	<i>T. woronichiniana</i> Popova	Б				
87	<i>T. zuberi</i> Koczw.	П				
88	<i>Trachelomonas</i> sp.	П				
	<b>PERANEMATALES</b>					
	<b>Peranemataceae</b>					
89	<i>Anizonema pusillum</i> Duj.	П				
90	<i>A. striatum</i> Klebs	П				
91	<i>Anizonema</i> sp.	П				
92	<i>Heteronema globuliterum</i> Stein	П				
93	<i>Urceolus passchieri</i>	П				
	<b>CHRYSTOPHYTA</b>					
	<b>HETEROCHRYSTOPHYCEAE</b>					
	<b>CHYSOMONADALES</b>					
	<b>Chrysomonadaceae</b>					
1	<i>Chrysococcus biporus</i> Skuja	П	и	ин		к
2	<i>Ch. heverlensis</i> Conr.	П				
3	<i>Ch. punctiformis</i> Pasch.	П	и	ин	ο - β	
4	<i>Ch. rufescens</i> Klebs	П	и	ин	ο - β	к
5	<i>Ch. rufescens</i> v. <i>compressa</i> Skuja	П	и			
6	<i>Chrysococcus</i> sp.	П				
7	<i>Chrysosphaerella rodhei</i> Skuja	П				
8	<i>Chromulina sphaerica</i> Dofl.	П - О				
9	<i>Chromulina</i> sp.	П - О				
10	<i>Dinobryon bavaricum</i> Imh.	П	и		ο	б
11	<i>D. cylindricum</i> var. <i>palustre</i> Lemm.	П				
12	<i>D. divergens</i> Imh.	П	и		β	к
13	<i>D. divergens</i> var. <i>angulatum</i> (Sel.) Brunnth.	П				
14	<i>D. divergens</i> var. <i>shauinslandii</i> (Lemm.) Brunnth.	П	и	ин		
15	<i>D. elegans</i> Korsch.	П				
16	<i>D. elegans</i> f. <i>glabra</i> Korsch.	П				
17	<i>D. sertularia</i> Ehr.	П - О			ο	
18	<i>D. suecium</i> var. <i>longispinum</i> Lemm.	П				
19	<i>D. sociale</i> Ehr.	П	и		ο	к
20	<i>D. sociale</i> var. <i>stipitatum</i> (Stein) Lemm.	П	и		ο	к
21	<i>Dinobryon</i> sp.	П				
22	<i>Kephrion amphorula</i> Conr.	П				
23	<i>K. cupuliforme</i> Conr.	П				
24	<i>K. doliolum</i> Conr.	П				
25	<i>K. mastigophorum</i> Schmid	П - О				
26	<i>K. mosquense</i> Gus.	П				
27	<i>K. ovum</i> Pasch.	П				
28	<i>K. rubri-claustri</i> Conr.	П - О - Б	и		ο	б
29	<i>K. sita</i> Pasch.	П				
30	<i>K. spirale</i> (Lack.) Conr.	П - О - Б	и			
31	<i>K. cylindricum</i> (Schmid.) Bourrelly	П				
32	<i>K. densatum</i> (Schmid.) Bourrelly	П				
33	<i>K. inconstans</i> (Schmid.) Bourrelly	П - О - Б	и		β	б
34	<i>K. moniliferum</i> (Schmid.) Bourrelly	П	ог			
35	<i>Kephrion</i> sp.	П				
36	<i>Mallomonas acaroides</i> Perty	П	и		β	к

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
37	<i>M. caudata</i> Iwanoff em. Krieg.	П	и			к
38	<i>M. coronata</i> Boloch.	П				
39	<i>M. fusiformis</i> Werm.	П				
40	<i>M. mirabilis</i> Conr.	П				
41	<i>M. punctifera</i> Korsch.	П	и			
42	<i>M. tonsurata</i> var. <i>alpina</i> (Pasch. et Rutt.) Krieg.	П	и			6
43	<i>Malomonas</i> sp.	П				
44	<i>Mallomonopsis</i> sp.	П				
45	<i>Microglena elliptica</i> Conr.	П				
46	<i>Ochromonas</i> sp.	П				
47	<i>P.conicum</i> Schiller	П				
48	<i>P. cinctum</i> (Shil.) Schmid	П				
49	<i>P. depressum</i> Schmid	П				
50	<i>P. latum</i> (Schiller) Schmid.	П				
51	<i>P. minutissimum</i> Conr.	П				
52	<i>P. obtusum</i> Schmid	П				
53	<i>P. schilleri</i> Conr.	П				
54	<i>Pseudokephryion</i> sp.	П				
55	<i>Synura</i> sp.	П				
56	<i>Syncrypta volvox</i> Ehr.	П				
57	<i>Uroglena proxima</i> Korsch. et Matv.	П				
58	<i>U. volvox</i> Ehr.	П				
59	<i>Uroglena</i> sp.	П				
	<b>PHAEOTHAMNIALES</b>					
	<b>Phaeothamniaceae</b>					
60	<i>Phaeothamnion</i> sp.					
	<b>ISOCHRYSPHYCEAE</b>					
	<b>ISOCHRYSIDALES</b>					
	<b>Isochrysidaeae</b>					
61	<i>Derepyxis amphora</i> Stokes	П				
62	<i>Pyramidochrysis modesta</i> Pasch.	П				
	<b>XANTHOPHYTA</b>					
	<b>XANTHOCOCCOPHYCEAE</b>					
	<b>HETEROCOCCALES</b>					
	<b>Pleurochloridaceae</b>					
1	<i>Aulakochloris areolata</i> Pasch.					
2	<i>Aulakochloris</i> sp.					
3	<i>Ellipsoidion simplex</i> Pasch.					
4	<i>Goniochloris mutica</i> (A. Br.) Fott	П - О - Б	ор	ин		
5	<i>Pleurogaster lunaris</i> Pasch.	П				
6	<i>Pseudostaurastrum hastatum</i> (Reinsch) Chod.					
7	<i>Tetraplectron acutum</i> (Pasch.) Fott					
8	<i>Polyedriella irregularis</i> Pash.					
	<b>Sciadiaceae</b>					
9	<i>Ophicytium capitatum</i> Wolle.	П - О - Б	и			
10	<i>Characiopsis microcysticola</i>					
	<b>XANTHOTRICHOPHYCEAE</b>					
	<b>TRIBONEMATALES</b>					
	<b>Tribonemataceae</b>					
11	<i>Tribonema vulgare</i> Pasch.	П - О - Б	и		x - o	
	<b>XANTHOSIPHONOPHYCEAE</b>					
	<b>VAUCHERIALES</b>					
	<b>Vaucheriacae</b>					
12	<i>Vaucheria sessilis</i> (Vauch.) D.C.	П			x - β	

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
13	Gloeobotrys sp.					
14	Mischococcus confervicola Nug.					
	<b>BACILLARIOPHYTA</b>					
	<b>CENTROPHYCEAE</b>					
	<b>THALASSIOSIRALES</b>					
	<b>Thalassiosiraceae</b>					
1	Skeletonema subsulsum (A.Cl.) Bethge	П	гл			
	<b>Stephanodiscaceae</b>					
2	Cyclotella bodanica Eulents.	П	и		о	
3	C. comensis Grun.	П	гб		о	с-а
4	C. radiosa (Grun.) Lemm.	П	и	ал	о	к
5	C. comta var. spectabilis A.Cl.	П	и	ал	о	к
6	C. meneghiniana Kutz.	П	гл	ал	α - β	к
7	C. operculata (Ag.) Kütz.	П	и		о	
8	C. stelligera Cl. et Grun.	П	и	ал	β	к
9	Cyclotella sp.	П				
10	Cyclostephanos dubius (Fricke) Hust.	П	и	ал	β	б
11	Stephanodiscus makarovae Genkal	П	и			к
12	St. minutulus (Kutz.) Cleve et Moller	П	и	ал		б
13	St. hantzschii Grun.	П	и	ал	а	к
14	Stephanodiscus sp.					
	<b>MELOSIRALES</b>					
	<b>Aulocosiraceae</b>					
15	Aulocoseira ambigua (Grun.) Krammer	П	и	ал	о	к
16	A. islandica O.Mull.	П	и	ин	β	с-а
17	A. italicica(Ehr.)Kutz.	П	и	ал	β	к
18	A. granulata (Ehr.) Sim.	П	и	ал	β	к
19	A. granulata var. angustissima ( O. Mull.) Sim.	П	и		β	
20	A. moniliformis (O. Mull.) Ag.	П				
21	Aulocoseira sp.	П				
	<b>Melosiraceae</b>					
22	Melosira varians Ag.	П	гл	ал	β	к
	<b>BIDDULPHIALES</b>					
	<b>Chaetoceraceae</b>					
23	Chaetoceros muelleri Lemm.	П - О - Б	мг			
	<b>Biddulphiaceae</b>					
24	Attheya zachariasii Brun					
	<b>PENNATOPHYCEAE</b>					
	<b>ARAPHALES</b>					
	<b>Fragillariaceae</b>					
25	Asterionella formosa Hass.	П	и	ал	о - β	к
26	Asterionella sp.	П				
27	Ceratoneis arcus (Her.) Kutz.	О	гб		х - о	с-а
28	Fragillaria brevistriata Grun.	П - О - Б	и		о - β	к
29	F. arcus (Ehr.) Cleve	П	и			
30	F. capucina Desm.	П	и	ал	β	к
31	F. capucina var.lanceolata Grun.	П	и	ал		к
32	F. capucina var. vaucheriae (Kutz.) L.-B.s. lato	П				
33	F. construens (Ehr.) Grun.	П - О - Б	и	ал	о - β	к
34	F. construens var.binodis (Ehr.) Grun.	О	и	ал		к
35	F. construens f.exigua (W. Smith) Hustedt	П - О - Б	и			
36	F. construens var. triundulata Reich.	П - О - Б	и			к
37	F. crotonensis Kitt.	П	гл	ал	о - β	к
38	F. elliptica Schumann sensu Lange - Bertalot et sensu aucr.honnnull.					

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
39	<i>F. inflata</i> (Heid.) Hust.	П - О - Б				
40	<i>F. intermedia</i> Grun.	П				
41	<i>F. leptostauron</i> (Ehr.) Hust.	П - О - Б	гб	ал		б
42	<i>F. neoproducta</i> Lange - Bertalot					
43	<i>F. tenera</i> (W. Smith) Lange - Bertalot					
44	<i>F. virescens</i> Ralfs.	О	и		х	
45	<i>F. virescens</i> v. <i>inaequidentata</i> Lagerst.	О	ог			б
46	<i>Fragillaria</i> sp.	П				
47	<i>Opephora martyi</i> Herib.	О	и	ал		б
48	<i>Synedra acus</i> Kutz.	П	и	ал	ο - β	к
49	<i>S. berolinensis</i> Lemm.	П	и		β	к
50	<i>S. rumpens</i> Kutz.	П - О	и	ин	ο - β	к
51	<i>S. tabulata</i> (Ag.) Kutz.	П - О	мг			к
52	<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	О	и	ин	ο - β	к
53	<i>S. ulna</i> var. <i>aqualis</i> (Kutz.) Hust.	П	и		ο - β	к
54	<i>Synedra</i> sp.					
	<b>Diatomaceae</b>					
55	<i>Diatoma anceps</i> (Ehr.) Kirchn.	О	гб	ал	ο - х	
56	<i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	П	гл		ο - β	
57	<i>D. hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	О	и		х	с-а
58	<i>D. vulgare</i> Bory.	П - О - Б	и	ал	β	к
59	<i>Diatoma</i> sp.					
60	<i>Meridion circulare</i> Ag.	П - О - Б	гб	ал	х	к
	<b>Tabellariaceae</b>					
61	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kutz.	П	и	ац	ο - β	к
62	<i>T. fenestrata</i> var. <i>geniculata</i> Cl.	П - О - Б	гб	ац		
63	<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kutz.	П	и	ац	ο - х	с-а
64	<i>Tabellaria</i> sp.	П				
	<b>RAPHALES</b>					
	<b>Naviculaceae</b>					
65	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cl.	О	мг		β - α	к
66	<i>C. formosa</i> (Greg.) Cl.	О	мг			
67	<i>Caloneis</i> sp.					
68	<i>Diploneis oculata</i> (Breb.) Cl.	Б	и	ин	β	б
69	<i>Diploneis</i> sp.					
70	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kutz.) Rabenh.	О	и	ал	β	б
71	<i>G. spenserii</i> (Quekett) Griff. and Henfrey	П - О - Б	ог			к
72	<i>Gyrosigma</i> sp.					
73	<i>Navicula anglica</i> Ralfs	П - Б	ог	ал		
74	<i>N. bacilliformis</i> Grun.	П - О - Б	и			к
75	<i>N. bicapitellata</i> Hust.	П	гб			
76	<i>N. binodis</i> Ehr.	П	гб			
77	<i>N. capitata</i> Ehr. var. <i>capitata</i>	П - О - Б	и	ал	β	к
78	<i>N. crucicula</i> (W. Sm.) Donk.	П	мг			
79	<i>N. cryptocephala</i> Kutz.	Б	и	ал	α	к
80	<i>N. cryptocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kutz.) Grun.	Б	гл		α	
81	<i>N. cuspidata</i> Kutz.	П - О - Б	и	ал	α - β	
82	<i>N. dicephala</i> (Ehr.) W. Sm.	Б	ог		ο - β	к
83	<i>N. exigua</i> (Greg.) O. Mull.	П - Б	и		β	к
84	<i>N. exigua</i> var. <i>signata</i> Hustedt.					
85	<i>N. halophila</i> (Grun.) Cl.	П	мг			к
86	<i>N. heufleriana</i> (Grun.) Cl.	О	гб			
87	<i>N. hungarica</i> var. <i>linearis</i> Ostr.	П - Б	и	ал		к
88	<i>N. minima</i> Grun.	П - О - Б	ог			к

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
90	<i>N. mutica</i> Kutz.	Б	и			к
91	<i>N. mutica</i> var. <i>nivalis</i> (Ehr.) Hust.	П - О	и	ал		
92	<i>N. pupula</i> Kutz.	Б	гл	ин	β	к
93	<i>N. radiosua</i> Kutz.	Б	и	ин	β	б
94	<i>N. rhynchocephala</i> Kutz.	П - О - Б	и	ал	а	к
95	<i>N. viridula</i> (Kutz.) Ehr.	П - О - Б	и	ал	а	к
96	<i>N. vulpina</i> Kutz.	Б	гб			к
97	<i>N. wiesneri</i> Lange-Bertalot					
98	<i>Navicula</i> sp.					
99	<i>Neidium bisulcatum</i> (Lagerst.) Cl.	Б	гб			б
100	<i>Pinnularia appendiculata</i> (Ag.) Cl.	П - О - Б	ог			с-а
101	<i>P. brevicostata</i> Cl.	П - О - Б	ог			
102	<i>P. gibba</i> Ehr.	Б	и	ин	х	б
103	<i>P. gibba</i> var. <i>mesogongyla</i> f. <i>interrupta</i> Cl.	П - О - Б	ог			к
104	<i>P. major</i> (Kütz.) Cl.	П - О - Б	ог		β	
105	<i>P. molaris</i> var. <i>lapponica</i> Molder	П - О - Б	ог			к
106	<i>Pinnularia</i> sp.					
107	<i>Pleurosigma salinarum</i> Grun.	П	мг			б
108	<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	Б	и	ин	β	б
109	<i>St. anceps</i> f. <i>gracilis</i> (Ehr.) Cl.	Б	ог	ин	β	
110	<i>St. pygmaea</i> Krieg.	Б	гб			
111	<i>Stauroneis</i> sp.					
	<b>Achnanthaceae</b>					
112	<i>Achnanthes exigua</i> Grunow	О	и	ал		к
113	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun.	О	и	ал	х - β	к
114	<i>Ach. Lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> (Ostr.) Hust.	О	и	ал		к
115	<i>Ach. lanceolata</i> f. <i>capitata</i> O.F.Mull.	О	и			к
116	<i>Ach. lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i> (Grunow) Lange - Bertalot					
117	<i>Ach. minutissima</i> Kütz	О	и	ин	ο - β	к
118	<i>Ach. pusilla</i> (Grunow) De Toni					
119	<i>Ach. subatomoides</i> (Hustedt) Lange - Bertalot et Archibald					
120	<i>Achnanthes</i> sp.					
121	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	О	и	ал	ο - β	б
122	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) Cl.	О	и	ал		б
123	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Her.) Cl.	О	и	ал		б
124	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	О	гл		β	
125	<i>Cocconeis</i> sp.					
	<b>Eunotiaceae</b>					
126	<i>Eunotia bilunaris</i> (Her.) Mills var. <i>bilunaris</i> sensu lato					
127	<i>E. exigua</i> (Breb.) Rabonh.	П - О - Б	ог	ин		к
128	<i>Eunotia praerupta</i> Ehr.	О	гб		ο	к
129	<i>E. tenella</i> (Grun.) Hust.	П - О - Б	гб			с-а
130	<i>Eunotia</i> sp.					
	<b>Rhoicospheniaceae</b>					
131	<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kutz.) Grun.	О	гл	ал	β	
	<b>Cymbellaceae</b>					
132	<i>Amphora ovalis</i> Kutz.	Б	и		ο - β	
133	<i>A. ovalis</i> var. <i>gracilis</i> Ehr.	Б	и			
134	<i>A. pediculus</i> Kutz.	Б	и	ал	β	к
135	<i>A. proteus</i> Greg.	Б	мг			
136	<i>Amphora</i> sp.					
137	<i>Cymbella alpina</i> Grunow	О	гб			
138	<i>Cymbella amphicephala</i> Nag.	О	гб			
139	<i>Cymbella cymbiformis</i> (Ag.? Kutz.) V.H.	О	ог			к

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
140	<i>C. lata</i> Grunow	О	и			
141	<i>C. naviculiformis</i> Auersw.	О	и	ин	β	б
142	<i>C. prostrata</i> (Berkeley) Cl.	О	и	ал	β	к
143	<i>C. silesiaca</i> Bleisch.	О				
144	<i>C. turgida</i> (Greg.) Cl.	П - О - Б	ог	ал		к
145	<i>C. ventricosa</i> Kutz.	О	и		β	
146	<i>Cymbella</i> sp.					
	<b>Gomphonemataceae</b>					
147	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	О	и		β	
148	<i>G. constrictum</i> Ehr.	О	и		β	
149	<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kutz.	О	и			
150	<i>G. parvulum</i> (Kutz.) Grun.	О	гл			к
151	<i>G. parvulum</i> var. <i>lagenulum</i> (Kutz.? Grun.) Hust.	О	гл			к
152	<i>Gomphonema</i> sp.					
	<b>Epithemiaceae</b>					
153	<i>Epitemia argus</i> Kutz.	О	гб			
154	<i>E. zebra</i> (Ehr.) Kutz.	О	ог			
155	<i>Epitemia</i> sp.					
	<b>Nitschiaceae</b>					
156	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	Б	и	ин	а	к
157	<i>Nitzschia acicularis</i> W.Sm.	П	и		а	б
158	<i>N. angustata</i> (W.Sm.) Grun.	Б	и		а	к
159	<i>N. amphibia</i> Grun.	П - Б	ог			к
160	<i>N. frustulum</i> (Kutz.) Grun.	П - Б	гл			к
161	<i>N. holsatica</i> Hust	П	гб		β	
162	<i>N. linearis</i> W. Sm.	Б	и	ал	ο	б
163	<i>N. littoralis</i> Grun.	Б	гл			
164	<i>N. macilenta</i> Greg.	П	мг			
165	<i>N. palea</i> (Kiitz.) W.Sm.	Б	и	ин	а	б
166	<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i> Grun.	Б	и	ин		б
167	<i>N. recta</i> Hantzsch.	Б	и	ал	α - β	б
168	<i>N. sigma</i> (Kutz.) W. Sm.	П - О - Б	мг			к
169	<i>N. sinuata</i> (W.Sm.) Grun.	П - О	и			к
170	<i>N. sublinearis</i> Hust.	Б	и			б
171	<i>N. thermalis</i> Kutz.	П - Б	и			
172	<i>N. thermalis</i> var. <i>minor</i> Hilse	П - Б	и			
173	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kutz.) Grun.	П - Б	и		β	б
174	<i>Nitzschia</i> sp.					
	<b>Susirellaceae</b>					
175	<i>Surilella linearis</i> W. Sm.	П - О - Б	и	ин	β	б
176	<i>Surilella</i> sp.					
177	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Breb.) W.Sm.	П - О - Б	и		β	
178	<i>Cymatopleura solea</i> (Breb.) W.Sm.	П - О - Б	и	ал	β	к
	<b>CHLOROPHYTA</b>					
	<b>CHLOROPHYCEAE</b>					
	<b>CHLAMIDOMONADALES</b>					
	<b>Chlamidomonadaceae</b>					
1	<i>Chlamidomonas acuta</i> Korsch.	П				
2	<i>Ch. atactogama</i> Korsch.	П				
3	<i>Ch. ehrenbergii</i> Gorosch.	П			a	
4	<i>Ch. gloeostictiformis</i> Dill.	П				
5	<i>Chlamidomonas</i> sp.	П				
6	<i>Carteria crucifera</i> Korsch.	П				
7	<i>C. globosa</i> Korsch.	П	и			к

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроп- ность	распро- стран.
8	<i>C. mucosa</i> Korsch.	П				
9	<i>C. pasheri</i> Skuja	П				
10	<i>Lobomonas denticulata</i> Korsch.	П				
11	<i>Platymonas cordiformis</i> (Cart.) Dill.	П			β	
12	<i>Polytoma fusiforme</i> Korsch.	П				
	<b>Phacotaceae</b>					
13	<i>Phacotus angustus</i> Pasch.	П				
14	<i>Ph. coccifer</i> Korsch.	П	и	ин		
15	<i>Ph. lenticularis</i> (Ehr.) Stein.	П	гл		β	
16	<i>Ph. palidus</i> Korsch.	П				
17	<i>Pteromonas angulosa</i> Lemm.	П	и		β	к
18	<i>P. aculeata</i> Lemm.	П	и		β	к
19	<i>P. aculeata</i> var. <i>irregularis</i> Korsch.	П				
20	<i>P. torta</i> Korsch.	П	и			к
21	<i>P. robusta</i> Korsch.	П - О - Б	и			
22	<i>Pteromonas</i> sp.					
	<b>VOLVOCALES</b>					
	<b>Volvocaceae</b>					
23	<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	П	и		ο - β	к
24	<i>Eudorina cylindrica</i> Korsch.	П				
25	<i>Gonium pectorale</i> O.Miil.	П	и		ρ - α	к
26	<i>Pandorina morum</i> (Mull.) Bory 1902	П	и		β	к
27	<i>P. charkowiensis</i> Korsch.	П	и		β	к
28	<i>Hyalogonium elongatum</i> Matv.	П				
29	<i>Volvox globator</i> (L.) Ehr.	П	и		ο - β	к
30	<i>Volvox</i> sp.	П				
	<b>TETRASPORALES</b>					
	<b>Chlorangiellaceae</b>					
1	<i>Chlorangium</i> sp.					
	<b>Nautococcaceae</b>					
2	<i>Hypnomonas chlorococcoides</i> Korsch.	П				
3	<i>H. tuberculata</i> Korsch.	П				
4	<i>H. lobata</i> Korsch.	П				
	<b>CHLOROCOCCALLES</b>					
	<b>Chlorococcaceae</b>					
1	<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank.) Menegh.	П - Б				
2	<i>Chlorococcum</i> sp.	П - Б				
3	<i>Dictyochloris reniformis</i> Korsch.	П				
4	<i>Dictyochloris</i> sp.					
5	<i>Treuboxia arbopicola</i> Puym.	П				
	<b>Sphaerocystidaceae</b>					
6	<i>Dictyochlorella reniformis</i> (Korsch.) Silva	П	и			
7	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korsch.) Bourr.	П	и			к
8	<i>S. schroeteri</i> Chod.	П	и		ο	к
9	<i>Sphaerocystis</i> sp.					
	<b>Characiaceae</b>					
10	<i>Characium sieboldii</i> A.Br.var. <i>sieboldii</i>	ο				
11	<i>Characium</i> sp.	ο				
12	<i>Hydriatum pyrenoidiferum</i> Massjuk	ο				
13	<i>Hydriatum</i> sp.	ο				
14	<i>Pseudocharacium acuminatum</i> Korsch.	ο				
15	<i>Schroederia nitzschioidea</i> (G.S.West) Korsch.	П	и			к
16	<i>Sch. robusta</i> Korsch.	П	и		β	к
17	<i>Sch. setigera</i> (Schrod.) Lemm.	П	и		β	к

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
18	Sch. spiralis (Printz) Korsch. <b>Trebariaceae</b>	П	и			к
19	Desmtractum indutum (Geitl.) Pasch.	П	и			к
20	Trebaria euryacantha (Schmidle)Korsch.	П	и			
21	T. crassispina G.M.Smith	П	и			
22	T. triappendiculata Bern, 1908	П	и			к
23	T. schmidlei (Schrod.) <b>Hydrodictyaceae</b>	П	и		β	к
24	Pediastrum biradiatum Meuen	П	и	ин	β	к
25	P. boryanum (Turp.) Menegh.var boryanum	П	ог	ин	β	к
26	P. boryanum var. cornutum (Racib.) Sulek	П	ог	ин		к
27	P. boryanum var longicorne Reinsch	П	и	ин		к
28	P. simplex Meyen var. simplex	П	и		ο - β	к
29	P. duplex Meyen,1829	П	и		β	к
30	P. tetras (Ehrenb.)Ralfs	П	и		β	к
31	Pediastrum sp. <b>Golenkiniaceae</b>					
32	Golenkinia paucispina W.et G.S..West.	П			β	к
33	Golenkinia radiata Chod. <b>Micractiniaceae</b>	П	и			
34	Golenkiniopsis parvula (Voronich.) Korsch.	П	и			к
35	G. solitaria (Korsch.) Korsch.	П	и			к
36	Micractinium crassisetum Hortob.	П				
37	M. pusillum Fres. <b>Botryococcaceae</b>	П	ог		β	к
38	Dactylosphaerium jurisii Hind.	П	ин	ал	а	
39	Dictyosphaerium granulatum Hind.	П - Б				
40	D. pulchellum Wood,1872	П	ог	ин	β	
41	D.simplex Korsch.					
42	D.ehrenbergianum Nag.	П	и		β	к
43	D.subsolitarium van Goor	П	и			
44	D. sphaericum var. ehrenbergianum Naeg.	П				
45	Dictyosphaerium sp. <b>Radiococcaceae</b>					
46	Coenococcus plancticus Korsch.	П - О - Б	и			
47	C. polycoccus (Korsch.)Hind.	П - О - Б				
48	Coenochloris fottii (Hind) Tzar.	П				
49	C.korschikoffii Hind.	П	и			к
50	C. pyrenoidosa Korsch.	П	ог			
51	Coenocystis obtusa Korsch.	П - Б				
52	Palmodictyon lobatum Korsch.	О				
53	P. viride Kutz.	О				
54	Radiococcus sp. <b>Chlorellaceae</b>					
55	Chlorella vulgaris Beijer.	П	ог	ин	ρ - а	к
56	Chlorella sp.	П				
57	Tetraedron caudatum (Corda) Hansg.	П	и		β	к
58	T. incus (Teiling.) G.M.Smith	П	и	ал	β	к
59	T. minimum (A.Br.) Hansg.	П	и		β	к
60	T .minimum var scrobiculatum Lagerh	П	и			к
61	T. triangulare Korsch. <b>Oocystaceae</b>	П	и		β	к
62	Franceia tenuispina Korsch.	П				к
63	F. elongata Korsch.					

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
64	<i>Granulocystopsis psedocoronata</i> (Korsch.) Hind.	П - О - Б				
65	<i>Oocystis crassa</i> Wittr.	П				
66	<i>O.solitaria</i> Wittr.	П	ог	ац	β	к
67	<i>O. elliptica</i> West	П - О - Б				
68	<i>O. lacustris</i> Chod., 1897	П	ог	ац	ο - β	к
69	<i>O. marssonii</i> Lemm.	П	и		β	к
70	<i>O. rhomboideae</i> Fott	П	и			
71	<i>O. submarina</i> Lagerh., 1886	П	гл			к
72	<i>Oocystis</i> sp.	П				
73	<i>Lagerheimia ciliata</i> ( Lagerh.) Chodat.	П	и		β	к
74	<i>L. citriformis</i> (Snow) Collins	П	и			к
75	<i>L. genevensis</i> (Chod.) Chod.	П	и		β	к
76	<i>L. longiseta</i> (Lemm.) Wille	П	и		β	к
77	<i>L. tetraedrica</i> Roll.	П - О - Б				
78	<i>L. wratislaviensis</i> Schrod.	П	и		β	к
79	<i>Lagerheimia</i> sp.					
80	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i> (G.S.West) Korsch.	П - О - Б				
81	<i>N. willeana</i> Printz.	П				
82	<i>Siderocystopsis fusca</i> (Korsch.) Swale	П				
	<b>Selenastraceae</b>					
83	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	П	и		β	к
84	<i>Closteriopsis acicularis</i> (G.M.Smith) Belcher Swale	П - О - Б				
85	<i>C.longissima</i> (Lemm.) Lemm.	П	и		ο - β	к
86	<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pasch. et Korsch.	П - О - Б	и			к
87	<i>H.contortum</i> var <i>tenuissimum</i> Korsch.	П - О				
88	<i>Kirchneriella cornuta</i> Korsch.	П	и			к
89	<i>K. irregularis</i> (Smith) Korscik	П	и		β	к
90	<i>K.lunaris</i> (Kichn.) Mubius, 1894	П	и		β	к
91	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	П	и		β	к
92	<i>M. contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	П	и		β	к
93	<i>M. griffithii</i> (Berk.) Kom. - Legn.	П	и		β	к
94	<i>M. komarkovae</i> Nyg.	П	и	ин		к
95	<i>M. irregulare</i> (G.M.Smith) Komarkovs-Legnerova, 1	П	и	ин		к
96	<i>M.minutum</i> (Nag.) Kom.-Legn.	П	и	ал	β - α	к
97	<i>M.tortile</i> (W. et G.S.West) Kom.-Legn.	П - О - Б				
98	<i>Monoraphidium</i> sp.					
99	<i>Raphidocelis contorta</i> (Schmidle) Marv. et al.	П - О	и		β	
100	<i>R. danubiana</i> (Hind.) Marv. et al.	П - О - Б				
101	<i>R. sigmoidea</i> Hindak	П - Б				
102	<i>R. subcapitata</i> (Korsch.) Nyg. et al.	П - О - Б				
103	<i>Raphidocelis</i> sp.					
104	<i>Raphidonema sempervirens</i> Chodat					
105	<i>Selenastrum bibrianus</i> Reinsch	П - О - Б				
106	<i>S.gracilis</i> Reinsch	П - О - Б				
	<b>Coelastraceae</b>					
107	<i>Actinastrum fluviatile</i> (Schrod.) Fott	П	и			к
108	<i>A. hantzschii</i> Lagerh.	П	и		β	к
109	<i>Coelastrum astroideum</i> De-Notar.	П	и	ин	β	к
110	<i>C. indicum</i> Turn.	П - О - Б	гл			к
111	<i>C. microporum</i> Nag.	П	и		β	к
112	<i>C. pseudomicroporum</i> Korsch.	П	и		β	к
113	<i>C. reticulatum</i> (Dang.) Senn	П - О - Б				
	<b>Scenedesmaceae</b>					
114	<i>Didymocystis lineata</i> Korsch.	П - О - Б	и			к

Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
115 <i>D. planctonica</i> Korschikoff.	П	и		β	к
116 <i>Pseudotetrastrum punctatum</i> (Schmidle) Hind.	П - О - Б				
117 <i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	П	и		β	к
118 <i>Sc. acutiformis</i> Schrod.	П	и		β	к
119 <i>Sc. acutus</i> Meyen	П	и		β	к
120 <i>Sc. arcuatus</i> (Lemm.) Lemm.	П - О - Б				к
121 <i>Sc. apiculatus</i> (W. et G.S. West) Chod.	П	и			к
122 <i>Sc. armatus</i> Chod.	П	и		β	к
123 <i>Sc. bernardii</i> G.M. Smith	П				
124 <i>Sc. bicaudatus</i> Deduss	П	и		β	к
125 <i>Sc. boreanum</i>					
126 <i>Sc. brasiliensis</i> Bohl.	П - О - Б	ог		β	к
127 <i>Sc. denticulatus</i> (Lagerh.)	П	и	ин	β	к
128 <i>Sc. denticulatus</i> var <i>australis</i> Playfair.	П	и	ин	β	к
129 <i>Sc. ecornis</i> (Ehrenb.) Chod.	П			β	к
130 <i>Sc. falcatus</i> Chodat	П - О - Б				
131 <i>Sc. grahneisii</i> (Heyning) Fott	П - Б				
132 <i>Sc. granulatus</i> W. & G.S. West	П	и			к
133 <i>Sc. gutwinskii</i> Chod. Var. <i>gutwinskii</i>	П - Б				
134 <i>Sc. lefevrii</i> Defl.	П	и	ин		к
135 <i>Sc. opoliensis</i> P. Richter	П	ог	ин	β	к
136 <i>Sc. obtusus</i> Meyen, 1829	П	и	ин	β	к
137 <i>Sc. parvus</i> (G.M. Smith) Bourr. et Mang.	П - Б				
138 <i>Sc. papillosum</i> Pankow	П - О - Б				
139 <i>Sc. protuberans</i> Fritsch.	П	и	ин		к
140 <i>Sc. spricatus</i> W. et G.S. West	П - О				
141 <i>Sc. spinosus</i> Chodat, 1926	П				
142 <i>Sc. subspicatus</i> Chod.	П - О - Б				
143 <i>Sc. semicristatus</i> Uherkov.	П	и			
144 <i>Sc. sempervirens</i> Chod.	П	и	ин	β	к
145 <i>Sc. striatus</i> Deduss	П				
146 <i>Sc. quadricauda</i> (Turp.)	П - О - Б	ог	ин	β	к
147 <i>Sc. quadricauda</i> var. <i>spinosa</i> Deduss	П - О - Б				
148 <i>Sc. verrucosus</i> Roll	П	и	ин		к
149 <i>Scenedesmus</i> sp.	П	и			
150 <i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemm.) Komarek	П			β	к
151 <i>C. rectangularis</i> (Nag) Komarek	П	и			к
152 <i>C. fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	П	и		β	к
153 <i>C. quadrata</i> Morr.	П	и			к
154 <i>C. tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et W.	П	и		ο - β	к
155 <i>Tetrastrum elegans</i> Playf.	П	и		ο - β	к
156 <i>T. elegans</i> var. <i>dentatum</i> Playfair, 1917	П	и			
157 <i>T. heteracanthum</i> (Nordst.) Chod.	П - О - Б				
158 <i>T. glabrum</i> (Roll)	П	и		β	к
159 <i>T. staurogeniaforme</i> (Schrod) Lemmermann, 1990	П	и		β	к
160 <i>Tetrastrum</i> sp.					
161 <i>Tetradesmus wisconsiensis</i> G.M. Smith	П	и			
162 <i>Westella botryoides</i> (W. West) De-Wildeman	П	и		β	к
163 <i>Willea irregularis</i> (Wille) Schmidle	П - О - Б	и			б
<b>CHLOROSARCINACEAE</b>					
<b>Coccomyxaceae</b>					
165 <i>Dispora cuneiformis</i> (Schmidle) Printz					
165 <i>D. crucigenoides</i> Printz.					

	Название таксона	место- обитание	галоб ность	отнош. к рН	сапроб- ность	распро- стран.
<b>ULOTRICHALES</b>						
<b>ULOTRICHINEAE</b>						
<b>Ulotrichaceae</b>						
1	<i>Chlorhormidium</i> sp.					
2	<i>Elakatothrix gloeocystiformis</i> Korsch.	П				
3	<i>E. lacustris</i> Korschik	П				
4	<i>Gloeotila protogenita</i> Kutz.	П				
5	<i>Koliella crassa</i> Hind.	П - О - Б				
6	<i>K. longiseta</i> (Vischer) Hindak, 1963	П - О - Б	и	ин	β	к
7	<i>K. planctonica</i> Hind.					
8	<i>Stichococcus bacilaris</i> Nág.s.str.					
9	<i>S. lacustris</i> Chod.					
10	<i>S. mirabilis</i> Lagerh.					
11	<i>Ulotrix aequalis</i> Kütz	Б			о	
12	<i>Ulotrix</i> sp.					
<b>CHAETOPHORINEAE</b>						
<b>Chaetophoraceae</b>						
13	<i>Lochmium piluliferum</i> Printz	П				
<b>CLADOPHORALES</b>						
<b>Cladophoraceae</b>						
1	<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kutz.				β	
<b>CONJUGATOPHYCEAE</b>						
<b>ZYGNEMATALES</b>						
<b>Zygnemataceae</b>						
1	<i>Zygnema</i> sp.				о	
2	<i>Mougeotia</i> sp.					
<b>Spirogyraceae</b>						
3	<i>Spirogira</i> sp.					
<b>DESMIDIALES</b>						
<b>Peniaceae</b>						
1	<i>Penium borgeanum</i> Skuja					
2	<i>Penium</i> sp.					
<b>Closteriaceae</b>						
3	<i>Closterium acutum</i> (Lyngb.) Breb.	П	гб	ин		к
4	<i>C. ceratium</i> Perty					
5	<i>C. gracile</i> f. <i>tenuissimum</i> Boldt					
6	<i>C. minutum</i> Roll					
7	<i>C. parvulum</i> Nag.	П	и	ин	β	к
8	<i>C. subquasillus</i> Boldt					
9	<i>C. venus</i> Kütz.				β	
10	<i>Closterium</i> sp.					
11	<i>Euastrum</i> sp.					
<b>Desmidiaceae</b>						
12	<i>Hyalotheca</i> sp.					
13	<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib.					
14	<i>Cosmarium binum</i> Nordst.					
15	<i>C. bioculatum</i> Breb.	П	и	ин		к
16	<i>C. botrytis</i> Menegh.					
17	<i>C. contractum</i> Kirchn.					
18	<i>C. cyclicum</i> Lund.					
19	<i>C. depressum</i> (Nag.) Lund	П	и	ин		к
20	<i>C. depressum</i> var. <i>achondrum</i> (Bolott.) W. et G.S.W.					
21	<i>C. impressulum</i> var. <i>suborthogonum</i> (Racib.) W. et	П				
22	<i>C. lapponicum</i> Borge					

	Название таксона	местообитание	галобность	отнош. к pH	сапробность	распространение
23	<i>C. mioniliforme</i> (Terp.) Ralfs var. <i>moniliforme</i>	П				к
24	<i>C. polonicum</i> Racib.	П				
25	<i>C. pseudopyramidatum</i> var. <i>extensum</i> (Nordst.) Krie	П	и	ин		
26	<i>C. pseudoretusiforme</i> Gronbl.	П			ац	
27	<i>C. pygmaeum</i> Arch.	П			ац	
28	<i>C. regulare</i> Schmidle	П			ац	
29	<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Arch.	П				к
30	<i>C. subquasillus</i> Boldt					
31	<i>C. subquadratum</i> Nordst.					
32	<i>C. subprotumidum</i> var. <i>subprotumidum</i> Nordst.					
33	<i>C. subpulchellum</i> W. et G.S.West	П			ац	
34	<i>C. subrectangulare</i> Gutw.	П				
35	<i>C. tenue</i> Arch.	П				
36	<i>C. undulatum</i> Corda					
37	<i>C. varsoviense</i> Racib.	П			ац	
38	<i>Cosmarium</i> sp.					
39	<i>Desmidium</i> sp.					
40	<i>Pachyphorium</i> sp.					
41	<i>Staurastrum absconditum</i> Gronbl.					
42	<i>St. informe</i> Gronbl.					
43	<i>St. gracile</i> Ralfs	П	и	ин	о - β	к
44	<i>St. micron</i> West					
45	<i>S.plancticum</i> Teil.					
46	<i>St. sublongipes</i> G.M.Smith					
47	<i>St. tetracerum</i> Ralfs					
48	<i>St. tetracerum</i> f. <i>trigonum</i> Lund.					
49	<i>St. tetracerum</i> var. <i>validum</i>					
50	<i>Staurastrum</i> sp.					
51	<i>Staurodesmus</i> sp.					
52	<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. et G.S.West	П	и	ин	β	б
53	<i>Xanthidium bifidum</i> (Breb.)Pal.-Mordv.					

**Примечание:**

местообитание:

П - планктонный, О - обрастатель, Б - бентосный  
галобность:

мг - мезогалоб, ог - олигогалоб, гб - галофоб, и - индифферент, гл - галофил  
отношение к pH:

ал - алкалифил, ин - индифферент, ац - ацидофил

сапробность:

х - ксеносапробный, о - олигосапробный, т - мезосапробный, β - β мезосапробный,  
а - а мезосапробный, р - полисапробный

распространение

к - космополитный, с-а - северо-альпийский, б - boreальный,