

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ БОТАНИКИ

00

на правах рукописи

ЕЛЬМУРАТОВ
Альмурат Ельмуратович

**ФИТОПЛАНКТОН ЮЖНОЙ ЧАСТИ
АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ОЗЕР
ПРИАРАЛЯ В УСЛОВИЯХ
АНТРОПОГЕННОГО ЭВТРОФИРОВАНИЯ**

(03.00.05—ботаника)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Ташкент—1997

Работа выполнена в Институте биоэкологии ККОАН РУ,
Ботаническом институте им В. Л. Комарова РАН и в Инсти-
туте ботаники АН РУ

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук	Кучкарова М. А.
доктор биологических наук, профессор	Петрова Н. А.
доктор биологических наук, профессор	Таубаев Т. Т.

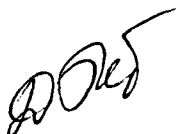
Ведущее учреждение — Ферганский государственный уни-
верситет

Защита состоится «14» мая 1997 г. в 13 часов
на заседании Специализированного совета Д.015.05.01 по
защите диссертации на соискание ученой степени доктора
наук в Институте ботаники АН РУ по адресу: 700143, г. Таш-
кент—143, ул. Ф. Ходжаева, 32. Факс (3712) 627938.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Инсти-
тута ботаники АН РУ

Автореферат разослан: «4» апреля 1997 г.

Ученый секретарь
Специализированного совета,
доктор биологических наук



ХУДАЙБЕРДИЕВ Р. Х.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Рациональное использование и охрана естественных водоемов невозможны без знания особенностей водных экосистем, зависящих от единства взаимосвязанных абиотических и биотических компонентов. Постоянный контроль за состоянием водной экосистемы Арала в условиях катастрофического убывания его уровня и повышения солености позволяет оценить скорость и направленность происходящих процессов и более правильно подходить к экологическому прогнозированию будущего развития этого водоема.

Связанные с Аралом озера Южного Приаралья функционируют под непосредственным влиянием стоков коллекторно-дренажных вод (КДВ), в составе которых содержится огромное количество органико-минеральных веществ, способствующих интенсификации эвтрофирования водоемов.

Эвтрофирование - это повышение уровня новообразования органического вещества в водоеме (Россолимо, 1977; Кожова, 1985; Петрова, 1990). В комплексном изучении водоемов видное место занимают исследования флористического состава, распределение фитопланктона и его первичной продукции. Особое значение они приобрели в связи с разработкой теории биологической продуктивности водоемов, являющейся научной основой управления биологическими ресурсами водных экосистем. Именно фитопланктон, утилизируя солнечную радиацию, в процессе фотосинтеза определяет биологическую продуктивность водоемов (Rhode, 1958, 1969; Винберг, 1960; Елизарова, 1973; Трифонова, 1975, 1979). Фитопланктон, являясь первым звеном трофической цепи, быстро реагирует на изменение условий среды в водоемах и, в частности, на их антропогенное эвтрофирование или изменение химического состава воды при засолении.

Цель и задачи исследований. При дальнейшем ухудшении экосистемы Арала и эвтрофировании озер Приаралья, вследствие постоянного приема стоков КДВ, создается реальная угроза того, что многие аборигенные формы водорослей исчезнут из состава планктона водоемов, если в свое время не предпринять попытки восстановления природного баланса этих водоемов. Поэтому одной из неотложных задач является изучение флористического состава, количественного развития фитопланктона и завершение инвентаризации, выяснение закономерности формирования и географического распределения фитопланктонных сообществ. Не менее важно создание фундаментальных сводок по водорослям Аральского моря и водоемов Приаралья. Только выполнение подобных исследований позволит прогнозировать изменения этих экосистем под влиянием антропогенных нагрузок.

Проведенные ранее альгологические исследования посвящены лишь видовому составу и количественному развитию фитопланктона отдельных районов Аральского моря. До наших исследований не был изучен фитопланктон в южных

заливах моря и в районах впадения рек Аму- и Сырдарьи, то есть в участках, чрезвычайно важных для рыбного хозяйства. Не было систематических наблюдений, начиная с периода нормального состояния уровня Арала до современного резкого снижения уровня и осолонения воды по всей акватории Арала. Также не исследовались водоросли озер Приаралья до и после приема стоков КДВ.

В связи с этим перед нами стояли следующие задачи:

- определить флористический состав, закономерности формирования комплексов водорослей планктона в Аральском море в годы высокого уровня и резкого его снижения, а также в Судочьинской и Акпеткинской озерных системах до и после приема стоков КДВ;

- выявить динамику сезонного и многолетнего развития фитопланктона в зависимости от возрастающего антропогенного воздействия;

- определить экологические особенности комплексов преобладающих видов и форм планктонных водорослей и их изменение в процессе эвтрофирования и осолонения водоемов;

- установить закономерности распределения фитопланктона по акватории южной части Аральского моря и в озерах Приаралья;

- выяснить тенденции развития комплексов водорослей, прогнозировать изменение под влиянием антропогенных нагрузок, определить естественные запасы полезных видов;

- выявить закономерности сезонных колебаний количественных показателей планктонных комплексов и регионального распределения интенсивности продукционных процессов, а также тенденции их многолетних изменений.

Защищаемые положения. Диссертация является обобщающим исследованием, посвященным решению крупной научной проблемы, включающие следующие основные положения:

1. Закономерности изменения видового состава, структуры и продуктивности фитопланктонных сообществ в водоемах под влиянием антропогенного воздействия являются первым и основным показателем трансформации водной экосистемы.

2. Структурные изменения в фитопланктоне Аральского моря, происходящие под влиянием его обмеления и засоления, приводят к обеднению видового состава водорослей и снижению их продуктивности.

3. Интенсивное развитие фитопланктона в озерах Приаралья - результат антропогенного эвтрофирования этих водоемов.

Научная новизна и теоретическая значимость работы. Данные о видовом составе фитопланктона, динамике количественного развития, экологических особенностях массовых форм водорослей, о закономерностях распределения фитопланктона южных заливов и акватории приустьевой части р.Аму-дарьи, и зимнем фитопланктоне всего Аральского моря приводятся нами впервые. Также

впервые приводятся сведения о водорослях озер Приаралья и их первичной продукции. Получены новые данные о сезонных и многолетних изменениях флористического состава и динамике количественного развития, экологических особенностях массовых видов и форм фитопланктона Аральского моря в годы после сильного снижения его уровня и осолонения воды, а также озер Приаралья - до и после приема стоков КДВ.

В планктоне в водоемах Южно-Аральского бассейна обнаружено 903 вида и внутривидовых таксона водорослей, из которых впервые 304 указываются для изучаемых водоемов и 10 - для водоемов евроазиатских стран. Приведены материалы, характеризующие эвтрофирование водоемов Акпеткинской и Судочьинской озерных систем. Дана эколого-санитарная оценка водоемов на основе видового состава его водорослей. Определены задачи по дальнейшему исследованию нежелательных изменений качества воды.

Вклад автора в разработку 1. Диссертация построена на материалах собственных исследований, проводимых с 1967 по 1994 гг. Изучены различные участки акватории южной части Аральского моря и прилегающих к ним крупных водоемов разного типа, его култуки, заливы, на протяжении 26 лет в условиях высокого уровня Арала (когда существовала связь с Аму- и Сырдарьей) и его катастрофического снижения, а также озера Приаралья до и после приема стоков КДВ.

2. Установлен флористический состав водорослей планктона южной части Арала, дан анализ его сезонной и многолетней динамики и тенденции изменения в зависимости от антропогенного воздействия. Произведена инвентаризация флористического состава водорослей озер Приаралья, определен механизм перестройки структуры фитопланктонных сообществ до и после приема-накопления стоков КДВ.

3. Установлен современный флористический состав водорослей водоемов Южно-Аральского бассейна, приведен список новых видов и форм для водоемов Аральского моря и озер Приаралья и водоемов евро-азиатских стран.

4. Выявлен механизм изменения комплекса преобладающих видов и форм, уровень их количественного развития. Все это дает основание прогнозировать не только формирование фитопланктона, но и в целом направленность эволюции экосистем озер Приаралья. Количественная оценка скорости потребления биогенных элементов фитопланктоном различных видов позволила выяснить их биологическое значение, определить границы трофности мезотрофных и эвтрофных Акпеткинской и Судочьинской озерных систем, разработать меры их защиты от дальнейшего антропогенного эвтрофирования и для реконструкции до состояния экологического благополучия.

5. Выявлены закономерности сезонных колебаний и регионального распределения продукции фитопланктона: численности и биомассы водоросли, а также тенденции их многолетних изменений.

6. Выявлен характер перестройки структуры и функциональных особенностей комплексов фитопланктона в озерах Приаралья, которые регулируются в основном морфометрией водоемов, их удаленностью от источника загрязнения, содержанием биогенных элементов, температурой и прозрачностью воды.

7. Установлены сезонные и межгодовые изменения первичной продукции озер Приаралья. Определена глубина трофогенного слоя, дана оценка светового угнетения и светового голодания, зависимости фотосинтеза от биомассы водорослей, удельная продуктивность, траты на обмен у водорослей и эффективная продукция фотосинтеза.

Практическая значимость. Выполненная работа является существенным вкладом в познание биоты различных водоемов Аральского бассейна с различной антропогенной нагрузкой. Она имеет большое значение для создания теории улучшения эколого-санитарного состояния исследуемых водоемов и тесно связана с практическими вопросами - разработкой мероприятий по охране водных ресурсов на основе изучения качества воды и альгологической биотехнологии очистки сточных вод. Полученные богатые материалы используются для составления общих сводок по систематике и экологии водорослей водоемов евроазиатских стран. Они могут также быть полезными для ботаников, гидробиологов и специалистов рыбного хозяйства и животноводства.

Результаты исследований декадных, сезонных и межгодовых колебаний видового разнообразия и количественного развития фитопланктона, позволили дать обоснование прогнозов изменения кормовой базы гидробионтов в водоемах в связи с катастрофическим преобразованием водных экосистем Аральского бассейна. Полученные результаты исследований в Акпеткинской и Судочьинской озерных системах при антропогенном эвтрофировании, комплексные оценки качества поверхностных вод, приведенные автором, могут служить научным обоснованием природоохранных мероприятий и прогнозов возможных изменений качества поверхностных вод.

Выявлено более 30 наиболее ценных в кормовом отношении видов протококковых, динофитовых и диатомовых водорослей. Они рекомендованы в качестве объектов для массового культивирования с целью повышения рыбопродуктивности водоемов, а также дополнительного высокобелкового корма для животноводства.

Апробация. Основные положения диссертации доложены на научных конференциях Комплексного института естественных наук Каракалпакского филиала АН УзССР, Института ботаники АН УзССР и Отдела микробиологии АН УзССР (1970, 1971, 1972 гг.), на заседании научного семинара в лаборатории альгологии отдела низших растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР (1976, 1982) и на кафедрах ботаники Одесского и Кишиневского Государственных университетов, в Ботаническом саду АН МССР (1977), на IV, V,

VII, VIII конференциях по споровым растениям Средней Азии и Казахстана (Ташкент, 1971, 1972, 1974, 1975, 1989; Ашхабад, 1974; Душанбе, 1978), на конференциях по вопросам рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана (Душанбе, 1976; Чолпан-ата, 1978; Ашхабад, 1986), на конференциях по вопросам теоритических и прикладных проблем экологии (Бухара, 1992) и экологических проблем Приамударьинского региона Средней Азии (Бухара, 1995), Всесоюзной конференции по актуальной проблеме современной альгологии (Черкассы, 1987), Всесоюзном совещании "Антропогенные изменения экосистем малых озер" (причины, последствия, возможности управления) (Ленинград, 1990).

Содержание диссертации в завершеном виде докладывалось в отделе споровых растений и гидроботаники Института ботаники АН РУ (1994, 1996), на расширенном заседании лаборатории низших растений с участием ведущих ученых Института биозкологии ККОАН РУ, Нукусского Государственного Университета и Пединститута (1995), а также на Ученом Совете Института биозкологии АН РУ (1995), в отделе альгологии Ботанического института им.В.Л.Комарова РАН (1995).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 25 работ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из двух частей: общей и систематической. Общая часть, объемом в 204 страниц машинописи, включает 116 таблиц и 21 рисунок. Она состоит из введения, 8 глав, заключения, выводов и списка литературы, включающего 565 названий, из которых 100 иностранных. Систематическая часть, объемом в 447 страниц машинописи, содержит описание 903 видовых и внутривидовых таксонов водорослей, обнаруженных в южной части Аральского моря и озерах Приаралья, составленного в соответствии системой, принятой в определителе пресноводных водорослей СССР (1951-1986).

Связь диссертационной работы с планом НИР. Работа выполнялась по комплексной программе научно-технического прогресса, связанной с планами НИР Комплексного института естественных наук Каракалпакского отделения АН РУ. Материалы автора, полученные в течение 26 лет, включены в отчеты НИР, которые имеют номера госрегистрации (70042908; 0189.0079729; 01.9.10.017882).

Автор чрезвычайно признателен научному консультанту, ведущему ученому Ботанического института им.В.Л.Комарова РАН, д.б.н, профессору И.В. Макаровой за ценные советы и помощь в работе, также зав. отделом альгологии того же института, д.б.н Виноградовой К.Л. за любезно представленную возможность работать над диссертацией в её отделе. Благодарю за ряд ценных консультаций зав.отделом споровых растений и гидроботаники Института ботаники АН РУ, д.б.н. Р.Ш.Шаякубова и коллектив его отдела, также руксводителей Каракалпакского отделения АН РУ и Института биозкологии ККОАН РУ, коллектив лаборатории низших растений за содействие в сборе и анализе полевых материалов в моих многолетних исследованиях.

Глава I. Природные условия и краткая физико-географическая характеристика Аральского моря и водоемов его бассейна.

В разделах 1.1. "Географическое положение и 1.2. гидрохимическая характеристика Аральского моря" подробно описаны абиотические процессы в водоеме: физико-географические условия, соленость и прозрачность вод, содержание в них биогенных веществ и кислорода, общий характер грунта, а также описание береговой линии моря.

Раздел 1.3. Географическое положение озер Приаралья и их гидрохимический режим посвящен двум озерным системам: Акпеткинской и Судочинской, их происхождению, ныне занимаемой площади, характеру водного питания, солевому составу, температурному режиму и тенденции увеличения концентрации биогенных элементов из-за ежегодного приема коллекторно-дренажных вод (КДВ).

В разделе 1.4. О растительном и животном мире Аральского моря и озер Приаралья сообщается, что видовой состав флоры и фауны здесь в силу исторических условий оказался обедненным и в нем отсутствуют многие растения и животные, имеющие большую численность в других водоемах. Большое внимание уделено анализу и оценке изученности микрофлоры, общей численности и биомассы микроорганизмов, цветковой и водной растительности, данным о зообентосе и зоопланктоне, рыбной продукции моря и озер Приаралья, начиная с середины прошлого века по настоящее время.

Глава II. История исследования водорослей.

Сведения о видовом составе фитопланктона исследуемых водоемов очень малочисленны, хотя внимание ученых давно привлечено к Аралу и его бассейну - этому уникальному водоему среди континентальных южных евроазиатских стран.

Качественному составу водорослей отдельных районов Аральского моря и озер Приаралья посвящены работы И.Г.Борщова (1977), Л.С.Берга (1908), С.Н.Остенфельда (1908), Г.С.Карзинкина (1924), И.А.Киселева (1927), А.Л.Бенинга (1934, 1935), Н.Н.Воронихина (1940), И.А.Киселева и Т.Ф.Возженниковой (1950), Т.Х.Шапошниковой (1950), А.М.Музафарова (1960,1965), Г.А.Ивановой (1963), А.К.Дарибаева (1966), Л.О.Пичкилы (1971), Ю.Б.Окологдова (1989). Количественное развитие фитопланктона охарактеризовано в работах А.Л.Бенинга (1934, 1935), Н.К.Лукониной (1960), Е.А.Яблонской (1964), Л.О.Пичкилы (1964, 1970, 1971).

Исследования фитопланктона Аральского моря до 1970 годов носили разрозненный характер и в большинстве случаев являлись результатом кратковременных экспедиций. Не были изучены также водоросли южных заливов Аральского моря и районов впадения рек Аму- и Сырдарьи, то есть участков, чрезвычайно важных для рыбного хозяйства. Оставался не изученным также зимний фитопланктон всего Аральского моря, вплоть до наших исследований (Ельмуратов, 1977, 1981). Изучению флористического состава и динамики

количественного развития фитопланктона Аральского моря и озер Приаралья были посвящены работы автора сначала 70-х годов (Ельмуратов, 1970, 1971, 1972, 1974а, б, 1975, 1981, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1992, 1993, 1996 а,б).

Глава III. Материал и методика исследований.

Материалом для данной работы послужили результаты исследований, проведенных в южной части Аральского моря и озерах Приаралья в 1967-1994 гг. Наблюдения велись стационарно. Проба планктонных водорослей собрана на постоянных станциях, расположенных с учетом охвата участков акватории с различными гидрологическими условиями. Всего собрано и обработано 9500 проб, из которых 2100 качественных и 7205 количественных проб планктона, 70 - бентосных, 125 - перифитонных. Для сбора фитопланктона применяли планктонную сеть из шелкового газа № 76 (диаметр кольца 45 см), сбор проводился при тихом ходе судна и моторной лодки в течение 3-5 минут. Для количественного учета пробы отбирались однолитровым батометром (БМ-48) и фиксировались 40% формалином (3-4 капли). Последующая концентрация планктона осуществлялась отстойным методом (Усачев, 1961; Киселев, 1969). Обработка качественных проб проводилась по общепринятой альгологической методике (Utermohl, 1958; Яшнов, 1934; Гусева, 1959; Усачев, 1961; Киселев, 1969; Кузьмин, 1978; Масюк, Радченко, 1989).

Количественная обработка материала проводилась в камере Нахотта, объемом 0,05 мл в двух-трехкратной повторности. Полученные при подсчете фитопланктона данные использовались для вычисления его биомассы и численности. Биомасса фитопланктона определялась общепринятым расчетным способом (Гусева, 1959; Усачев, 1961; Кумсаре, 1963; Nauwerk , 1963; Киселев, 1969; Vollenweider et al, 1969; Algren, 1973; Макарова и Пичкилы, 1970; Кожова, 1970; Трифонова, 1979; Ельмуратов, 1977, 1981 и др.).

Для массовых видов в случае их обитания в разных абиотических условиях были рассчитаны индивидуальные объемы (Гусева, 1955; Кумсаре, 1963; Nauwerk ,1963; Иванов, 1968; Algren, 1970; Трифонова, 1979).

Коефициенты видового сходства по Серенсону (цит. по Одум, 1975), индекс разнообразия (Федоров, 1967, 1974, 1975; Кузьмин, 1973; Гиляров и Маркина,1976; Ермолаев, 1976; Лаврентьева, 1977; Вассер и др., 1989), экологический анализ материала производился по тем же принципам, что анализ коефициента видового состава. Для оценки статистической достоверности использовались критерии Стьюдента. Все расчеты по экологическому анализу и статистической обработке материала выполнены на ЭВМ "Найри-К" в Вычислительном центре ККОАН РУ. Определение суточной продукции фитопланктона велось методом склянок кислородной модификации (Винберг, 1960). Суточная экспозиция склянок, объемом 100 мл проводилась вертикальными сериями с промежутком между ними в 1 м.

Глава IV. Общая эколого-флористическая характеристика и распределение фитопланктона.

Основная цель данной главы - установить таксономический состав водорослей планктона Аральского моря и водоемов, прилегающих к нему с южной стороны; дать краткий анализ сезонной и многолетней динамики и зонального распределения водорослей, выявить комплексы преобладающих форм фитопланктона в зависимости от антропогенных нагрузок. В первом разделе этой главы приведен систематический состав и его характеристика.

4.1. Систематический состав фитопланктона.

За период исследований (1967-1994 гг.) в планктоне южной части Аральского моря и прилегающих к нему водоемов обнаружено 903 вида, разновидностей и форм водорослей, которые в систематическом отношении включаются в 9 отделов и 18 классов, 31 порядок, 65 семейств и 157 родов (табл.1).

Таблица 1.

Состав водорослей южной части Аральского моря и озер Приаралья

Отделы водорослей	Количество				
	Класс	Порядок	Семейство	Род	Всего видов, разновидностей и форм
Cyanophyta	2	5	14	29	202
Chrysophyta	1	2	2	3	8
Bacillariophyta	2	5	12	43	386
Xanthophyta	2	2	2	2	2
Dinophyta	2	4	4	10	46
Cryptophyta	1	1	1	1	2
Euglenophyta	1	1	3	8	53
Chlorophyta	5	8	24	57	199
Rhodophyta	2	3	3	4	5
Итого:	18	31	65	157	903

Синезеленые водоросли (Cyanophyta) в южной части Аральского моря и озерах Приаралья довольно многочисленны. Они составляют 22,4% от общего числа видов и разновидностей. Среди них наиболее богаты по видовому составу роды *Oscillatoria* (51 вид и форм), *Lyngbya* (23), *Gloeocapsa* (17), *Anabaena* (16), *Microcystis* (13), *Phormidium* (11), *Spirulina* (9), *Merismopedia* (8). Представители этих родов встречаются по всей изученной акватории водоемов, а в количественном отношении больше всего их отмечено в Сарыбасском, Муйнакском заливах, озерах Судочье, Айрша и Акшоки. Особенно выделяются *Oscillatoria major*, *O. limosa*, *O. terebriformis*, *Lyngbya confervoides*, *L. majuscula*, *Anabaena bergii*, *Gloeocapsa crepidinium*, *Microcystis aeruginosa*, *Merismopedia*

tenuissima, *M.punctata*. Все остальные роды синезеленых водорослей качественно бедны. Каждый из них включает от 1 до 6 видов (*Gomphosphaeria* - 6, *Katagnymene* - 4, *Schizothrix*, *Coelosphaerium* - по 4, *Calothrix*, *Cyanothrix* - по 3, *Tolypothrix*, *Homoeothrix*, *Rivularia* - по 2, *Gloeotrichia*, *Holopedia*, *Pseudoanabaena*, *Pseudoholopedia*, *Isocystis*, *Nodularia* - по 1). Представители этих родов встречаются спорадически и в небольшом количестве и лишь изредка выступают в роли доминантов. К последним относятся *Cyanothrix gardneri* и его форма *caspica*, *Katagnymene pelagica* и его вариация *capitata*. Приурочены они главным образом к прибрежной части заливов моря, в озерах Приаралья обнаруживаются повсеместно.

Золотистые водоросли (*Chrysophyta*) представлены 8 видами и разновидностями (табл.1). Это - исключительно планктонные организмы (Матаиенко, 1954, 1965; Mathew, Chowdary, 1976). В исследованных водоемах наиболее богат видами род *Dynobryon* (*D.certularia*, *D.divergens*). Его представители встречаются во всех озерах Приаралья и в самом море, но значительного развития достигают весной и осенью в центральном и северо-западном участках озер Каратерень, Акпеткей и Карабайлы.

Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) по видовому составу (386) и количественным показателям играют основную роль в исследованных водоемах. По числу видов они занимают первое место и составляют 42,7%. Большинство их представлено неретическихими видами, незначительное количество обитает в пелагиали. Среди неретических видов, согласно классификации А.И.Прошкиной-Лаеренко (1963), преобладают пассивно плавающие, но некоторые способны к самостоятельному движению. В составе первых есть как прикрепленные к субстрату, так и планктонные. Однако есть и виды, которые первую стадию своей жизни проводят в бентосе, а последующие в планктоне. Они представлены 43 родами, 12 семействами, 5 порядками и 2 классами (центрические и пенатные). Класс центрический включают 10 родов и 37 видов.

В центрическом классе наиболее разнообразно представлены роды: *Chaetoceros* (8 видов), *Melosira* (7), *Coscinodiscus* (7), *Cyclotella* (6), *Stephanodiscus* (5), *Actinocyclus* (4). Особенно развиваются *Chaetoceros wighamii*, *Melosira moniliformis*, *Coscinodiscus perforatus*, *Cyclotella meneghiniana*, *S.caspica*, *Actinocyclus octanarius*, которые играют основную роль в создании биомассы фитопланктона в исследованных водоемах, встречаясь в течение всего года во всех заливах, в открытой части Арала и озерах Приаралья.

Класс пенатный включает в себя 35 родов с 349 видами и разновидностями. Особенно разнообразно представлен род *Navicula*, имеющий 53 вида, разновидностей и форм.

Водоросли этого рода очень широко распространены во всех биотопах Аральского моря и в прилегающих озерах. В планктоне прибрежной зоны большой удельный вес имеют литоральные виды *N.cryptocephala*, *N.placentula*, *N.pusilla*,

N.digitoradiata, суммарная плотность которых достигает от 756 до 1700 млн кл/м³. *Navicula rugosa*, *N.halophila*, *N.spicula*, *N.cuspidata*, *N.cryptosephala* являются доминантами в течение всего года в восточном и западном районах Аральского моря, при солености 13,0-23,5‰, а также обильно встречаются довольно постоянно и в отдельные годы, особенно в период паводков в озерах Приаралья. Род *Nitzschia* включает 49 видов и разновидностей. Из них основную роль в продуктивных процессах в Аральском море и в озерах Приаралья играют *N.acuminata*, *N.vermicularis*, *N.lorenziana*, численность которых варьирует от 290 до 910 млн кл/м³. Они преобладали в планктоне в течение почти всего вегетационного периода, составляя до 85% общей биомассы этого рода. Род *Symbella* представлен широко распространенным пресноводно-солонатовым видом *S.pusilla*, обитающим по всей акватории Арала, но преимущественно в его южной части, где он достигает в конце весны и в начале осени максимального развития. *Symbella ehrenbergii* и *S.bergii* широко распространены в планктоне в приустьевом районе моря, вызывая "цветение" воды, однако их популяции значительно ограничиваются по направлению к открытой части Арала, где соленость превышает 13‰. В последние годы в Аральском море и в озерах Приаралья заметного развития достиг солонатоводный вид *S.bergii*, который до недавнего времени считался эндемиком Аральского моря.

В род *Synedra* входят пресноводные, пресноводно-солонатоводные и солонатоводные виды (всего 18). Наибольшее значение в создании биомассы имеют пресноводные формы *S.ulna*, *S.pulchella*, *S.famelica*. На всех участках Сарыбасского и Муйнакского заливов и юго-восточной части Аджибая, а также во всех озерах Приаралья этих водорослей было очень много. Максимум их развития наблюдается в основном в теплое время года. Виды *S.ulna* var. *spatulifera*, *S.tabulata*; *S.pulchella* обильно развиваются среди обрастаний различных нитчатых водорослей в прибрежной части Южного Арала и нередко в пелагиали южной части Арала, с весны до конца осени.

Значительного видового разнообразия достигают роды *Pinnularia* (17 видов), *Surirella* (14), *Gomphonema* (12), однако многие их представители - обитатели литорали, попадающие в планктон случайно. *P.gibba*, *S.striatula*, *S.ovalis*, *G.lanceolata* встречаются в массе в теплое время года в прибрежных районах южных заливов и в приустьевой части моря, а также в разного типа озерах Приаралья. Ими создаются мощные слои обрастаний на песчаных и каменных грунтах, остатках предметов, лежащих под водой, на поверхности харовых водорослей и цветковых водных растений, часто среди "лепешек", плавающих на поверхности воды. Однако их популяции очень ограничены, при повышенной солености до 9,0-15,0‰ они быстро выпадают из состава планктона.

Все виды родов *Gyrosigma* (11 видов), *Mastogloia* (10), *Diploneis* (9) - солонатоводные и морские, играют наиболее существенную роль среди диатомовых. *Gyrosigma strigile*, *G.distortum*, *Mastogloia smithii*, *M.lanceolata*,

Diploneis smithii, *D.interrupta*, *D.ovalis* встречаются в планктоне, также среди обитателей других водорослей, круглогодично во всех заливах и в открытой части Аральского моря, а также в озерах Приаралья. Водоросли этих родов дают значительную биомассу за счет большой величины их клеток при солености 2,0-18,7‰.

Желтозеленые водоросли (*Xanthophyta*) представлены всего двумя видами (*Tribonema minus*, *Goniochloris pulchra*), и встречаются изредка весной среди обитателей побережья и в планктоне только в Сарыбасском заливе.

Динифитовые водоросли (*Dinophyta*) по количеству видов в фитопланктоне составляют всего 5,1%. Они представлены 10 родами, 46 видами (табл.1), из которых наиболее разнообразен *Glenodinium*, имеющий 16 видов и форм, встречающихся повсеместно, особенно в Муйнакском и Сарыбасском заливах, в озерах Судочье, Каратерень и Карабайлы. Наиболее широко распространены *G.caspicum*, *G.penardiforme*, *G.leptodermum*. Из 12 представителей рода *Peridinium* только *P.achromaticum*, *P.subsalsum*, *P.allorgei* встречаются с весны до конца осени по всей акватории заливов и открытой части Арала. Они обильны также в планктоне озер Приаралья.

Роды *Prorocentrum* и *Goniaulax* представлены 5 видами каждый. Среди них часто и обильно встречались *P.cordata*, *P.scutellum*, *G.spinifera*, играющие ведущую роль в течение года во всех заливах и в пелагиали Аральского моря, и в озерах Приаралья (за исключением оз. Айрша), создавая значительную биомассу при небольшой численности клеток.

Криптофитовые водоросли (*Cryptophyta*) представлены лишь двумя пресноводными видами (*Cryptomonas erosa*, *C.ovata*), и их развитие ограничено в теплое время года в затишьях южной части оз.Судочье и во всей акватории оз.Айрша, Акшоки, непосредственно принимающих стоки КДВ, и они не имеют существенного значения в создании продуктивности водоемов Приаралья.

Эвгленовые водоросли (*Euglenophyta*) составляет 5,7% общего числа водорослей и относятся к одному порядку (*Euglenales*) и 8 родам. Род *Euglena* представлен 25 видами, *Trachelomonas* и *Phacus* - по 9, что составляет вместе 81,0% от общего числа видов эвгленовых. *Euglena deses*, *Trachelomonas ravilovskensis*, *Phacus curvicauda* наиболее широко представлены на различных грунтах среди пленок и харовых водорослей, на листьях и стеблях цветковых водных растений. Остальные роды представлены небольшим числом видов (*Lepocinclis* - 4, *Colasium* и *Eutreptia* - по 2, *Astasia* и *Strombomonas* - по 1). Из 53 видов эвгленовых водорослей 41 были найдены в оз.Судочье, 38 - в различных участках оз.Айрша, 23 и 17 в прибрежных и центральных зонах Акпеткей и Карабайлы, соответственно. Основная масса эвгленовых попадала в оз.Айрша и в южный участок оз.Судочье через стоки КДВ.

Зеленые водоросли (*Chlorophyta*) по видовому разнообразию стоят на 3 месте после диатомовых и синезеленых (табл.1), но слабо развиты количественно.

Большинство из них распространено на опресненных участках заливов и приустьевой части акваторий Аральского моря, а также в озерах. Они представлены порядками Protococcales, Ulothrichales, Microsporales, Ulvales, Oedogonales, Zygnematales, Siphonocladiales, Desmidiaceae. Из них существенное значение имеют представители Protococcales и Desmidiaceae. Среди Protococcales наиболее важны роды *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Tetraedron*. Род *Oocystis* включает 20 пресноводных планктонных видов и разновидностей, из которых чаще всего встречаются *O.crassa*, *O.novae-semiliae*, *O.solitaria*.

Все виды *Scenedesmus* (17 видов), *Ankistrodesmus* (7), *Pediastrum* (6) индифферентные или слабо выраженные галофилы, что позволяет им обитать в слабосоленой воде, (до 2,5-5,5‰). *S.bijugatus*, *S.quadrifida*, *P.duplex*, *A.falcatus* с несколькими разновидностями встречаются в прибрежьях и центральных участках Аджибайского залива (до 10,5‰), а также в открытой части юга Арала. Значительного развития (до 18,0-19,0‰) достигает *Botryococcus braunii*. Порядок вольвоксовых представлен 13 видами; среди которых *Chlamydomonas ehrenbergii*, *Ch.monadina*, *Ch.reticulata* встречаются довольно часто в более загрязненных участках озер Судочье, Айрша, Акшоки; преимущественно в период ледостава, а *Carteria multifilis* - нередко в летнем планктоне во всех озерах Приаралья. Виды родов *Spirogyra*, *Mougeotia* и *Zygnema* из порядка Zygnematales встречаются в массе в прибрежных участках озер Приаралья, Сарыбасского и Муйнакского заливов, а также в открытой части моря среди цветковых водных растений. В планктоне часто попадаются обрывки их нитей.

Виды порядка десмидиевых в южной части Аральского моря и в прилегающих озерах составляет более 35% зеленых водорослей. По всей акватории озер Судочье, Акшоки и Муйнакского залива постоянно отмечается значительное разнообразие десмидиевой флоры, что объясняется, по-видимому, сравнительной опресненностью (2,0-7,5‰), защищенностью от ветра благодаря восточному чинку Устюрта, а также высокому содержанию гуминовых элементов в озерах Приаралья.

Красные водоросли (*Rhodophyta*) представлены всего 5 видами (4 рода), обитающими в заливах Аральского моря и озерах Приаралья, и большого значения в планктоне не имеют.

При сравнении флористического состава водорослей южной части Арала и озер Приаралья до и после изменения антропогенных нагрузок оказалось, что разнообразие планктона увеличилось, но почти все виды, характерные для 1967-1972 гг., были найдены и в 1982-1985 гг. Поэтому коэффициенты общности видового состава как планктона в целом, так и отдельных составляющих его групп в эти периоды были высокими. Однако 1986-1994 гг. эти показатели при сравнении с 1967-1972 гг. несколько понизились (0,63-0,75‰); что связано, по всей вероятности, с возросшим антропогенным прессом.

Поскольку Аральское море и озера Приаралья до недавнего времени были связаны между собой благодаря питанию через р.Амударью, то, естественно, они должны быть близки между собой и по флористическому составу. Особенно близки планктонные комплексы озер Судочье и Каратерень с фитопланктоном южной части Аральского моря в период изменения объема стока рек Аму- и Сырдарьи.

После перехода питания первых двух водоемов исключительно на сточные воды, с прекращением стока р.Амударьи в море (1980-1986) процент общих видов начинает снижаться, но с увеличением объема речных вод, к 1993 г., вновь возрастает и сближается с прежней величиной, что еще раз указывает на зависимость формирования структуры фитопланктона от антропогенного преобразования этих водоемов.

Результаты многолетних исследований показали, что из 903 видов и внутривидовых таксонов водорослей, найденных в водоемах Южно-Аральского бассейна, наибольшее количество обитает в летнем планктоне, с преобладанием диатомовых, синезеленых и зеленых, а наименьшее - в зимнем (табл.2).

Таблица 2.

Сезонная динамика численности видов, разновидностей и форм водорослей водоемов Южно-Аральского бассейна

Отдел	Весна	Лето	Осень	Зима
Cyanoophyta	132	197	143	48
Chrysophyta	5	-	3	6
Bacillariophyta	193	342	326	141
Xanthophyta	2	-	-	-
Dinophyta	24	39	37	13
Cryptophyta	2	-	1	2
Euglenophyta	30	50	26	5
Chlorophyta	127	192	114	36
Rhodophyta	3	5	-	1
Итого:	518	825	650	252

Анализ распределения водорослей в водоемах Южно-Аральского бассейна показывает, что в видовом отношении наиболее разнообразно оз.Судочье (680 видов, разновидностей и форм), наименее (344) - оз.Акпеткей (табл.3).

4.2. Закономерности формирования и распределения фитопланктона водоемов юга Аральского бассейна в условиях антропогенного эвтрофирования. Уникальной особенностью экосистем водоемов Аральского бассейна является существенная многолетняя структурно-функциональная изменчивость планктонных сообществ. На её фоне вычлнить действия локальных источников антропогенного влияния непросто. Вместе с тем только количественная их оценка, как и установления отклика экосистемы на их воздействие, может стать базой реалистического прогноза улучшения качества поверхностных вод. Рассмотренные

Таблица 3
 Распределение численности видов, разновидностей и форм водорослей в южной части Арала и озерах Приаралья

Отделы	Южная часть Аральско-го моря		Озера													
			Айрша		Акшоқы		Соралы		Карабайлы		Аклеткей		Судочье		Каратерень	
	ро-ды	виды и раз-новид-ности	ро-ды	виды и раз-новид-ности	ро-ды	виды и раз-новид-ности	ро-ды	виды и раз-новид-ности	ро-ды	виды и раз-новид-ности	ро-ды	виды и раз-новид-ности	ро-ды	виды и раз-новид-ности	ро-ды	виды и раз-новид-ности
Cyanophyta	21	172	18	117	16	94	17	73	17	86	17	65	27	173	21	128
Chrysophyta	2	4	2	3	2	3	2	4	2	3	1	2	3	8	3	6
Basillariophyta	33	248	26	224	24	213	26	215	26	243	28	175	43	276	33	201
Xanthophyta	2	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-
Dinophyta	10	36	6	17	7	26	7	23	10	39	10	27	11	30	10	32
Cryptophyta	-	-	1	2	1	2	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-
Euglenophyta	7	32	7	30	6	19	6	20	6	21	6	21	8	33	7	16
Chlorophyta	40	165	35	69	32	53	28	37	31	62	32	54	55	158	37	92
Rhodophyta	4	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого:	119	664	94	460	88	409	86	372	92	456	94	344	149	680	111	475

ниже данные, полученные за длительный период наблюдений за планктонными сообществами изучаемых водоемов, позволяют охарактеризовать современное их состояние и высказать прогностические соображения. Для южной части Аральского моря, в результате снижения его уровня, доминирующим фактором является увеличение солености воды. Развитие озерной экосистемы Приаралья в процессе антропогенного эвтрофирования, в частности смены структуры и функциональных особенностей фитопланктона, регулируется в основном богатым содержанием биогенных элементов, температурой и уровнем воды, от которых зависят биологические циклы и концентрация различных форм водорослей в толще воды, а следовательно, их количество в планктонной биоте.

На основании формирования количественных показателей фитопланктона, его видового состава, сезонной и годовой динамики, а также учитывая гидрологические и гидрохимические условия отдельных водоемов Аральского бассейна, мы разделили район исследования на три основных части: южная часть Аральского моря, Судочинская и Акпеткинская озерные системы.

4.2.1. Южная часть Аральского моря. Экосистема южной части Аральского моря в последние 30 лет в условиях антропогенного воздействия сильно изменилась, что сопровождалось перестройкой структуры фитопланктонных сообществ (Борцов, 1877; Киселев, 1927; Музафаров, 1960; Пичкилы, 1970, 1971; Ельмуратов, 1970, 1977, 1981, 1989).

Резкое осолонение Аральского моря сыграло особую барьерную роль в формировании флористического состава планктона разного происхождения. Так, в приустьевой части Арала при солености до 7,5-9,0‰ отмечено небольшое число индифферентных форм, именно здесь, в зоне дальнего фронта, общее число видов фитопланктона оказывается минимальным. В 1972-1975 гг. в восточной части моря при солености 20,5-34,5‰ погибло подавляющее большинство солоноватоводных видов, в планктоне перестали встречаться доминанты *Microcystis pulveria*, *Gyrosigma spenceri*, *Rhopalodia gibba*. Вместе с тем в 1976-1983 гг. в южной части Арала при солености 14-21‰ отмечается относительная стабилизация в составе фитопланктона. В планктоне вновь появились *Coscinodiscus granii*, *Diploneis smithii*, *Glenodinium borgei*, ранее встречавшиеся здесь в массе и вызывавшие "цветение" воды. В 1985-1990 гг. при солености 23-24‰ здесь наблюдались признаки исчезновения из состава планктона не только солоноватоводных форм, но даже отдельных морских - эвригалинных: *Anabaena bergii*, *Actinocyclus ostopanicus var. tenella*, *Entomoneis paludosa*. Очевидно, в дальнейшем это может закончиться новой перестройкой структуры сообществ фитопланктона.

Результаты многолетнего наблюдения за формированием фитопланктона Аральского моря позволяют сделать следующие выводы: - особенностью современной структуры аральских планктонных сообществ является крайняя бедность морскими элементами. Видимо, согласно Л.А.Зенкевичу (1963), причины этого следует считать огромную площадь моря, изрезанную его береговой линией и, как следствие этого, большое разнообразие природных условий;

- до 1970-х годов, то есть в более полноводном периоде, все виды фитопланктонных водорослей моря обитали в условиях от пресноводной до солоноватоводной среды (1,7-12,5‰). В последние 15-20 лет среда обитания по всей акватории моря стала практически идентичной, поскольку соленость воды, достигнув 27‰, отмечается повсеместно, за исключением небольшого участка Амударьинского взморья;

- предотвращение дальнейшего осолонения моря и сохранение обитающих в нем планктонных организмов возможно при условии, если средняя соленость будет поддерживаться на отметке 14-18‰ за счет ежегодной подачи амударьинских вод в море в объеме 30-36 км³.

4.2.2. Акпеткинская озерная система. Озерный фитопланктон формируется из водорослей, поступающих в озеро из водоемов придаточной системы, путем отбора, определяемого главным образом турбулентностью речного стока (Скабичевский, 1974; Примаиченко, 1982) и характером приема КДВ (Ельмуратов, 1993).

Акпеткинскую озерную систему в зависимости расстояния от главного источника загрязнения и характера биофильтрованности КДВ через Кокдарью (содержания соединений органо-минеральных элементов, пестицидов, тяжелых металлов и др. токсичных веществ, влияющих на структуру фитопланктонных сообществ), мы разделили на 4 участка: 1) оз. Айрша; 2) озера Акшоки и Ылакакуль; 3) озера Соралы и Орда; 4) озера Акпеткей и Карабайлы. Хотя все они связаны между собой благодаря непосредственному влиянию сбросов КДВ, тем не менее четко различаются не однородностью абиотических условий, а также составом и характером количественного развития фитопланктона.

4.2.3. Судочьинская система озер. До переброски КДВ в этой системе озер (оз. Судочье и Каратерень) фитопланктон был довольно беден и имел в основном лимнофильный характер. В отдельных участках оз. Судочье в весенне-летнем и осеннем планктоне обитало от 90 до 300 видов и внутривидовых таксонов водорослей, а в оз. Каратерень - 122-202. Среднее количество видов в пробах весеннего фитопланктона - 40-105, летнего - 61-123, осеннего - 53-92, а в оз. Каратерень - соответственно 34-59, 53-72, 40-59.

Переброска сточных вод ГЛК в сторону оз. Судочье способствовала структурным изменениям сообщества его фитопланктона, начиная с Бегдулла-айдына до оз. Каратерень. В 1976-1980 гг. массовая вегетация синезеленых и диатомовых была зарегистрирована в планктоне в южной и западной частях оз. Судочье, а в 1981-1985 гг. их популяции охватывали всю акваторию оз. Судочье и южную часть оз. Каратерень. В фитопланктонных сообществах впервые в 1983 г. появились *Eunotia tenella*, *Achnanthes linearis*, которые в летнем планктоне распространились и на северную часть оз. Каратерень.

В планктоне более загрязненного южного и юго-восточного участков оз. Судочье впервые было отмечено появление *Chlamydomonas debaryana*, *Euglena*

caudata, которые до указанного периода здесь отсутствовали. В 1986-1994 гг. шло интенсивное формирование фитопланктона озер Судочье и Каратерень, это происходило под влиянием не только стоков КДВ, но и обширной акватории оз.Бегдулла-айдын. На отдельных участках оз.Судочье в летне-осеннем планктоне обитало до 387 видов, а оз.Каратерень - 240. Средние величины биомассы весеннего фитопланктона оз.Судочье возросли от 3,6 до 15,8 г/м³; летнего - от 7,2 до 28,6; осеннего - от 8,0 до 21,7. За этот же период в оз.Каратерень они изменились, соответственно 2,7-4,1; 5,0-15,5 и 7,4-12,5 г/ м³.

В целом в озерах Судочье и Каратерень, в результате приема стока КДВ, четко определился характер формирования структурных сообществ фитопланктона. Если до переброски КДВ основу его биомассы составляли диатомовые, зеленые и пиррофитовые водоросли с преобладанием комплекса *Melosira moniliformis*, *Actinocyclus octonarius*, *Peridinium achromaticum*, *Botryococcus braunii*, то с началом поступления КДВ их место заняли синезеленые и нитчатые формы зеленых водорослей: *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria terebriformis*, *Spirogyra* sp. и *Zygnema* sp.

Формирование фитопланктона здесь шло интенсивно. Если в 1970-е годы в состав фитопланктона водоемов Приаралья входило 550 видов и разновидностей, а средняя биомасса изменялась в пределах 2,50-6,30 г/ м³, то в 1986-1994 гг. разнообразие фитопланктона возросло до 870 видов и форм и средняя годовая биомасса изменялась от 17,3 до 60,7 г/м³, т.е. стала в 5-7 раз выше средней биомассы первоначального периода.

В целом, в процессе многолетнего исследования фитопланктона водоемов Аральского моря нами установлено, что произошло заселение в озера более 300 видов, разновидностей и форм водорослей, ранее не обитавших здесь, из которых наибольшего развития достигли следующие: *Synechococcus aeruginosus*, *Holopedia irregularis*, *Trachelomonas volvocina*. Основные особенности изменения флористического состава и количественного развития фитопланктона водоемов Приаралья состоят в следующем.

Увеличение влияния КДВ на обширную акваторию озер в связи с возрастанием объема ежегодной подачи их в эти водоемы вызвало расширение мелководных пространств и возобновление основной части озер с большим разнообразием экологических условий.

Это повлекло за собой увеличение в составе планктона роли факультативно-планктонных форм водорослей и обогащение видового состава фитопланктона.

Возникновение в озерах новых экологических условий вызвало уменьшение роли морских аборигенных элементов, а также обогащение озер разнообразными аллохтонными водорослями, приносимыми с орошаемых полей со стоками КДВ.

Произошло резкое возрастание численности и биомассы отдельных видов синезеленых, нитчатых форм зеленых и звгленовых.

Изменение структуры фитопланктонных сообществ в условиях возросших антропогенных нагрузок и увеличение видового разнообразия в водоемах юга Аральского бассейна играют большую роль в изменении качества поверхностных вод. Однако обогащение флористического состава фитопланктона таким путем должно осуществляться довольно продолжительный период, поэтому трудно предсказать срок окончательного формирования его, хотя наблюдения за изменениями видового обилия фитопланктонов в озерах Аральского бассейна охватывают длительный период.

В исследуемых озерных системах наблюдается увеличение видового разнообразия фитопланктона по направлению от мест поступления КДВ к противоположным участкам. Так (по материалам за последние 7 лет - 1986-1994 гг.), если в оз. Айрша и в верхнем участке оз. Судочье нами было зарегистрировано, соответственно, 460 и 560 видов и разновидностей фитопланктона, то в озерах Акшоки и Соралы, а также в среднем участке оз. Судочье было отмечено, соответственно, 409, 372 и 535 видов и разновидностей. Такое различие в видовом разнообразии фитопланктона в начальных и конечных частях озерных систем объясняется, главным образом, степенью влияния на его состав КДВ, питающих озера. Чем дальше от зоны впадения сточных вод, тем фитопланктон оказывается беднее. Однако на отдельных участках оз. Судочье, непосредственно находящихся под влиянием стоков ККС, фитопланктон оказывается значительно беднее, поскольку не успевает формироваться в новых условиях.

В работе дан анализ и характеристика распределения экологических групп водорослей планктона изучаемых водоемов. Так, из 291 представителей индифферентных водорослей наибольшее число (174 или 33,72%) встречается в зоне, прилегающей к месту поступления КДВ оз. Судочье, наименьшее (7 видов или 3,53%) - в оз. Блакауль.

Из 83 эвгалобовых видов и форм наибольшее разнообразие (57 видов и форм или 13,4%) встречается в нижнем участке оз. Каратерень. В таком же направлении наблюдается увеличение видового разнообразия и солоноватоводных видов и их внутривидовых таксонов. За период исследований был обнаружен 181 вид фитопланктона, обитающих как в солоноватых, так и в морских водах и наиболее разнообразно представленных в оз. Карабайлы и Аклеткёй, Каратерень и в нижней части оз. Судочье (табл.4). Такое сочетание экологически разнородных групп фитопланктона в исследуемых водоемах, принимающих стоки КДВ, вполне согласуется с их солевым режимом. Все найденные солоноватоводные и морские виды, а также часть пресноводных являются постоянными обитателями озер Приаралья. Группа пресноводного фитопланктона и значительное количество пресноводно-солоноватоводных видов являются сезонными пришельцами. Особенно много их весной и летом, когда все выше названные водоемы заполняются сточными водами КДВ. Большинство этих организмов являются факультативно-планктонными формами из всех групп,

Таблица 4

Распределение состава фитопланктона в озерах Приаралья по различным экологическим группам.

Озерные системы	Олигогалобы				Мезогалобы (солоноватоводные)		Эвгалобы морские, эвригалинные		Неясной экологии		Всего
	индифференциальные		галлофилы		абс.	%	абс.	%	абс.	%	
	абс.	%	абс.	%							
по Актобутинской:											
Айриша	156	33,91	200	43,48	79	17,17	18	2,71	7	1,05	460
Акшоқы	107	26,16	197	48,17	81	19,80	19	4,65	5	1,22	409
Соралы	80	21,51	157	42,20	103	27,69	22	5,91	10	2,69	372
Орда	62	20,33	103	33,77	107	35,08	25	11,48	8	2,62	305
Ылакакуль	7	3,53	70	35,35	90	45,45	28	14,14	3	1,52	198
Актөткөй:											
верхн.	55	18,27	100	33,22	113	37,54	35	11,63	7	2,33	301
нижн.	48	14,33	110	32,84	126	37,61	44	13,13	7	2,09	335
Карабайлы:											
верхн.	31	7,91	170	43,37	137	34,95	49	12,50	5	1,28	392
нижн.	15	3,95	158	41,58	149	39,21	52	13,68	6	1,58	380
по Судочьинской:											
Судочье:											
верхн.	174	33,72	189	36,63	113	21,90	29	5,62	11	2,13	516
центральный.	159	19,72	177	33,88	140	26,17	46	8,60	13	2,43	535
нижн.	95	16,87	200	35,52	195	35,64	57	10,12	16	2,84	563
Каратерень:											
верхн.	67	14,89	163	36,22	160	35,56	50	11,63	10	2,33	450
нижн.	40	9,62	130	31,25	172	41,35	58	13,94	16	3,85	416

особенно диатомовых, синезеленых, десмидиевых и улотриковских. Морские пришельцы появляются в озерах в конце лета и в начале осени, когда после весенне-летнего промывания КДВ озера начинают осолоняться водами, приносимыми компенсационными течениями из высоко соленых озер Карабайлы, Акпеткей и Каратерень.

Глава V. Роль экологических факторов в развитии и распределении фитопланктона в водоемах Южно-Аральского бассейна.

В развитии и распределении водорослевых организмов в исследуемых водоемах наибольшее значение имеют соленость, биогенные элементы, температура, проточность и циркуляция воды.

В южной части Аральского моря и в озерах Приаралья обитают олигогалобы, галофилы, мезогалобы и эвгалобы (морские эвригалинные). Морские водоросли (эвгалобы), встречающиеся в планктоне в южной части Аральского моря, обитают в водах с нормальной соленостью, но эвригалинность способствует расширению их ареала (Макарова, 1957; Прошкина-Лавренко, 1963 а). Они выдерживают условия озер Приаралья, заливов, приустьевой акватории и вплоть до открытой части Южного Арала. Среди олигогалобов - галофилы представлены наиболее разнообразно - 309 видами, разновидностями и формами (34,36%). Большинство галофилов - выходцы из рек, коллекторов и приморских озер. Основная их часть приходится на диатомовые водоросли (126 видов, разновидностей), синезеленые и зеленые (табл.5).

Индифференты в планктоне в южной части Арала и в озерах Приаралья представлены 286 видами и разновидностями, что составляет 31,77%. Среди этой группы преобладают зеленые (11,30%), диатомовые (8,42%), синезеленые (6,87%).

Мезогалобов и солоноватоводных водорослей здесь меньше, чем олигогалобов, но они имеют более широкое распространение. Представлены они 181 видами, разновидностями, составляя 20,14%. В эту экологическую группу, кроме диатомовых и синезеленых, входят также зеленые, динофитовые и 3 представителя эвгленовых.

Эвгалобы (морские, эвригалинные) в планктоне представлены главным образом диатомовыми (табл.5).

Другим ведущим фактором, оказывающим значительное влияние на состав и развитие водорослей, является наличие биогенных элементов NO_3 , NH_4P , Si, Fe в Аральском море, сильно подвергшемся антропогенному воздействию (рис.1а) и ранее отличавшемся крайней бедностью, близкой к олиготрофным водоемам (Блинов, 1956; Hutchinson, 1957; Россолимо, 1975, 1977; Vollenweider et al, 1980). Результаты исследований показывают, что в 1980-е и 1990-е годы обеспеченность гидробионтов водоема концентрациями биогенных веществ достаточна только в конце зимнего периода или в фазе гидробиологической весны до начала интенсивного потребления этих элементов фитопланктоном.

Таблица 5

Распределение водорослей по их отношению к солености в водоемах
Южно-Аральского бассейна

Экологические группы	Синезеленые	Золотистые	Диатомовые	Желтозеленые	Динофитовые	Криптофитовые	Эвгленовые	Зеленые	Красные	Всего
Олигогалобии: индифферентные (пресноводные)	<u>62</u> 6,87	<u>4</u> 0,44	<u>76</u> 8,42	<u>2</u> 0,22	<u>10</u> 1,11	<u>2</u> 0,22	<u>28</u> 3,10	<u>192</u> 11,30	-	<u>286</u> 31,77
Галофилы (солонатоводнопресноводные)	<u>81</u> 8,97	<u>2</u> 0,22	<u>125</u> 13,95	-	<u>10</u> 1,11	-	<u>20</u> 2,21	<u>70</u> 7,75	-	<u>309</u> 34,36
Мезогалобии (солонатоводные)	<u>37</u> 4,10	-	<u>111</u> 12,29	-	<u>18</u> 1,99	-	<u>3</u> 0,33	<u>12</u> 0,33	-	<u>181</u> 20,14
Эвгалобии (морские, эвригаллинные)	<u>6</u> 0,66	<u>2</u> 0,22	<u>59</u> 6,53	-	<u>7</u> 0,78	-	-	<u>4</u> 0,44	<u>5</u> 0,55	<u>83</u> 9,20
Убиквиисты	<u>5</u> 0,55	-	<u>7</u> 0,78	-	-	-	-	<u>2</u> 0,22	-	<u>14</u> 1,65
Сомнительной экологии	<u>11</u> 1,22	-	<u>7</u> 0,78	-	<u>1</u> 0,11	-	<u>2</u> 0,22	<u>9</u> 1,00	-	<u>25</u> 2,87

Наибольшее развитие в аральском планктоне получают диатомовые и динофитовые водоросли, видимо, менее, чем другие водоросли, требовательные к содержанию в воде фосфора, азота, кремния, количество которых так ничтожно в этом водоеме.

В этот же период в озерах Приаралья из-за постоянного приема и накопления стоков КДВ возросло содержание фосфатов в воде от 0,01 (1970-е годы) до 0,752 мг/л (1990-е годы), азота, соответственно, 0,17 и 14,60; кремния 430 и 1305; железа 0,04 и 0,460 (рис.16). В планктоне наблюдалась тенденция увеличения не только максимального развития всех массовых форм, но

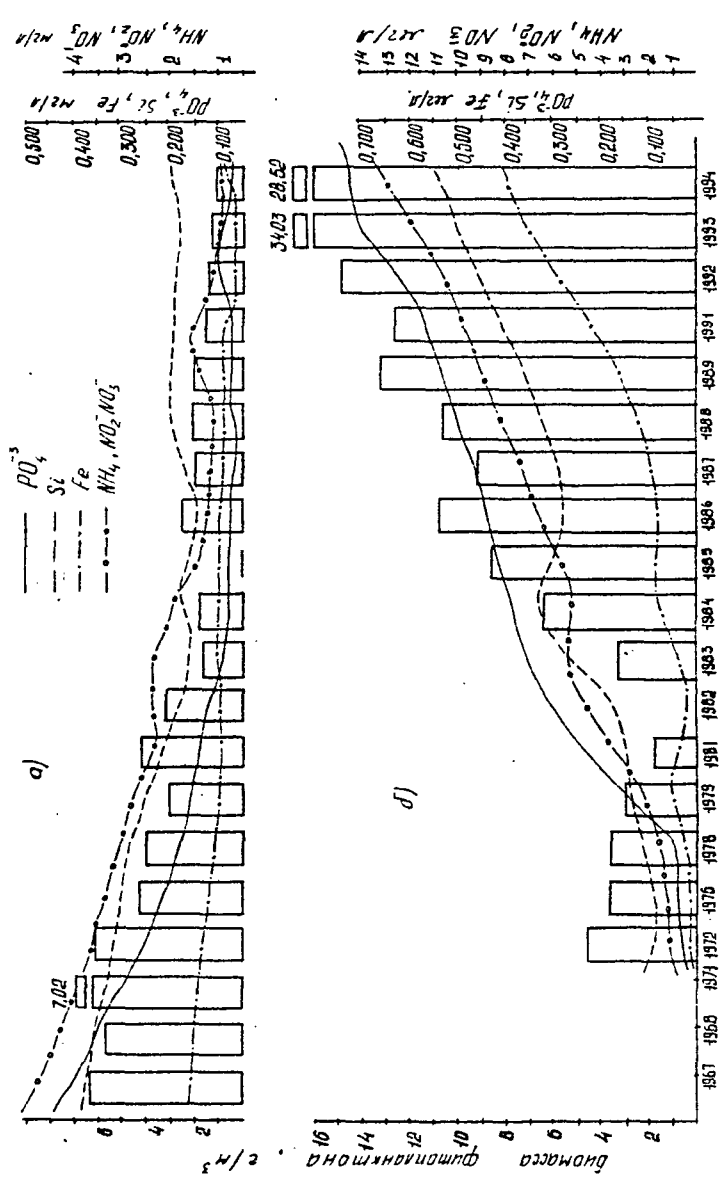


Рис. 1. Среднегодовые величины биомассы фитопланктона и содержание биогенных элементов в южной части Аральского моря (а) и озерах Приаралья (б).

обогатился и их состав. В 1970-е годы 12 видов диатомовых и 4 - синезеленых достигали численности более 500 млн. кл/м³, а в 1980-е и 1990-е годы таких видов уже было 105, причем среди них 61 - диатомовых, 24 - синезеленых, 15 - зеленых и 5 - динофитовых. Если в 1970-е годы *Melosira moniliformis*, *Fragilaria crotenensis*, *Synedra rumpens* в течение года вызывали "цветение" воды, то в 1980-е и 1990-е годы к ним присоединились группы водорослей, количество которых очень быстро увеличилось (*Tabellaria fenestrata*, *Stephanodiscus rotulla*, *Asterionella formosa*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria limosa*, *O. irrigua* и видов *Spirogyra*, *Zygnema*). Представителей родов *Gloeocapsa*, *Aphanothece*, *Gomphosphaeria*, *Peridinium* гораздо больше на фоне общего увеличения количества фитопланктонов, за ними остались позиции субдоминантов. Численность отдельных групп видов в 1990-е годы оставалась примерно такой же, как в 1970-1980-е годы (*Melosira moniliformis* var. *subglobosa* - 105-200 млн кл/м³, *Caloneis formosa* - 26-104, *Goniaulax spinifera* - 4-13). Уменьшилась значимость *Skeletonema costatum*, *Campylodiscus daemelianus*, *C. echeneis*.

На формирование водорослевых сообществ водоемов Южно-Аральского бассейна также существенное влияние оказывает температурный режим. Более 27% от общего числа водорослей, обнаруженных нами в южной части Арала и в озерах Приаралья, являются эвритерными и обитают при температуре от 4,4 до 28,9°C. Среди этих видов наибольшим разнообразием характеризуются диатомовые водоросли. Из 903 видов, разновидностей и форм водорослей, обнаруженных нами в различных биотопах исследуемых водоемов, 107 встречено только ранней весной, 38 - зимой, из которых, соответственно, 80 и 26 видов принадлежат диатомовым, что свидетельствует об их холодолюбивости по сравнению с представителями других отделов водорослей.

Глава VI. Сезонная и многолетняя динамика фитопланктона водоемов Южно-Аральского бассейна и её преобразования под антропогенным воздействием.

В течение года и ряда лет изменяется как видовой и возрастной состав фитопланктона, так и его количественное развитие. Ход этих изменений фитопланктона имеет свои особенности в Аральском море и в озерах Приаралья, а в последних различается в зависимости от типа озер. Наблюдаются различия даже по отдельным участкам одного и того же водоема.

Известно, что сезонные изменения фитопланктона тесно связаны с периодическими изменениями внешних факторов. В течение 26 лет мы проводили круглогодичные наблюдения за развитием и распределением фитопланктона южной части Аральского моря и озер Приаралья. Для расчетов биомассы фитопланктона на основании этих исследований была составлена таблица объемов клеток 136 преобладающих видов (синезеленые - 28, диатомовые - 80, пиропитовые - 11, эвгленовые - 1, зеленые - 16) с указанием геометрических тел, к которым они приравнены.

Для удобства анализа и оценки сезонной динамики и распределения фитопланктона в водоемах Южно-Аральского бассейна нами приводятся данные по каждому водоему отдельно.

6.1. Южная часть Аральского моря. Общая схема годового цикла развития фитопланктона водоема по результатам наших исследований в 1967-1972 гг. достаточно хорошо известно (Ельмуратов, 1981). Основной особенностью развития фитопланктона в южной части Аральского моря в условиях катастрофического преобразования является пространственно-временная неоднородность, что дает основание для выделения трех районов: восточного, центрального и западного, каждый из которых мы ниже рассмотрим в отдельности.

6.1.1. Восточный район включает в себя мелководное пространство о.Уялы, находящееся под влиянием северной части моря, о-вов Кендерли и Толмачева. участок о-вов Обручева и Тайлак-джеген и Селеули до Джылтырбасского залива и далее до мыса Узун-Каир и пелагиали моря.

Здесь весной в различных ценозах обнаружено 107 видов, разновидностей и форм водорослей, летом - 131, осенью - 123. Всего в этом районе встречено 144 вида и внутривидовых таксонов. Наиболее разнообразно представлены диатомовые - 73 (50,7%), синезеленые - 38 (26,4%), затем пирокитовые - 18 (12,5%), зеленые - 13 (9,0%). Для фитопланктона этого района характерно преобладание солоноватоводных и морских, эвригалинных видов и форм в связи с тем, что это самый осолоненный участок в пределах моря. В основной комплекс здесь входят 17 видов, из которых почти постоянно развивались по всей акватории: *Melosira moniliformis*, *Chaetoceros wighamii*, *Ch.similis*, *Actinocyclus ostonarius*, *Pleurosigma elongatum*, *Grammatophora marina*, *Prorocentrum cordata*, *Mastogloia smithii*, *Botryococcus braunii*. Средняя биомасса весеннего фитопланктона в поверхностном слое составляла от 0,31 до 3,30 г/м³, летом - 0,72-4,37 г/м³, осенью - 0,61-3,83 г/м³, а в придонном - 0,24-2,05; 0,80-4,98 и 0,62-4,37 г/м³, соответственно.

6.1.2. Центральный район охватывает приустьевое пространство и акваторию, находящуюся под влиянием речных вод: от мыса Узун-Каир до п-ва Токмак-ата и от этого места до центральной части открытого моря. В планктоне здесь найдено 276 видов форм, преимущественно пресноводно-солоноватоводных водорослей. Из них 36,6% составляет диатомовые, 28,6 - синезеленые, 21,7 - зеленые; динофитовые, эвгленовые, золотистые. соответственно - 10,1; 1,5 и 0,7%.

В составе комплекса - 30 преобладающих видов и форм: *Merismopedia tenuissima*, *Cyanothrix gardneri*, *Oscillatoria limosa*, *Chaetoceros wighamii*, *Surirella ovalis*, *Gyrosigma strigiie*, *Diploneis smithii*, *Prorocentrum cordata*, *Scenedesmus quadricauda* и др.

Средняя биомасса весеннего планктона в поверхностном слое воды составляла от 0,47 до 4,66 г/м³, летом от 1,40-13,38; осенью - 1,26-11,78; зимой -

0,30-2,19 г/м³; а в придонном - 0,28-5,04; 2,08-15,43; 0,42-12,81 и 0,24-1,39 г/м³, соответственно.

6.1.3. Западный район простирается от мысов Актумсук и Джаманмурын по направлению к о-вам Беллинсгаузена и Лазарева на севере до Аджабайского залива на юге. Он характеризуется скалистыми берегами, редко перемежающимися низкими берегами бухт и култуков под чинками плато Устюрт. В планктоне обнаружено 213 видов и разновидностей водорослей, из которых 25 составляли комплекс преобладающих, с преимуществом солоноватоводных и морских, эвригаллиных форм: *Meiosira moniliformis*, *Actinocyclus octonarius*, *Chaetoceros similis*, *Scletonema costatum*, *Cyclotella caspica*, *Mastogloia braunii*, *Pleurosigma elongatum*, *Merismopedia tenuissima*, *Peridinium achromaticum*, *Prorocentrum cordata*, *Scenedesmus quadricauda* и др.

Средняя биомасса весеннего фитопланктона в поверхностном слое составляла от 0,82 до 4,44 г/м³, летом - 1,99-10,94; осенью - 1,32-9,10 г/м³, а в придонном - 0,62-3,79; 1,44-9,03 и 0,77-7,72 г/м³, соответственно.

6.2. Озера Приаралья включают в себя Акпеткинскую (Айрша, Акшоки, Ылакакуль, Соралы, Орда, Акпеткей и Карабайлы) и Судочинскую (Судочье и Каратерень) озерные системы. В настоящее время вследствие приема стока КДВ они представляют собой слабопресненные водоемы с меняющейся по сезонам соленостью. В планктоне выявлено 879 видов и внутривидовых таксонов водорослей. Наиболее разнообразно представлены диатомовые - 352 (40,05%), синезеленые - 279 (31,74%) и зеленые - 195 (22,18%). 73 вида и разновидности составляли комплекс преобладающих форм: *Merismopedia tenuissima*, *Gomphaspharia aponina f.cordiformis*, *Microcystis aeruginosa*, *Phormidium mucicola*, *Oscillatoria limosa*, *O.irrigua*, *Spirulina meneghiniana*, *Lyngbya confervoides*, *Tabellaria fenestrata*, *Diatoma tenue var.elongatum*, *Fragilaria crotenensis*, *F.carpucina*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Rhopalodia gibba*, *Nitzschia vermicularis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Sprogyra sp. sp.*, *Cladophora sp.sp.*, *Zygnema sp.*, *Prorocentrum cordata*, *Peridinium achromaticum*.

Средняя биомасса в весеннем фитопланктоне колебалась от 1,40 до 13,99 г/м³, летом 3,71-67,98, осеннем - 3,56-29,31, зимой - 0,44-3,16 г/м³.

6.3. Межгодовые изменения численности и биомассы фитопланктона.

6.3.1. Южная часть Аральского моря. В фитопланктоне южной части Аральского моря в условиях нарастающего антропогенного воздействия к концу 1980-х годов произошла существенная трансформация, проявившаяся как изменением видового состава, так и тенденцией к снижению численности и биомассы фитопланктона.

В 1967-1972 гг., т.е. в годы ещё благополучного водного режима, фитопланктон здесь характеризовался высоким количественным развитием. Его высокая численность и большая биомасса были обусловлены синезелеными и

зелеными водорослями. Среднегодовая биомасса в поверхностном слое воды составляла 6,63-7,71 г/м³, численность - 7,04 г/м³ и 6069-10796 млн. кл/м³.

В 1976-1980 гг. отмечалось частичное прекращение стока Амударьи в море, вследствие чего началось интенсивное снижение его уровня, обсохло больше половины заливов Сарыбас, Аббас, Муйнак и восточное мелководье. Значительно поднялась соленость воды (до 14,5‰). Это, в свою очередь, вызвало значительное сокращение разнообразия фитопланктона и снижение уровня его количественного развития. Среднегодовая биомасса фитопланктона в поверхностном слое воды колебалась в пределах 3,58-4,90 г/м³, численность - 2130-5412 млн. кл/м³, а в придонном слое - 3,85-5,40 г/м³ и 1405-3500 млн. кл/м³, соответственно.

В 1981-1985 гг. из-за прекращения стока Аму- и Сырдарьи площадь Арала уменьшилась более чем на половину. Возрасла соленость воды (до 17,4‰), снизилось содержание биогенных элементов. Все это привело к значительным изменениям в составе фитопланктона: роль морских, эвригаллиных форм возрасла, солоноватоводных - уменьшилась, выпали из состава планктона все пресноводные формы. Разнообразие фитопланктона сократилось от 664 видов и форм до 163. Его среднегодовая биомасса снизилась почти в 1,5 раза в поверхностном слое воды (1,63-4,13 г/м³) и в 1,7 - в придонном (2,87-4,50 г/м³).

В 1986-1994 гг. продолжалось снижение уровня моря, дно моря обсыхало почти по всей акватории восточного района. Наряду с повышением здесь солености (до 28-32‰) в отдельных отшнуровавшихся участках на поверхности грунта формировался слой соли толщиной 2-3 см. Фитопланктон этого периода характеризовался небольшим видовым разнообразием и низким количественным развитием по сравнению даже и с 1981-1985 гг. Его основу, как и в предыдущие годы, по всей акватории составляли диатомовые: *Merismopedia tenuissima*, *Cyanothrix gardneri*, *Melosira moniliformis*, *Cyclotella caspica*, *Actinocyclus octonarius*, *Hantzschia amphioxys*, *Bacillaria paradoxa*, *Goniaulax spinifera*. К ним присоединились *Navicula pygmaea*, *Pleurosigma elongatum*.

Среднегодовая биомасса в поверхностном слое воды колебалась от 1,56 до 2,23 г/м³, а в придонном - 1,13-2,45 г/м³.

6.3.2. Приаральские водоёмы. Межгодовая динамика количественного развития фитопланктона в озерах Приаралья за годы исследований не была одинаковой, хотя характер формирования флористического состава продолжал возрастать.

В 1972-1976 гг. средняя биомасса фитопланктона здесь составляла 4,77-5,75 г/м³, её основу определяли диатомовые (47,39-55,02%). В 1979-1980 гг. в связи с повышением приема стоков КДВ здесь наблюдалась тенденция снижения солености воды. В озерах Судочье и Каратерень она понизилась с 10,7 до 4,7‰, а в Карабайлы и Акпеткей - с 18,5 до 10,5‰. Нарастало содержание биогенных элементов в 5-7 раз. Это, безусловно, способствовало развитию индифферентных

и галофильных водорослей, в частности, видов родов *Merismopedia*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Fraxillaria*, *Diatoma*, *Eunotia*, *Synedra*, *Cocconeis*, *Spirogyra*, *Zygnema*. Среднегодовая биомасса фитопланктона колебалась от 3,86 до 4,77 г/м³, из которых 56,2-71,5% составляли диатомовые. Наблюдалось сильное разрастание отдельных форм синезеленых и нитчатых зеленых водорослей.

В 1981-1985 гг. интенсивно продолжался прием стоков КДВ, вследствие чего в планктоне исследуемых озер отмечалось увеличение разнообразия флористического состава ещё на 30 таксонов за счет случайных планктонных форм синезеленых и диатомовых водорослей, приносимых из аридных луз. Впервые появились здесь *Chlamydomonas reinhardtii*, *Carteria multifilis*. Средняя биомасса за этот период увеличилась от 2,21 до 8,40 г/м³. Значительные паводки сточных вод в 1986-1994 гг. заметно изменили флористический состав и количественное развитие фитопланктона озер Приаралья. Здесь постепенно нарастало количество синезеленых с вытеснением остальных групп водорослей. Их среднегодовая биомасса за эти годы возросла более чем в 6-7 раз по сравнению с периодом до 1980-х годов. В 1986 г. среднегодовая биомасса фитопланктона была 10,9 г/м³, а в 1994 г. этот показатель поднялся до 28,5 г/м³.

Глава VII. Фитопланктон южной части Аральского моря и озер Приаралья.

Анализ структуры фитопланктонных сообществ каждого водсема Южно-Аральского бассейна позволяет подойти к оценке планктонной альгофлоры этих водоемов в целом, так как для понимания целостностей экосистемы необходимо знать как составляющие её компоненты, так и отношение между ними (Федоров, 1970а, б; Бертланфи, 1973; Лаврентьева, 1977; Трифонова, 1979; Приймаченко, 1982; Петрова, 1990).

Исходя из этих позиций, в данной главе рассматривается флористический анализ, экология видов и динамика планктонных сообществ каждого изучаемого водоема в отдельности.

7.1. Южная часть Аральского моря. Эколого-флористический анализ и динамика развития фитопланктона в южной части Аральского моря в условиях высокого уровня воды приводится в работе А.Е.Ельмуратова (1981). Результаты дальнейших исследований (1976-1994 гг.) при катастрофическом преобразований экосистемы моря показывают, что флористический состав фитопланктона сократился с 664 видов и форм до 381, а величины биомассы в среднем - от 12,58 (1967 г.) до 1,13 г/м³ (1994 г.).

Очень высокий коэффициент сходства видового состава между центральным и западным глубоководными плесами (0,87) и очень низкий - между центральным и восточным районами мелководья (0,37) создан за счет того, что в восточном мелководье в планктоне редко встречались синезеленые и почти отсутствовали зеленые водоросли из-за высокой солености.

7.2. Фитопланктон Приаральских водоемов.

7.2.1. Оз. Айрша. За период исследований (1972-1994 гг.) в планктоне этого озера выявлено 460 видов и форм водорослей с преобладанием диатомовых - 217 и синезеленых - 123. Наибольшее разнообразие отмечено в 1978 г. (389 видов), а наименьшее - в 1972 г. (244). Из 460 видов и внутривидовых таксонов водорослей 60 составляет комплекс преобладающих форм и 35 встречаются в планктоне во все сезоны исследуемого периода.

Структура фитопланктона при анализе по индексам, рассчитанным по показателям численности и биомассы, проявляла одинаковую тенденцию, повышения индексов общего разнообразия (H), разнообразия (d_2) и выравнивания (e) от поверхности ко дну с одновременным падением индекса доминирования (C), что совпадала с гидробиологическими показателями - уменьшением с глубиной биомассы отдельных преобладающих видов родов *Melosira*, *Chaetoceros*, *Fragilaria*. Индекс общего разнообразия рассчитанный по биомассе, возрастал от северо-западного (0,633) к южному (1,806) участку и несколько снижался у самой зоны впадающих сточных вод (0,875). Максимальная величина индекса отмечена между центральным и северо-восточным (1,970) участками, что полностью совпадает с флористической характеристикой. Среднегодовая биомасса фитопланктона колебалась от 1,99 до 19,68 г/м³. Её максимальное количество отмечалось в сентябре 1989 г. (31,27 г/м³) и минимальное - в феврале 1973 г. (0,51 г/м³).

7.2.2. Оз. Акшоқы. В планктоне найдено 409 видов и внутривидовых таксонов водорослей с преобладанием диатомовых (213). Из 409 видов и форм водорослей 64 относятся к массовым и 33 вида отмечены во все сезоны. Разнообразие фитопланктона по годам менялось очень существенно - от 141 (1976 г.) до 360 (1972 г.) видов и форм.

Высокие коэффициенты сходства постоянно были между участками на северо-западном плесах - 0,65, на центральном участке с юго-западным плесом - 0,62. Низкие показатели отмечались между плесом юго-восточного участка с северным - 0,33, с центральным - 0,37, с юго-западным - 0,46. Средние коэффициенты сходства видового состава наблюдались между северным и центральным плесами - 0,51.

Анализ по показателям доминирования (C), видового разнообразия (d_1 , d_2), выравнивания (e) и показателю Шенона общего разнообразия (H) был проведен как по численности, так и по биомассе. Он показал, что по годам имеются значительные различия. Среднегодовая биомасса фитопланктона в озере колебалась от 0,83 до 16,75 г/м³, её максимальное количество отмечалось в июле 1989 г. (22,63 г/м³), минимальное - в феврале 1986 г. (0,40 г/м³).

7.2.3. Оз. Соралы. В планктоне обнаружено 272 вида и формы водорослей, наибольшее число из которых отмечено в 1988 г. (225 таксонов), наименьшее в 1973 г. (121). Из 272 видов и разновидностей водорослей 57 составляли комплекс доминирующих, в основном, тех же видов, что и в озерах Айрша и Акшоқы.

В течение года отмечается постепенное снижение индексов общего разнообразия ($H=2,019-0,793$) и выравненности ($e=0,780-0,386$) от верховьев до нижних участков озера при одновременном повышении индекса доминирования ($C=0,206-0,675$). Среднегодовая биомасса фитопланктона в оз.Соралы колебалась от 1,99 до 12,46 г/м³. Её максимальное количество отмечалось в сентябре 1991 г. (14,17 г/м³) и минимальное - в декабре 1973 г. (0,90 г/м³).

7.2.4. Оз.Карабайлы. В планктоне обнаружено 434 вида и внутривидовых таксонов водорослей с преобладанием диатомовых (53,3%) и синезеленых (18,9%). Наибольшее разнообразие фитопланктона отмечено в 1990 г. (379) и наименьшее - в 1980 г. (146). 59 видов и форм составляли комплекс доминирующих, причем 35 из них являлись представителями диатомовых.

Экологическая структура весеннего фитопланктона здесь, рассчитанная по численности и биомассе, характеризовалась максимальными по сравнению с остальными сезонами индексами численности ($d_1=2,185$) и биомассы ($d_1=17,452$), летом - средними ($d_1=1,500$; $d_1=7,367$, соответственно), осенью - близкими к соответствующим летним показателям ($d_1=0,962$; $d_1=16,538$). Это полностью согласуется с обильным развитием синезеленых водорослей. Среднегодовая биомасса фитопланктона в оз.Карабайлы при антропогенном эвтрофировании возросла от 3,34 до 10,81 г/м³. Её максимальная количество отмечалось в августе 1990 г. (19,43 г/м³), минимальное в апреле 1976 г. (1,43 г/м³).

7.2.5. Оз.Акпектей. В планктоне обитало 344 вида и внутривидовых таксона, из которых наибольшее число представлено летом (318), а минимальная - зимой (113). Из 344 видов водорослей 52 составляют комплекс преобладающих. Очень большое число видов водорослей в планктоне найдено в 1990 г. (293) с преобладанием диатомовых (51,5), а минимальное - 1985 г. (50).

Характер распределения доминантных по биомассе видов в 1990-х годах по отдельным биотопам и акватории в целом был вполне сопоставим с 1970-ми и 1980-ми гг. В северо-западном плесе были самые высокие индексы общего разнообразия и выравненности по численности и по биомассе ($H=2,513$ и $2,040$, $e=0,673$ и $0,720$) и минимальные индексы доминирования ($C=0,210$ и 327). По направлению к юго-восточным плесам, в зоне впадения сточных вод по мере нарастания доминирования видов синезеленых индексы общего разнообразия и выравненности падали. Среднегодовая биомасса фитопланктона водоема колебалась от 1,52 до 10,10 г/м³. Её максимальный показатель отмечался в сентябре 1991 г. (13,57 г/м³) и минимальный - в феврале 1986 г. (0,57 г/м³).

7.2.6. Оз.Судочье и Каратерень. В планктоне найдено 699 видов, разновидностей и форм водорослей, из которых летом встречено 679. Наибольшее разнообразие флористического состава фитопланктона отмечено в 1987 г. (665 видов и форм), а наименьшее - в 1993 (104). Из 699 таксонов водорослей 79 составляли комплекс преобладающих, большей частью диатомовых.

Самый низкий коэффициент сходства видового состава (0,34) был между северо-западными и юго-восточными плесами оз.Судочье и между южными и северными (0,37) оз.Каратерень, самый высокий - между центральным и северным плесами в обоих озерах (0,89 и 0,83, соответственно). Средний - между центральным и северо-западным плесами оз.Судочье (0,49) и центральным и северным участками оз.Каратерень (0,52).

Среднегодовая биомасса фитопланктона в оз.Судочье колебалась от 5,00 до 38,65 г/м³, в оз.Каратерень - 2,07-17,40 г/м³. Её максимальное количество в оз.Судочье отмечалось в начале сентября 1992 г. (79,35 г/м³), а в оз.Каратерень - в июле 1989 г. (40,80 г/м³). Минимальное - в первом водоеме - в феврале 1979 г. (0,58 г/м³) и во втором - в январе 1979 (0,33 г/м³).

Глава VIII. Экологические особенности фотосинтеза фитопланктона водоемов Южно-Аральского бассейна.

Первичная продукция фитопланктона и деструкция органических веществ сезонно определены в течение 1987-1993 гг. на 2-4 станциях каждого водоема. Для выяснения экологических особенностей фотосинтеза фитопланктона изучаемых водоемов мы остановимся на отдельных факторах.

8.1. Световое угнетение и световое голодание фитопланктона. Несмотря на незначительную мелководность озер Приаралья и постоянный прием ими стоков КДВ с высокой мутностью, фотоингибирование фитопланктона охватывает чаще всего поверхностный 0,5 м слой воды, реже оно ограничивается глубиной 0,35 м, ещё реже достигает 1,5 м глубины (табл.6). В результате светового угнетения продукция фотосинтеза фитопланктона на отдельных плесах озер сокращается до 10-20%. Средние значения этого показателя в целом для водоемов достигают весной - 0,9-6,0, летом - 0,7-7,2, осенью - 1,0-5,4% (табл.7). Степень светового голодания фитопланктона в отдельных озерах неодинакова и в большей мере зависит от содержания в них гуминовых веществ и фитопланктона. Весной преобладающая роль принадлежит первому фактору - самый высокий процент отмечается в наиболее гумифицированных озерах Айрша, Акшоки и в верхней части оз.Судочье. Летом и осенью - световое голодание зависит от плотности фитопланктона. В этих озерах, отличающихся от других озер Приаралья обильным фитопланктоном, процент светового голодания наиболее высок (табл.7). Здесь создаются большие массы синезеленых и нитчатых зеленых водорослей в поверхностном слое воды прибрежья и скопления их у поверхности в открытых плесах определяют степень самозатенения. При биомассах этих водорослей до 13-21 г/м³ вне зоны освещения оказывается 70-75% фитопланктона, при биомассе в пределах от 17 до 30 г/м³ - 95%.

8.2. Зависимость фотосинтеза от биомассы фитопланктона изучалась нами на основании данных по этим показателям из слоя оптимального фотосинтеза. В результате корреляционного анализа зависимость между продукцией и биомассой аппроксимировалась параболическими кривыми.

Таблица 6

Средние значения и колебания размеров слоя фотосинтеза и трофогенного слоя в озерах Приаралья

Водоёмы	Толщина слоя фотосинтеза мг O ₂ /л.сут.			Толщина трофогенного слоя, м		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
Муйнакский залив	1,9(0,9-3,5)	3,0(1,5-9,0)	1,5(0,6-5,0)	0,9(0,3-2,7)	2,0(0,6-4,2)	1,4(0,2-3,5)
Айрша	1,4(0,7-2,3)	2,4(0,9-5,0)	1,3(1,0-2,6)	0,7(0,4-2,0)	2,0(1,0-4,0)	1,2(0,3-3,8)
Акшохи	1,7(0,9-3,8)	2,1(1,0-3,8)	1,5(0,6-4,3)	0,7(0,3-1,9)	1,9(0,9-4,3)	1,5(0,3-3,6)
Соралы	1,8(1,5-3,2)	3,5(1,0-6,0)	1,8(1,0-5,0)	3,2(0,8-6,2)	2,0(0,2-4,9)	1,2(0,5-1,3)
Орда	2,8(0,7-4,6)	4,9(2,0-9,0)	3,1(0,6-6,5)	2,5(1,0-5,5)	3,4(1,5-7,1)	1,6(0,4-4,0)
Ылакакуль	3,0(0,6-5,3)	5,0(1,4-9,3)	2,8(0,5-7,0)	3,6(0,9-7,2)	1,9(0,7-4,8)	1,4(0,5-3,5)
Акпеткей	3,0(1,1-8,9)	3,6(1,0-9,9)	1,8(1,2-3,1)	0,7(1,0-3,0)	2,5(1,0-5,0)	1,9(0,3-4,2)
Карабайлы	5,9(2,8-9,5)	3,2(1,7-8,4)	1,0(0,7-2,9)	2,3(1,2-3,8)	2,3(1,5-3,9)	1,7(0,5-3,5)
Судочье	2,0(0,5-5,0)	4,1(0,5-7,0)	2,4(0,5-6,5)	1,0(0,5-3,4)	3,0(0,5-7,0)	1,5(0,2-3,8)
Каратерень	4,4(1,6-8,1)	2,5(0,8-6,0)	2,0(1,3-5,8)	1,7(0,2-7,0)	2,5(0,3-5,4)	1,6(0,4-4,4)

Таблица 7

Средние значения и пределы колебания светового угнетения и светового голодания фитопланктона водоемов Аральского бассейна в 1987-1993 гг

Водоемы	Световое угнетение, %			Световое голодание, %		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
Муйнакский залив	6,0(0,0-22,4)	6,3(0,0-25,7)	5,4(0,0-21,4)	65(50-80)	82(49-95)	73(46-88)
Айрша	0,9(0,0-1,4)	0,7(0,0-4,0)	1,3(0,0-4,3)	44(16-80)	82(45-99)	49(15-76)
Акшока	1,4(0,0-2,1)	2,1(0,0-5,3)	1,0(0,0-3,9)	47(16-82)	80(43-95)	70(19-94)
Соралы	1,8(0,0-2,9)	3,4(0,0-14,7)	1,7(0,0-2,8)	52(41-85)	73(50-86)	77(45-97)
Орда	5,3(0,0-18,6)	6,7(0,0-28,5)	5,2(0,0-17,4)	40(13-79)	74(49-87)	68(35-80)
Ылакауль	4,0(0,0-19,2)	4,6(0,0-21,0)	3,7(0,0-15,8)	38(15-80)	67(58-90)	75(40-85)
Акпеткей	3,5(0,0-7,4)	4,4(0,0-21,8)	2,6(0,0-5,0)	60(47-82)	66(60-91)	75(53-89)
Карабайлы	5,6(0,0-19,5)	7,2(0,0-24,1)	5,1(0,0-8,5)	65(53-80)	80(55-84)	82(70-97)
Судочье	1,2(0,0-2,9)	0,8(0,0-11,5)	2,0(0,0-6,7)	40(15-82)	57(48-77)	75(47-90)
Каратерень	5,8(0,0-20,3)	4,7(0,0-15,6)	5,2(0,0-13,5)	64(52-81)	85(75-99)	81(73-94)

Уменьшение интенсивности фотосинтеза с ростом биомассы в летнем фитопланктоне наблюдается во всех озерных системах, что, как мы считаем, связано, скорее всего, с самозатенением (Algreen, 1970; Трифонова, 1979). Это подтверждается фактом почти полного совпадения практических значений биомассы фитопланктона при определении характера её связи с продукцией фотосинтеза и образованием её максимума на поверхности - 21 и 30 г/м³, соответственно.

Полученные данные дают основание заключить, что процесс эвтрофирования водоемов имеет свой предел, достигнув которого дальнейший приток биогенов не будет способствовать увеличению первичной продукции вследствие значительного самозатенения фитопланктона.

8.3. Валовая и эффективная продукция фитопланктона, траты на обмен.
Среднее суточное значение кислорода значительно колеблется по отдельным озерам и существенно изменяется по сезонам от 0,11 до 0,152 мг/О₂ л⁻¹ сут. Общее количество кислорода, расходимое за сутки на дыхание фитопланктона, достигает здесь в отдельные сезоны 4,30 г/О₂ л⁻¹ сут., и составляет при этом от 15 до 54% валовой первичной продукции. Валовая продукция фотосинтеза, за вычетом трат фитопланктона на дыхание, представляет его эффективную продукцию. В озерах Приаралья средняя величина этого показателя колеблется по сезонам от 0,10 до 9,43 г/О₂ л⁻² сут. с наибольшими значениями в оз.Каратерень и в Муйнакском заливе. В этих же водоемах отмечаются также самые высокие среднегодовые значения эффективной продукции - 3,17-5,15 и 3,30-6,18 г/О₂ л⁻² сут., соответственно. Самые низкие показатели отмечены в оз.Айрша и в южной части оз.Судочье, что, видимо, связано с ежегодным интенсивным цветением синезеленых и нитчатых зеленых водорослей.

8.4. Удельная продуктивность фитопланктона оценивается по двум показателям - отношению валового фотосинтеза к сырой биомассе фитопланктона (А/В) по и по отношению чистой продукции фитопланктона к его биомассе в эквивалентном выражении, т.е. по Р/В - коэффициенту.

За годы исследований в озерах Приаралья наблюдался размах колебаний А/В от 0,04 до 3,53; Р/В - коэффициента - от 0,12 до 10,90, то есть довольно большой: в 86 и 98 раз, соответственно. Однако, этот диапазон меньше, чем между максимальными значениями валовой продукции (0,06-23,4 мг/л⁻¹) и биомассы фитопланктона (0,10-160,15 мг/л⁻¹), различие которых в 320 и 165 раз, соответственно. Таким образом, по уровню первичной продукции озера Приаралья, принимающие стоки КДВ, в целом, можно отнести к водоемам эвтрофного типа, а Муйнакский залив - мезотрофного.

Систематический список водорослей в южной части Аральского моря и озер Приаралья представлен отдельно в приложении к диссертации, где приводится систематический список водорослей, обнаруженных в планктоне южной части Аральского моря и озер Приаралья.

Систематический список из 903 видов, разновидностей и форм водорослей составлен в соответствии с системой, принятой в "Определителе пресноводных водорослей СССР" (1951-1986). При его составлении были учтены правила Международного кодекса ботанической номенклатуры. Каждый видовой и внутривидовой таксон снабжен кратким описанием, данными о численности и биомассе (для доминирующих, субдоминирующих и сопутствующих видов), данными по экологии и встречаемости в Южном Арале и озерах Приаралья, ссылками на соответствующую литературу по встречаемости водорослей в Аральском море и прилегающих водоемах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Катастрофическое преобразование экосистем водоемов Аральского бассейна под влиянием возросших антропогенных нагрузок создало серьезную проблему восстановления его природного баланса. Фитопланктон является первичным звеном лимнических экосистем, с которого начинается их трансформация. Разнообразие флористического состава и интенсивность развития комплексобразующих видов при антропогенном воздействии на водоем определяет весь дальнейший ход перестройки экосистемы.

Флористический состав и динамика количественного развития и распределения фитопланктона водоемов при антропогенном эвтрофировании определяется отличием этого процесса от естественного пути эволюции. При естественном эвтрофировании перестройка экосистемы водоемов обычно происходит медленно, по мере заполнения котловины донными отложениями и увеличения прогрева водоема в вегетационный период в результате обмеления. В условиях же антропогенного эвтрофирования резко возрастает концентрация биогенных веществ в воде за счет внешней нагрузки, но сохраняются все остальные характеристики водоема.

Процесс антропогенного эвтрофирования с присущими ему основными признаками - увеличением флористического разнообразия и уровня количественного развития фитопланктона - наблюдался нами в озерах Приаралья. Обратный ему процесс засоления водной экосистемы в результате изменения водного режима отмечался в Арале. Он проявился в фитопланктоне уменьшением числа видов и падением численности и биомассы водорослей.

26-летний ряд наблюдений автора в различных участках акватории южной части Арала и в прилегающих водоемах в сезонном аспекте позволил определить ход перестройки структуры видового состава фитопланктона. Выявлены комплексы преобладающих видов, описана динамика количественного развития, установлена роль экологических факторов в формировании и зональном распределении

основных форм фитопланктона. Впервые исследован один из важнейших элементов водных экосистем - первичная продуктивность планктона.

В результате исследования водоемов Южно-Аральского бассейна в 1967-1994 гг. обнаружено 903 видов, разновидностей и форм водорослей: Cyanophyta - 202, Chrysophyta - 8, Bacillariophyta - 386, Xanthophyta - 2, Dinophyta - 46, Cryptophyta - 2, Euglenophyta - 53, Chlorophyta - 199, Rhodophyta - 5. Из общего числа видов, разновидностей и форм 304 являются новыми для водоемов Южно-Аральского бассейна (Cyanophyta - 58, Chrysophyta - 4, Bacillariophyta - 110, Xanthophyta - 2, Dinophyta - 14, Cryptophyta - 2, Euglenophyta - 33, Chlorophyta - 4), а 10 - для водоемов евроазиатских стран (*Katagnymene pelagica* и его var. *capitata*, *major*, *Schizothrix fragilis*, *S. ericitorum*, *Peridinium allorgei*, *Euglena tristella*, *Goniocloris pulchra*, *Hormidium fluitans*, *Geminella ordinata*).

В планктоне южной части Аральского моря найдено 664 вида и внутривидовых таксонов водорослей, в составе фитопланктона озер Приаралья - 879. При сравнении межгодовых распределений разнообразия флористического состава фитопланктона в Аральском море за рассматриваемый период прослеживается тенденция его резкого сокращения. Это связано с уменьшением стока Аму- и Сырдарьи, приведшим не только к ухудшению гидрологического режима, но и к резкому осолонению воды. Продуктивность фитопланктона здесь резко также уменьшилась.

В распределении водорослей южной части Аральского моря наблюдается определенная закономерность, которая согласуется с солевым режимом воды. Такая же закономерность повторяется и в озерах Приаралья. Так, в озерах Айрица, Акшоки и Соралы роль пресноводных и пресноводносолоноватоводных форм водорослей в планктоне значительно выше, чем в оз. Карабайлы, в которых увеличивается разнообразие солоноватоводных и морских видов.

В течение вегетационного периода в развитии фитопланктона исследуемых водоемов юга Аральского бассейна наблюдается два максимума. Первый отмечается во второй половине мая и в начале июня, второй - в конце августа и в начале сентября. Оба максимума формируются, как правило, через неделю после обильного выпадения атмосферных осадков, когда в озерах значительно повышается прозрачность, что положительно сказывается на развитии фитопланктона.

По характеру местообитания среди водорослей, встречаемых в водоемах юга Аральского бассейна, 298 (33,0%) - планктонные, а 584 (64,7%) - бентосные и перифитонные, экология 21 видов не ясна.

В водоемах Аральского бассейна pH воды в течение вегетационного периода изменяется незначительно, поэтому установить, какой показатель pH является оптимальным для отдельных водорослей, не представлялось возможным, тем более, что величины pH в определенной мере зависят от степени развития самих водорослей (Шаларь, 1980). Наиболее интенсивное развитие массовых форм,

главным образом синезеленых, почти всегда наблюдалась при pH 8,0-8,5. Холодолюбивые диатомовые водоросли достигали своего максимума при pH 8,1-8,3 и лишь изредки - при 7,9. Основная масса протококковых водорослей наиболее интенсивно развивалась при pH - 7,6-7,8 и лишь *Botryococcus braunii* и *Scenedesmus* достигали своего максимума при 8,3. Водорослей с более резко выраженным ацидофильным характером обнаружено немало, но почти все они представлены единичными экземплярами. К этой группе относятся в основном виды десмидиевых: *Cosmarium*, *Closterium*, *Staurastrum*, обнаруженные преимущественно среди тростниковых купак в оз.Соралы, Акпеткей. В южной части Аральского моря и пелагиали озер Приаралья ацидофильные формы водорослей встречаются довольно редко.

Исходя из классификации организмов по шкале сапробности (Kolkovitz a.Marson, 1909; Долгов и Никитинский, 1927; Шкорбатов, 1928; Hanuska, 1962; Liebman, 1962), основная масса обнаруженных нами водорослей делятся на олигосапробные, β - мезосапробные и α - мезосапробные формы. Меньшее количество видов относится к полисапробным.

Наиболее разнообразной во всех водоемах юга Аральского бассейна является группа β - мезосапробных видов, на долю которых приходится около 44,5% от всех индикаторов сапробности. Представителями этой группы полностью определяется ход развития фитопланктона на протяжении всего вегетационного периода: *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa*, *Phormidium mucicola*, *Oscillatoria limosa*, *Lyngbya martensiana*, *Melosira moniliformis*, *Diatoma tenuis* var.*elongatum*, *Fragilaria capucina*, *Nitzschia vermicularis*, *Botryococcus braunii*, *Scenedesmus quadricauda*.

По разнообразию почти наравне с ней представлены и олигосапробные виды, составляющие 36,5%. Однако в основном они встречаются единичными экземплярами, за исключением: *Bacillaria paradoxa*, *Mastogloia smithii*, *Cyclotella meneghiniana*, *Synedra ulna*, *Peridinium achromaticum*, которые весной и осенью когда вода более прозрачна, развивается в массе.

Сравнительно небольшой процент составляют α - мезосапробные формы водорослей (около 13%), причем некоторые из них, например *Euglena vermicularis*, *Oscillatoria irrigua*, *Nitzschia amphioxys*, *Caloneis amphibiaena*, в отдельных загрязненных участках озер достигают порой довольно заметного развития. Наибольшее количество α - мезосапробных водорослей обнаружено в озерах Айрша, Акшоки и оз.Бегдулла-айдына, в местах непосредственного сброса КДВ, также в оз.Блакакуль и юго-восточной части оз.Судочье. В некоторых прибрежных озерах, особенно в оз.Соралы, Орда и по направлению от южной части оз.Судочье до его западного побережья в последнее время появилось даже несколько полисапробных форм водорослей, таких как *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp., *Oscillatoria lauterbornii*, *Euglena deses*, *E.proxima*, *E.viridis*, *Gonium postorale*. Особенно интенсивно развиваются они в отчлененных зонах после паводкового сброса КДВ.

Для оценки роли фитопланктона в формировании биологической продуктивности водоемов Аральского бассейна определение величин первичной продукции имеет исключительно важное значение. Так, валовая продукция за сезон 1991-1993 гг. в 2,1 раза превышала продукцию 1987-1989 гг. Максимум интенсивности фотосинтеза фитопланктона отмечается чаще летом. В 1987-1989 гг. максимальные величины продукции были приурочены к концу весеннего пика диатомей, но 1991-1993 гг., несмотря на значительные величины весенней продукции, годовой максимум фотосинтеза совпал с летним пиком фитопланктона.

В отдельных озерах Приаралья отмечается снижение первичной продукции, связанное со световым ингибированием или процессом самозатенения при массовом развитии водорослей.

Изъятия вод Амударьи и Сырдарьи на нужды народного хозяйства привело к разрушению и деградации экосистем не только Аральского моря, но и сопредельных водоемов. Это, безусловно, сопровождается крайним снижением кормовой базы для животного населения водоемов. Предотвращение дальнейшей деградации флористического состава и структуры биocenozов водорослей возможны лишь при условии поддержания современного уровня Аральского моря путем подачи в море вод Амударьи и Сырдарьи, согласно решению Нукусской декларации ООН (1995).

В целом на основании исследованных материалов можно говорить о том, что причины перестройки сезонных комплексов планктонных водорослей при антропогенном эвтрофировании озер Приаралья достаточно ясны. Выявленные основные функциональные зависимости определяют механизм сукцессии фитопланктона, а степени формирования сообществ планктонных водорослей играют существенную роль в эволюции озерных экосистем.

Имеющиеся сведения достоточны для обоснования мероприятия, необходимых для предотвращения антропогенного эвтрофирования озер и реставрации уже схваченных этим процессом водоемов. Тем не менее дальнейшие исследования фитопланктона Аральского моря и прилегающих озер должны продолжаться по пути накопления данных о флористическом составе и динамике количественного развития водорослей, их степени влияния на процесс формирования кормовой базы для гидробионтов, параметрах изменения первичной продукции и деструкции органических веществ в условиях продолжающейся деградации водных экосистем.

В связи с этим необходим комплексный биомониторинг над происходящими процессами в озерах Приаралья. Тем более, что на грунтах водоемов благодаря стоку КДВ ежегодно накапливается огромное количество органико-минеральных веществ, которые являются главным источником вторичного загрязнения, стимулируя бурное развитие синезеленых и нитчатых зеленых водорослей. Эти

водоросли - ведущие элементы биоты, откликающиеся на изменения концентрации биогенных элементов в озерных водах.

ВЫВОДЫ

1. В результате многолетних наблюдений в различных участках акватории южной части Аральского моря и в прилегающих водоемах определены ход перестройки структуры флористического состава фитопланктона, динамика количественного развития, экологические особенности массовых форм водорослей и их изменения в процессе эвтрофирования и осолонения водоемов.

2. Впервые выяснены закономерности распределения фитопланктона южных заливов моря и акватории приустьевой части р.Амударьи и зимний фитопланктон всего Аральского моря. Также впервые приводятся сведения о водорослях озер Приаралья и их первичной продукции.

3. Получены новые данные о сезонных и многолетних изменениях видового состава и количественного развития фитопланктона Аральского моря, экологических особенностях его массовых видов и форм в годы после сильного снижения уровня и осолонения воды, а также озер Приаралья до и после приема стоков КДВ.

4. В результате исследований в южной части Аральского моря и в озерах Приаралья в 1967-1994 гг. в планктоне обнаружено 903 вида, разновидностей и форм водорослей: Cyanophyta - 202, Chrysophyta - 8, Bacillariophyta - 386 Xanthophyta - 2, Dinophyta - 46, Cryptophyta - 2, Euglenophyta - 53, Chlorophyta - 199 Rhodophyta - 5. Из общего числа вида, разновидностей и форм 304 являются новыми для водоемов Южно-Аральского бассейна (Cyanophyta - 58, Chrysophyta - 4, Bacillariophyta - 110, Xanthophyta - 2, Dinophyta - 14, Cryptophyta - 2 Euglenophyta - 33, Chlorophyta - 4), а 10 - для водоемов евроазиатских стран (Katagnymene pelagica и его var. capitata, major, Schizothrix fragilis, Sch.ericetorium Peridinium allorgei, Euglene tristella, Gonaulax pulchra, Hormidium fluitans, Geminella ordinata).

5. В планктоне южной части Аральского моря найдено 664 вида и внутривидовых таксоновых водорослей, в составе фитопланктона озер Приаралья - 879. При сравнении межгодовых распределений видового разнообразия флористического состава фитопланктона прослеживается тенденция его резкого сокращения. Это связано с уменьшением стока Амударьи и Сырдарьи приводящем не только к ухудшению гидрологического режима, но и к резкому осолонению воды. Продуктивность фитопланктона здесь также резко уменьшилась.

Флористический состав фитопланктона озер Приаралья в результате 15-20 летнего приема стоков КДВ увеличился от 324 до 879 видов и внутривидовых.

таксона, т.е. стал почти в 2,5 раза больше за счет синезеленых, диатомовых и зеленых.

6. За годы антропогенного эвтрофирования число массовых форм в озерах Приаралья увеличилась от 53 до 130 видов. Сопоставление разнообразия массовых видов фитопланктона на 3-5-м году восстановления водоемов за счет переброски стоков КДВ и на 18-20-м году показывает, что произошли существенные изменения в составе и распределении не только среди автохтонных, но даже и аллохтонных водорослей вследствие формирования здесь новых гидрорежимов.

7. Прослежена тенденция повышения продуктивности фитопланктона озер Приаралья, связанная с процессом эвтрофирования, на фоне межгодовых изменений, обусловленных как антропогенными нагрузками, так и погодными особенностями отдельных лет.

8. Установлено, что перестройка состава озерного фитопланктона, в котором большое значение имели диатомовые водоросли, произошла довольно быстро за счет интенсивного развития их. В первые пять-семь лет в составе планктона озер Приаралья появился большой набор элгеновых, диатомовых, протококковых и других представителей альгофлоры. Дальнейший приток КДВ в эти озера привел к формированию более разнообразного планктона, чем в период 1970-х годов. Однако в 1990-х годах в результате завершения формирования экологических условий комплексы основных форм фитопланктона сказались немногочисленными и довольно однотипными.

9. По длинной оси Аклеткинской и Судочьинской озерных систем биомассы фитопланктона сильно варьировало по сезонам в зависимости как от типа водоема, так и от характера местных условий. В озерах длинно-руслового типа с непрерывным водообменом и ясно выраженным течением во время всего вегетационного периода биомасса фитопланктона от верховий к нижним участкам водоемов, как правило, снижалась. В озерах долинного типа с малым коэффициентом водообмена в летний период биомасса возрастала по направлению к устью за счет, главным образом, бурной вегетации синезеленых и нитчатых зеленых.

10. В распределении водорослей южной части Аральского моря наблюдается определенная закономерность, которая согласуется с солевым режимом воды. Такая же закономерность повторяется и в озерах Приаралья. Так, в озерах Айрша, Акшоки, Соралы роль пресноводных водорослей в планктоне значительно выше, чем в оз.Карабайлы, в котором увеличивается разнообразие солоноватоводных и морских видов.

11. Установлены сезонные и межгодовые изменения первичной продукции озер Приаралья. Определена глубина трофогенного слоя, дана оценка светового угнетения и светового голодания, зависимость фотосинтеза от биомассы водорослей.

12. Выявлены более 30 наиболее ценных в кормовом отношении видов протококковых, динофитовых и диатомовых водорослей. Они рекомендованы в качестве объектов массового культивирования с целью повышения рыбопродуктивности водоемов, а также дополнительного высокобелкового корма для животноводства.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. МОНОГРАФИИ

1. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Фитопланктон южной части Аральского моря. Ташкент.: Фан, 1981. - 144 с.

II. Статьи, опубликованные в научных журналах:

1. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Состав и динамика фитопланктона некоторых озер Аклеткинского архипелага Аральского моря // Вестник ККФАН УзССР. 1987. №1. С. 56-62.
2. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Биондикационная характеристика водоемов и методы очистки дренажных вод низовьев Амударьи // Вестник ККФАН УзССР. 1988. №1. С. 16-22.
3. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Экологические аспекты изучения роли фитопланктона в формировании качества озерно-дренажных вод // Вестник ККФАН УзССР. 1990. №1. С. 23-30.
4. САГИДУЛЛАЕВ Н.С., ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Альго-бактериальные сукцессии в отшуровавшихся озерах Аральского моря и их роль в формировании продуктивности водоемов // Вестник КК отделения АНРУ. 1992. №1. С.15-23.
5. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Биондикация качества воды по фитопланктону // Вестник ККОАНРУ. 1992. №2. С. 24-33.
6. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Анализ схода фитопланктона при антропогенном эвтрофировании озер юга Аральского бассейна // Вестник ККОАНРУ. 1993. №4. С. 42-53.
7. САГИДУЛЛАЕВ Н.С., ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Новые данные о микрофлоре оз. Андиккуль // Вестник ККОАНРУ. 1994. №2. С. 48-55.
8. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Оценка изменения в составе фитопланктона Муйнакского залива Аральского моря и его экологические особенности // Вестник ККОАНРУ. 1996. №2. С. 9-20.
9. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Фитопланктон озер Судочье и Каратерень как показатели типологии и санитарно-биологического состояния водоема // Вестник ККОАНРУ. 1996. №3. С. 8-10.
10. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Особенности фитопланктона в оз. Карабайлы в условиях антропогенных нагрузок // Вестник ККОАНРУ. 1996. № 4. С. 33-37.
11. ELMURATOV A., SAGIDULLAEV N., KAZAKBAEV S., ELMURATOVA A. Hydrobiological regime and anthropogenic eutrophication of Muynak Bay Aral Sea // UNESCO/BMBF 509/RAS/ 40 Aral Sea Project Tashkent, Uzbekistan 10-12 June 1996. Paris: 1996 Sci/CFD. p.195-214.

III. Тезисы докладов и статьи опубликованные в сборниках:

1. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е., УРАЗБАЕВ Ж., САГИТОВ Н.С., АДЕНБАЕВ Е. Питание дельты водорослями в Сарыбасском заливе юга Аральского архипелага Аральского моря // В мат. "XV науч. конф. по вопросам рыбного хозяйства водоемов Ср. Азии и Казахстана. Душанбе: Дөнниш, 1976. С. 285-287.
2. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Водоросли перифитона Аклеткинского архипелага Аральского моря // В мат. VI конф. по споровым растениям Ср. Азии и Казахстана. Душанбе: Дөнниш, 1978. С.34-35.
3. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Водоросли отдельных водоемов Аклеткинского архипелага Аральского моря // Тез. докл. XIX конф. "Биол. основы рыбного хозяйства водоемов Ср. Азии и Казахстана. Алшхбад, 1986. С. 55-56.
4. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е., РСЫМБЕТОВ Е. Водоросли оз. Апшккуль // Тез. докл. XIX конф. "Биол. основы рыбного хозяйства водоемов Ср. Азии и Казахстана. Алшхбад, 1986. С. 56-57.
5. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. формирование фитобентоса Муинакского залива Аральского моря после антропогенного воздействия // Тез. докл. "Актуальные проблемы современной альгологии", / Всес. научн. конф. г. Черкассы, сентябрь 1987. Киев: Наукова думка, 1987. С. 100-101.
6. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Биолого-экологические характеристики перифитона озер Акшоки и Соралы Аклеткинского архипелага Аральского моря // В сб.: "Биологические основы рыбн. хозяйства Ср. Азии и Казахстана. Ташкент: Фац, 1988. С. 71-77.
7. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Состав и распределение фитопланктона юга Арала в условиях изменившегося режима // Структура сообществ гидробионтов в низовьях Амударьи. Ташкент: Фац, 1988. С. 15-29.
8. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Современное состояние фитопланктона Аральского моря тез. докл. VIII конф. по споровым растениям Ср. Азии и Казахстана. Ташкент: Фац, 1989. С. 20-21.
9. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Изучение в структуре фитопланктона как показатель эвтрофирования озер приаралья // Антропоген. изменения экосистем малых озер (причина, последствия, возможность управления). Тез. докл. всесоюз. конф. г. Ленинград, 27-29 марта 1990. С. 87.
10. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е., САГИДУЛЛАЕВ Р.С., МНАЖЕВ Н. Гиробиеологический режим и экологические особенности реликтового озера Апшккуль сообщение I // Тез. докл. Чаджоу, 1992. С.62.
11. САГИДУЛЛАЕВ Н.С., ЕЛЬМУРАТОВ А.Е., МНАЖЕВ Н., ЕЛЬМУРАТОВА А.Е. Об экологических особенностях реликтового озера Апшккуль и перспективных возможного использования // Тез. докл. конф. "Теоретические и прикладные вопросы экологии". Чита, 1992. С. 88-89.
12. ELMURATOV A.E. The microbiological characterization and establishment of a permanent water quality of the Aral-Darya river as normal and regions in Central Asia // Aral sea project seminar. Tashkent, Uzbekistan 10-15 th may, Paris 1994 ScCFD - p. 97-98.
13. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Фитопланктон оз. Судочье в период антропогенного эвтрофирования // "Экологические проблемы Приамударьинского региона Ср. Азии. Бухара, 1995. С. 96-98.

Информационное сообщение:

1. ЕЛЬМУРАТОВ А.Е. Эколого-биотехнологические аспекты очистки дренажных вод. Инф. сообщен. №440. Ташкент: Фац, 1988. С.3.

Ельмуратов Аамурат Ельмуратович

АНТРОПОГЕН ЭТРОФЛАШГАН ШАРОИТДА ОРОЛ ДЕНГИЗИНИНГ ЖАНУБИЙ
ҚИСМИ ВА ОРОЛБЎЙИ КЎЛЛАРИНИНГ ФИТОПЛАНКТОНИ

Орол денгизининг жанубий қисми ва Оролбўйи кўлларида олиб берилган кўп йиллик тадқиқотлар натижасида планктонда учрайдиган сувўтлари таркиби улар сонининг ўсариши кўп миқдорда учрайдиган сувўтларининг экологик хусусиятлари этрофлашиш ва сувларнинг шўрланишига боғлиқ эканлиги аниқланди. Орол денгизининг жанубий кўлтиқлари ва Амударенинг кўйи оқимидаги сув ҳавзалари сувўтларининг ривожланиш қонуниятлари ва қишлагги фитопланктони еритилган. Оролбўйи кўллари сувўтларининг бeрламчи ҳосилдорлиги тўғрисида биринчи мартаба маълумотлар келтирилади. Планктонда кўп миқдорда учрайдиган сувўтларининг фасллар ва йиллар бўйича таркиби ва сон жиҳатидан ўсариши ва уларнинг экологик хусусиятлари Орол денгизи сув сатҳининг кескин пасайиши ва шўрланишига ҳамда Оролбўйи кўлларидаги коллектор ва сизот сувларининг келиши қўшилишига боғлиқ бўлиб, улар тўғрисида янги маълумотлар келтирилган.

1967-1994 йилларда олиб берилган тадқиқотлар натижасид Орол денгизининг жанубий қисми ва Оролбўйи кўлларидаги планктонда сувўтларининг 903 тури, турчаси ва формаси топилган. Улардан 202 таси Cyanophyta, 8 таси Chrysophyta, 386 таси Bacillariophyta, 2 таси Xanthophyta, 46 таси Dinophyta, 2 таси Cryptophyta, 53 таси Euglenophyta, 199 таси Chlorophyta, 5 таси Rhodophyta сувўтлар бўлимига мансубдир. Келтирилган сувўтларининг 304 таси Жанубий Орол ҳавзасига (Cyanophyta - 56 Chrysophyta - 4, Bacillariophyta - 110, Xanthophyta - 1 Dinophyta - 14, Cryptophyta - 2, Euglenophyta - 32, Chlorophyta - 4), 10 таси эса Европоси мамлакатларининг сув ҳавзалари учун биринчи мартаба қайд қилинган.

Орол денгизининг жанубий қисми планктонда 664 та тур 1 турчалар, Оролбўйи кўлларидаги планктонда эса 879 та тур сувўтлари топилган. Сувўтлари турларининг йиллар бўйича солиштириш натижаси ўлар таркибининг кескин камайиб боришини кўрсатади. Бунга асосан Амударё ва Сирдарё сувларининг камайиши ва у ерда гидрологик ҳолатини ёманлашувининг оқибатидир. Бу ҳол фитопланктоннинг ҳосилдорлигини ҳам кескин камайишига олиб келди.

Оролбўйи кўлларига 15-20 йил мобайнида коллектор ва сизот сувларнинг тушиши натижасида фитопланктонда сувўтларининг турлари 324 тадан 879 тагача ёки 2,5 мартаба ошган. Булар асосан кук-ишил, диатом ва яшил сувўтлар вакилларидир.

Антропоген эвтрофланиш оқибатида кўп миқдорда учрайдиган сувўтларининг турлари 53 тадан 130 тагача кўпайган. Бу турларни хилма-хиллигини коллектор ва сизот сувларининг туша бослаганидан 3-5 йил ва 13-20 йил ўтгандан кейинги ҳолатини таққослаганда, фитопланктон таркибида учрайдиган набақат автоктон турлар, балки аллоктон турлар ичида ҳам кескин ўзгариш кузатилган. Бу эса янги гидрологик шароитни ҳосил бўлиши натижасидир.

Оролбўйи кўлларининг эвтрофланиш оқибатида фитопланктоннинг ҳосилдорлигини ошириш ва унга антропоген сийилларнинг ва турли йиллардаги об-ҳавони ўзгариш туриши сабабдир.

Кўллардаги фитопланктон таркибида учрайдиган турларнинг диатом сувўтлари вакиллари билан алмашинуви уларнинг жадал ривожланишидир. Оролбўйи кўлларида дастлабки 3-7 йиллари эвгена, динофит, протококк ва бошқа сувўт вакиллари ривожланган, кейинчалик бу кўллارга коллектор ва сизот сувларнинг келиш кўйилиши натижасида ўзига хос турли шил планктон сувўтларининг шаклланишига олиб келди.

Оролбўйи кўлларининг бирламчи ҳосилдорлиги фасоллар ва йиллар бўйича ўзгариб туриши аниқланди. Фотосинтез ҳосилдорлигининг самараси сувўтлар биомассасининг ўзгаришига боғлиқ.

Олинган натижалар асосида тадқиқ қилинган сув ҳавзаларига экология ва санитария нуқтаи назаридан баҳо берилган.

30 дан кўпроқ истиқболли протококк, динофит ва диатом сувўтлари сув ҳавзаларининг бадиқ ҳосилдорлигини ошириш ва бўшимча юқори оқсилли озуқа сифатида кўпайтириш учун халқ хўжалигига тавсия этилган.

Elmuratov Almurat Elmuratovich

PHYTOPLANKTON IN THE SOUTHERN PART OF THE ARAL SEA
AND ADJOINING LAKES UNDER CONDITIONS OF
ANTHROPOGENIC EUTROPHY

Long-term observations in various parts of aquatory of the southern region of the Aral Sea and adjoining reservoirs permitted to determine the course of reorganization of phytoplankton floristic composition structure, dynamics of quantitative development, ecological peculiarities of mass alga forms and their variations in the process of eutrophy and water salinization. For the first time it has been revealed regularities of phytoplankton distribution in south bays and aquatory of the Amu Darya delta and winter phytoplankton of the whole Aral Sea. For the first time data on algae of lakes in the Aral Sea region and their primary production are adduced. New data obtained show seasonal and long-term changes in composition and quantitative development, ecological peculiarities of phytoplankton mass species and forms in the Aral Sea during the years after its level sinking and increase of water salinization and also in lakes located in the Aral Sea region prior and after taking the collector and drainage waters (CDW).

For 1967-1994 as a result of investigations in the southern part of the Aral Sea and lakes of its region 903 species, varieties and forms of algae were determined in plankton including Cyanophyta - 202, Chrysophyta - 8, Bacillariophyta - 386, Xanthophyta - 2, Dinophyta - 45, Cryptophyta - 2, Euglenophyta - 53, Chlorophyta - 199, Rhodophyta - 5. 304 of the total number of species, varieties and forms are new record for reservoirs of the South Aral basin (Cyanophyta - 58, Chrysophyta - 4, Bacillariophyta - 110, Xanthophyta - 2, Dinophyta - 14, Cryptophyta - 2, Euglenophyta - 33, Chlorophyta - 4) and 10 of them - for reservoirs of Euro-asian countries (*Katagnymene pelagica* and its var. *capitata*, major, *Schizothrix fragilis*, *S. ericetorum*, *Peridinium allorgei*, *Euglena tristella*, *Gonyaulax pulchra*, *Horrmidium fluitans*, *Geminella ordinata*).

664 species and intraspecific taxons of algae were determined in plankton of the southern part of the Aral sea and 879 ones - in lakes of the Aral Sea region. For the period of investigations under the comparison of interannual distribution of phytoplankton floristic compound diversity in the Aral Sea, tendency to its sharp reduction is observed due to the lack of the Amu-Darya and Syr Darya water leading not only to deterioration of hydrologic regime but also to sharp water salinization. Phytoplankton productivity sharply decreases too.

As a result of 15-20 years receiving of CDW phytoplankton floristic composition in the lakes located in the Aral Sea region has increased from 324 to 879 species and intraspecific taxa, i. e. became 2,5 times as large due to blue-green, diatomous and green algae.

For the years of anthropogenic eutrophy mass forms in lakes has also increased in number from 53 to 130 species. The comparison of phytoplankton mass species diversity after 3-5 and 18-20 years of water basin reclamation due to CDW transference shows essential changes in the composition and distribution not only autochthonous but also allochthonous algae owing to new hydroregime formation.

Tendency to increase in phytoplankton productivity was observed in the lakes of the Aral Sea region. It is connected with eutrophy against

a background of interannual changes caused by both anthropogenic load and meteorological peculiarities.

Reorganization of the lake phytoplankton composition came over fairly rapidly due to intensive development of diatomous algae.

During first 5-7 years large diversity of euglenous, dinophytous, protozoical and other representatives of algal flora has appeared in the composition of plankton in the lakes of the Aral Sea region. Further flow of CDW into these lakes led to formation of more diverse phytoplankton in comparison with the seventies. But in the nineties as a result of completion of new ecological condition formation the complex of the main forms of phytoplankton was found to be not numerous and rather untypical.

Seasonal and interannual changes in the primary productivity of lakes of the Aral Sea region were revealed. Depth of trophogenic layer was determined, light inhibition and starvation were estimated, dependence of photosynthesis upon biomass of algae was established.

Ecological and sanitary evaluation of reservoirs is given.

30 of the most valuable in fodder respect species of protozoical, dinophytous and diatomous algae have been determined. They were recommended as objects of mass cultivation for intensification of productivity of fishing ponds and also as an additional high-protein fodder in livestock-raising.

Andreyev