

*На правах рукописи*

**РОМАНОВА Орина Леонидовна**

**АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ  
АЛЬГОФЛОРЫ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ  
В ЧЕРТЕ ГОРОДА**

03.00.05 – ботаника

03.00.16 – экология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

**Москва – 2006**

Работа выполнена в отделе мониторинга пресноводных экосистем  
Института Глобального Климата и Экологии Росгидромета и РАН

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:** доктор биологических наук

**В.А. Абакумов**

**ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:** доктор биологических наук

**А.Н. Камнев**

кандидат биологических наук

**Л.В. Разумовский**

**ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:**

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

Защита состоится 22 декабря 2006 г в 15:30 на заседании диссертационного  
совета Д 501. 001. 46 при Биологическом факультете МГУ им. М.В.  
Ломоносова по адресу: 119992, Москва, Ленинские Горы, МГУ,  
Биологический факультет, ауд. М-1

Телефон: (495) 9393790

Факс: (495)9393790

Электронная почта: [romanova\\_orina@mail.ru](mailto:romanova_orina@mail.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Биологического  
факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Автореферат разослан 22 ноября 2006 г

Ученый секретарь

диссертационного совета

кандидат биологических наук

М.А. Гусаковская

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы**

В связи с возрастающим антропогенным воздействием в настоящее время большой интерес вызывают водоемы урбанизированных территорий. Среди них городские пруды искусственного происхождения. Оборудованные лодочными станциями, пляжами и являющиеся зонами отдыха, они испытывают значительные антропогенные нагрузки, что может служить причиной ухудшения экологического состояния этих водоемов и, как следствие этого, разрушение их биоценозов. Поэтому большое значение имеет изучение водорослей таких прудов, так как именно водорослям принадлежит главная роль в образовании органического вещества в водоемах, а также они определяют биологическую продуктивность и качество воды. Водоросли наиболее быстро реагируют на изменение условий среды и играют ведущую роль в процессах самоочищения водоемов, однако при интенсивном развитии сами являются фактором вторичного загрязнения, вызывая «цветение» воды.

Таким образом, выявляя структуру и наблюдая за динамикой альгологического сообщества, можно иметь достаточно четкую картину состояния экосистемы водоемов в целом, а также направления ее развития.

### **Цель и задачи исследования**

Целью работы было изучение видового состава и пространственно – временной изменчивости альгофлоры искусственных водоемов в черте города в безледный период, а также оценка санитарно-биологического состояния обследованных водоемов.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Определение видового состава водорослей в водоемах искусственного происхождения г. Зеленограда.
2. Анализ сравнительно-флористического состава альгофлор водоемов.

3. Анализ сезонной динамики таксономической численности и обилия видов и разновидностей водорослей.
4. Экологический и географический анализ альгофлоры по составу водорослей индикаторов экологического состояния водоема и географической приуроченности водорослей.
5. Определение сапробности на протяжении всего периода исследований в фитопланктонных, перифитных и фитобентосных сообществах, а также оценка качества воды и состояния экосистем в водоемах по составу видов водорослей индикаторов сапробности.

### **Научная новизна и практическая значимость работы**

Впервые проведены детальные исследования альгофлоры водоемов искусственного происхождения г. Зеленограда. Выявлен видовой состав альгофлоры. Составлен систематический список, включающий 497 видов и разновидностей водорослей. Отмечено 152 таксона видового и внутривидового ранга, которые являются новыми для водоемов Москвы, из них 127 - новые для водоемов Московской области. Проведены таксономический, эколого-географический, санитарно-биологический анализы альгофлоры. Установлена сезонная динамика таксономической численности и обилия видов; проведена оценка состояния качества воды и состояния экосистем водоемов. Показана пространственно-временная структура изменения суммарного уровня антропогенной нагрузки на протяжении всего сезона «открытой воды».

Проведенные исследования вносят значительный вклад в изучение биоразнообразия водоемов урбанизированных территорий и водных объектов, расположенных в северо-западной части г. Москвы. Полученные данные могут быть использованы для дальнейших флористических, гидробиологических и экологических исследований водных объектов различного происхождения, а так же в курсах лекций по водной экологии и гидробиологии в ВУЗах. Оригинальные рисунки могут послужить

материалом для создания атласов современной альгофлоры Москвы и Московской области.

### **Апробация работы**

Результаты работы представлены на международной конференции «Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность» (Россия, Санкт–Петербург, 2000); Сателитном симпозиуме «Биоразнообразие и продуктивность водоемов», проведенном в рамках региональной научной конференции с международным участием «Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования» (Россия, Чита, 2001); Всероссийской конференции «Научные аспекты экологических проблем России» (Россия, Москва, 2002); VI рабочем совещании по сравнительной флористике «Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А.И.Толмачева» (Россия, Сыктывкар, 2003); Пятнадцатой Коми республиканской молодежной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» (Россия, Сыктывкар, 2004); VIII молодежной конференции ботаников в Санкт-Петербурге (Россия, Санкт-Петербург, 2004); IX школе диатомологов России и стран СНГ «Морфология, систематика, онтогенез, экология и биогеография диатомовых водорослей». (Россия, Борок, 2005).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, из них 2 статьи в рецензируемом журнале.

### **Объем и структура работы**

Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка цитируемой литературы и шести приложений. Работа изложена на 198 страницах, содержит 28 таблиц и 31 рисунок.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ**

Глава посвящена истории исследования искусственных водоемов и анализу литературы по изучению структуры и таксономическому разнообразию альгофлор водоемов урбанизированных территорий

### **Глава 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Зеленоград – город, административно являющийся округом Москвы. Строительство его было начато в 1958 г. на земле, переданной г. Москве из территории Солнечногорского района Московской области, расположенной вблизи станции и заводского поселка Крюково. Городу была отведена территория в 1128 га между Октябрьской железной дорогой и Ленинградским шоссе. Геологически Зеленоград расположен в ландшафте, оставленном мореной последнего оледенения. Этим объясняется рельеф и развитая речная система городской территории. Большая часть округа расположена в бассейне верхнего и среднего течения реки Сходня и ее притоков р. Горетовки, Каменки, Крюковки, Ржавки, Назарьевки. На территории округа располагаются уникальные для Москвы системы верховых болот, ручьи, родники, пруды. Общая площадь природного комплекса округа составляет –3722 га, из которых природные территории занимают 1115 га. Почти треть территории Зеленограда занимает лес, частично высаженный, частично сохраненный в ходе строительства.

Искусственные водоемы общегородского назначения - пруды: Водокачка, Верхнегородской, Нижнегородской и Быково болото, послужившие предметом наших исследований, относятся к бассейну реки Сходни. Расположены они в разных районах города и территориально удалены друг от друга. Исключение составляют Верхне - и Нижнегородские пруды, являющиеся каскадом. Все пруды созданы в одно время и имеют схожие размеры и характеристики. Площадь водного зеркала составляет 4-10 га, глубина 1,8-3,7 м. По солевому составу вода в прудах относится к

гидрокорбанатному классу, кальциевой группе, III типу с повышенным (в 1,5 раза) по сравнению с фоном содержанием сульфидов и хлоридов. Значения pH воды составляет 9,47- 9,7. Насыщение воды кислородом значительное. Цветность и содержание биогенных элементов высокая.

### **Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Материалом для настоящей работы послужили 536 проб, отобранных на 4 прудах г. Зеленограда. Все пробы отобраны в период открытой воды с 1998 по 2003 г.г. Сбор и обработка материала проводились по стандартным методикам (Вассер, 1989 и др.). Для определения водорослей использованы определители, атласы, монографии и отдельные статьи отечественных и зарубежных авторов. В работе за основу взята система водорослей, принятая в альгологической базе ([www. algaebase.org](http://www.algaebase.org)). Рисунки выполнены при помощи рисовального аппарата РА-1.

Частоту встречаемости видов оценивали по шестибальной шкале (Корде 1956). Санитарно – экологический анализ проведен с использованием базы данных Бариновой и др. (2000). Индексы сапробности подсчитаны по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973.). Классификация качества чистоты воды и состояния экосистемы проводились по методам, принятым Федеральной службой России по гидробиологии и мониторингу окружающей среды (Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод России (по гидробиологическим показателям) 1995, 1996 и др.).

### **Глава 4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬГОФЛОРЫ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В ЧЕРТЕ ГОРОДА**

В результате проведенного исследования выявлено 497 видов и разновидностей водорослей, относящихся к 7 отделам, 14 классам, 38 порядкам, 72 семействам, 133 родам. Для водоемов территории Москвы 152

таксона видового и внутривидового рангов отмечены впервые. Из них 127 таксонов являются новыми и для Московской области.

Почти половину всех обнаруженных таксонов составляли виды водорослей отдела Ochrophyta – 247 таксонов видового и внутривидового рангов (табл.1).

Таблица 1

Состав альгофлоры искусственных водоемов города Зеленограда

Отдел	Число					% от общего числа видов и разновидностей
	Клас-сов	поряд-ков	Семей-ств	родов	видов и раз-новидностей	
CYANOPHYTA	1	3	13	29	65	13
EUGLENOPHYTA	1	2	3	6	48	9,7
DINOPHYTA	1	2	2	2	8	1,6
CRYPTOPHYTA	1	1	1	1	1	0,2
OCHROPHYTA	4	18	33	56	247	49,7
CHLOROPHYTA	3	9	15	29	70	14,1
CHAROPHYTA	3	3	5	10	58	11,7
ВСЕГО...	14	38	72	133	497	100

Диатомовые водоросли составляют основное число таксонов – 235 таксона. Среди них почти половина встреченных нами видов и разновидностей относились к родам: Nitzschya-35, Navicula-24, Pinnularia-19, Gomphonema-14, Cymbella и Synedra по 11 таксонов.

Второе место по числу видов занимает отдел Chlorophyta. Общее число таксонов составляет 70 видов и разновидностей, что соответствует 14% от общего числа видов. Почти все виды -59 таксонов относятся к классу Chlorophyceae. Основное число таксонов составляют представители родов: Scenedesmus - 22 и Pediastrum - 8 видов и разновидностей.

Третье место по числу видов и разновидностей занимает отдел Cyanophyta –65 таксонов. Однако в отличие от предыдущих отделов среди синезеленых не наблюдалось одного или нескольких родов, обладавших значительным числом видов. Видовое богатство достаточно равномерно распределено внутри отдела. Относительно обильными оказались роды:



Anabaena - 6 (10%), Merismopedia - 5 видов (7%), Microcystis - 5 (7%), Aphanocarpa - 4(6%).

Четвертое ранговое место занимают водоросли отдела Charophyta - 58 таксонов видового и внутривидового рангов. Почти все виды и разновидности (56 таксонов) принадлежат классу Zignematorphyseae. Больше половины всех обнаруженных таксонов – 32 (55% от общего числа харовых водорослей) относятся к роду - Cosmarium.

Среди водорослей отдела Euglenophyta, занимающих пятое ранговое место, обнаружено 48 таксонов. Половину из них составляют виды рода Trachelomonas- 24. Меньшее число видов относится к роду Phacus - 14 таксонов. Эвглен обнаружено 7 видов. В процентном соотношении их доля составляет всего 14% от общего числа таксонов эвгленовых водорослей.

Самыми малочисленными в таксономическом смысле являются динофитовые и криптофитовые водоросли.

При сравнении альгофлор водоемов между собой установлено значительное сходство структур сообществ во всех водоемах (табл.2).

Таблица 2

Состав водорослей искусственных водоемов города Зеленограда

Отдел	Быково болото			Водокачка			Верхне-городской			Нижне-Городской		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
CYANOPHYTA	46	14,2	2	49	16,8	2	22	15,9	2	35	12	3
EUGLENOPHYTA	33	10,2	5	19	6,5	5	7	5,1	4	27	9,3	4
DINOPHYTA	7	2,2	6	5	1,7	6	1	0,7	5	1	0,3	6
CRYPTOPHYTA	1	0,3	7	1	0,3	7	1	0,7	5	-	-	-
OCHROPHYTA	156	48,1	1	144	49,5	1	89	64,5	1	162	55,7	1
CHLOROPHYTA	38	11,7	4	46	15,8	3	11	8	3	42	14,4	2
CHAROPHYTA	43	13,3	3	27	9,3	4	7	5,1	4	23	8	5
ВСЕГО...	324	100		291	99,9		138	100		291	99,7	

Примечание: 1 – число видов и разновидностей, 2 - % от общего числа видов и разновидностей , 3 – ранговое место отдела

Однако выявленный таксономический состав альгофлоры (виды и разновидности) каждого водоема в отдельности обладал достаточной уникальностью. Так, из 498 таксонов обнаруженных в процессе исследования только 78 видов и разновидностей встречались во всех четырех водоемах, что составляет 15% от общего числа таксонов. Из них основное число видов составляли диатомовые водоросли - 49 видов и разновидностей, синезеленые – 15 таксонов и зеленые - 9.

Виды, обнаруженные только в одном из водоемов, составили в общей сложности 204 таксона, что соответствует 40% от общего числа таксонов. Из них основное число видов составляли также диатомовые водоросли- 88 таксонов; зеленые- 62, синезеленые и эвгленовые по 22 таксона.

## **Глава 5. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА АЛЬГОФЛОРЫ**

### **5.1 Динамика таксономической численности альгофлоры водоемов искусственного происхождения в черте города**

Сезонная динамика таксономической численности прослежена на планктонных перифитонных и фитобентосных сообществах каждого водоема в отдельности.

В целом изменение видового разнообразия альгофлоры в исследованных водоемах заключается в повсеместном увеличении числа видов и разновидностей водорослей в весенне–летний период и уменьшении в осенний. Основное число таксонов составляли диатомовые водоросли. На всем протяжении периода исследования в альгофлоре постоянно присутствовали синезеленые, зеленые и диатомовые водоросли. Видовое разнообразие диатомовых водорослей наибольшим было в весенний и осенний период. Видовое богатство синезеленых, зеленых и эвгленовых водорослей в летний период возрастало и затем уменьшалось в течение осени. Водоросли, принадлежащие к другим отделам, встречались, как правило, только в летний период.

Подобная динамика видового разнообразия может быть обусловлена различными факторами, в том числе сменой времени года и изменением степени антропогенной нагрузки, что в свою очередь приводит к изменениям в экосистеме в целом.

## **5.2 Сезонная структура альгофлоры водоемов искусственного происхождения в черте города**

Установление сезонной структуры проведено во всех экологических нишах альгофлоры исследуемых водоемов. Но наибольшее внимание уделялось перифитонному сообществу, так как перифитон является одним из основных гидробиологических показателей качества вод. Выявление временной структуры перифитонных сообществ было произведено путем сравнения всех проб при помощи матриц, а так же на основе сведений о доминантном комплексе видов исследуемых сообществ. Сроки окончания или начала доминирования отдельных видов организмов следует рассматривать как моменты проявления нового качества среды, на которые перифитон отвечает изменением своей видовой структуры (Абакумов, 1985).

В результате проведенного кластерного анализа перифитонных сообществ альгофлор можно заключить, что флористический состав данных сообществ на протяжении всего периода исследований достаточно индивидуален (рис.1-4). Наиболее близкими оказались альгофлоры весенних перифитонных сообществ Верхнего и Нижнего городских прудов и пруда Быково болото. Сходство осенних перифитонных флор наблюдалось в пруду Водокачка. Почти повсеместное сходство перифитонных сообществ отмечали в конце летнего начале осеннего периодов.

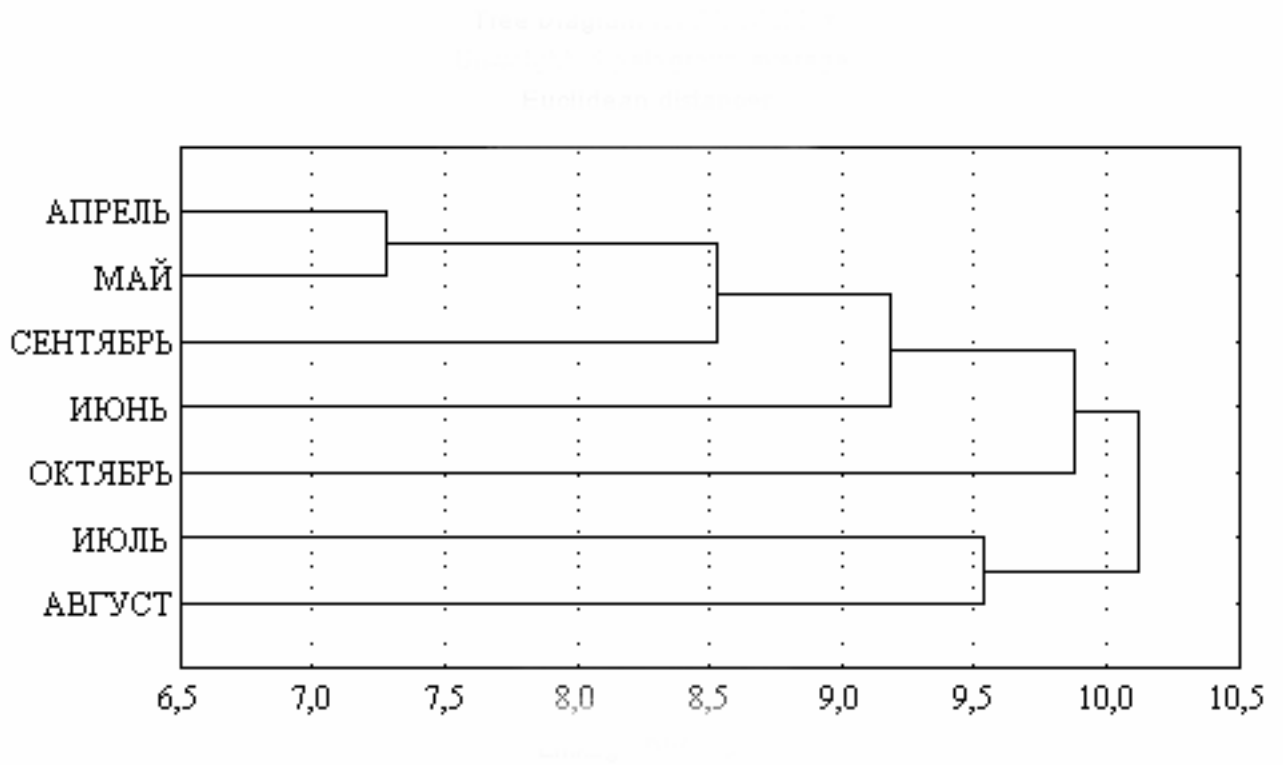


Рисунок 1. Дендрограмма сходства перифитонных сообществ пруда Быково болото

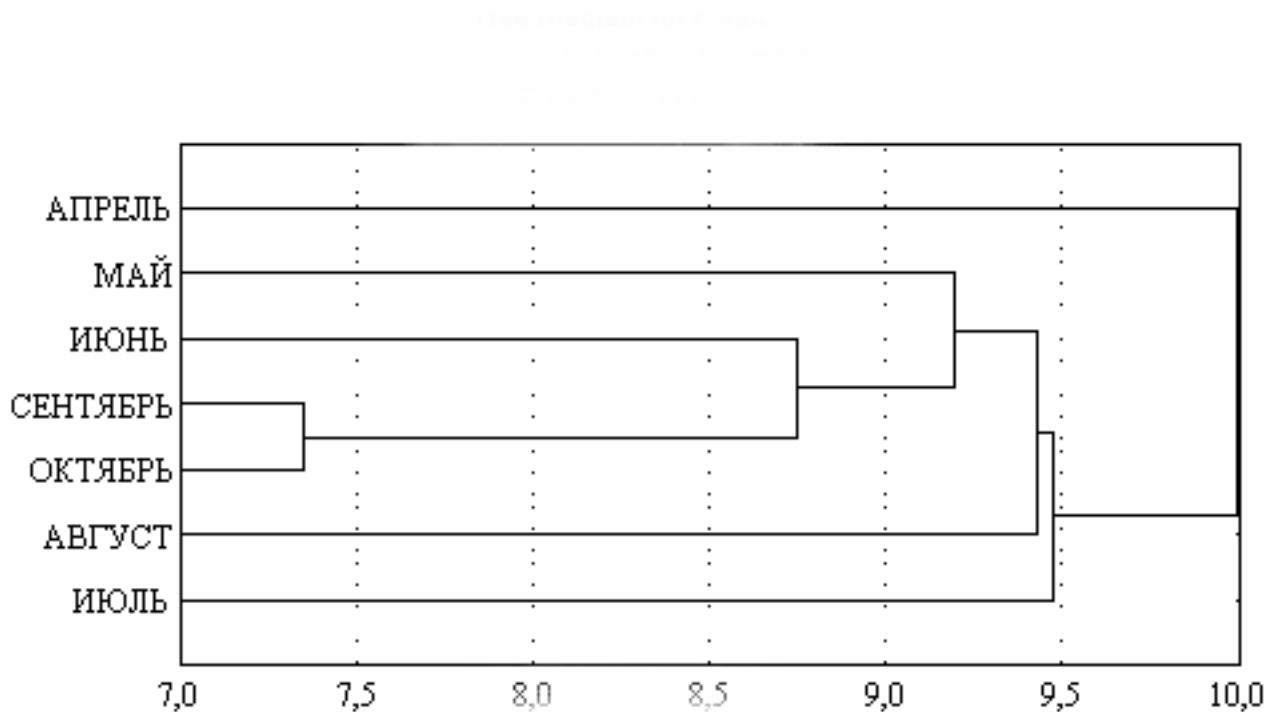


Рисунок 2. Дендрограмма сходства перифитонных сообществ пруда Водокачка

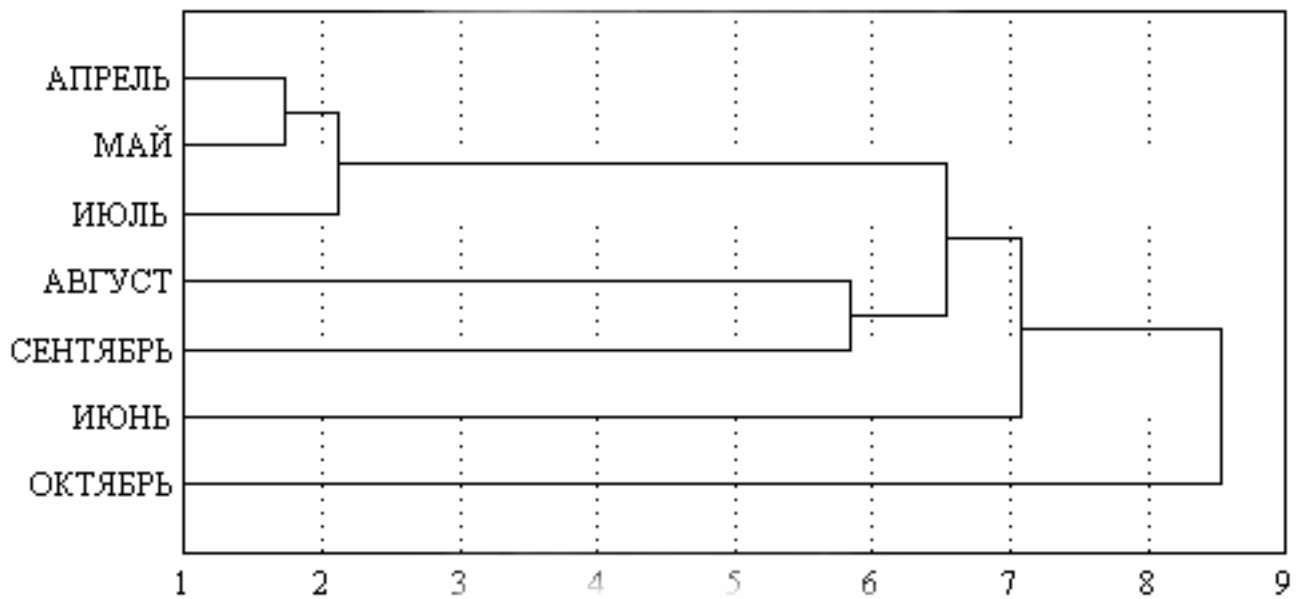


Рисунок 3. Дендрограмма сходства перифитонных сообществ  
Верхнегородского пруда

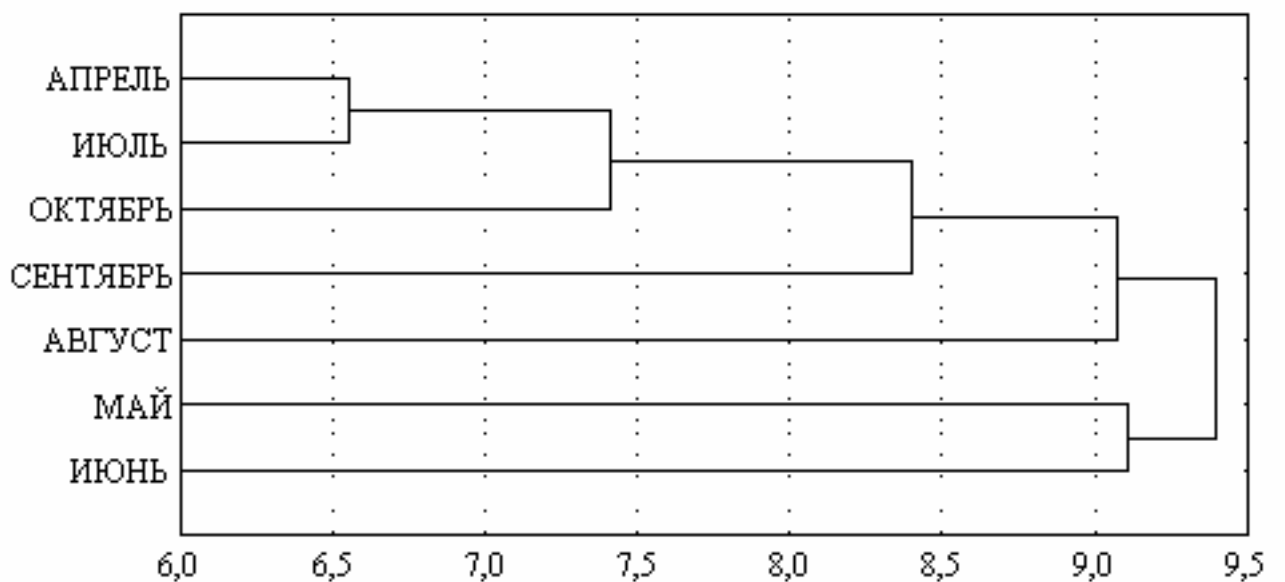


Рисунок 4. Дендрограмма сходства перифитонных сообществ  
Нижегородского пруда

Однако следует отметить, что особенных тенденций сходства и проявление временной сукцессии выявить не удастся. В целом более похожими оказываются изменения перифитонных сообществ Верхне- и Нижегородских прудов и пруда Быково болото. Это в свою очередь можно объяснить тем, что экологическая обстановка в пруду Водокачка по всем гидробиологическим показателям несколько лучше, чем в других водоемах.

При использовании метода мониторинга доминантного комплекса четко просматриваются временные изменения структуры сообществ, заключающиеся в смене массовых (доминантных) видов водорослей, образующих руководящие и соруководящие комплексы этих сообществ.

За период исследований в руководящие комплексы всех трех водоемов входили сине-зеленые, зеленые и диатомовые водоросли, при этом изменениям подвергались только численные соотношения между видами этих отделов водорослей. Так в апреле основную массу перифитонного сообщества представляли диатомовые водоросли, составляя 83%– 100% от общего числа видов их разновидностей руководящего комплекса водоемов. Массового развития в этот период достигали виды: *Cocconeis placentula* Ehr., *Gomphonema truncatum*., *Surirella ovata* var. *crumena* (Breb.) V.H.. В мае в руководящих комплексах появляются зеленых водоросли: *Cladophora fracta* (Mull. ex Vahl) Kütz., *Pseudocharacium acuminatum* Korsch., *Coelastrum microporum* Nag., Доля диатомовых водорослей в этот период составляла от 60 % до 91%. от общего числа видов и их разновидностей руководящего комплекса. В начале летнего периода продолжается тенденция к увеличению численности зеленых водорослей и уменьшению диатомовых. В массе наблюдаются виды *Cladophora fracta* (Mull. ex Vahl) Kütz., *Coelastrum indicum* Turner, *Cosmarium punctulatum* Bréb., *Nitzschia palea* Grun. В середине лета резко уменьшается доля диатомовых водорослей. В некоторых водоемах они вообще выпадают из доминантных сообществ. Массового развития в этот период достигают виды *Cladophora fracta* (Mull. ex Vahl) Kütz., *Pseudocharacium acuminatum* Korsch., *Limnithrix planctonica* (Wolosz.) Meffet.

В конце лета вновь наблюдаются значительные изменения в структуре перифитонных сообществ. Вновь в массе появляются диатомовые водоросли. Доля их составляет от 33% до 67% в зависимости от водоема. Значение зеленых водорослей резко уменьшается. Массовыми видами в данный период становятся: *Cladophora fracta* (Mull. ex Vahl) Kütz, *Tabularia fasciculata* (Ag.) D.M. Williams et Round, *Synedra vaucheria* (Kütz.) Kütz., *Merismopedia tenuissima* Lemm., *Nitzschia palea* Grun., *Phormidium mucicola* Hub.-Pestalozzi et. Naum. Hub.-Pestalozzi et Naum. В начале осени значения численности зеленых и сине-зеленых водорослей в руководящих комплексах несколько увеличиваются, но основообразующими остаются диатомовые водоросли, составляя от 48% - 90% от общей численности руководящих комплексов перифитонных сообществ. В октябре продолжается уменьшение численности зеленых и сине-зеленых водорослей. Доля их составляет 13-15% и 15-17% соответственно. Доля диатомовых возрастает до 62 - 68% .

Тем же методом мы проследили временную сукцессию фитопланктонных и фитобентосных сообществ

По данным, полученным в результате исследований временных изменений структуры альгологических сообществ городских водоемов можно выделить наличие в них двух временных структур, соответствующих зимнему и летнему временам года, и двух разделяющих эти структуры переходных периодов.

## **Глава 6. ЭКОЛОГО - ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЛЬГОФЛОРЫ**

### **6.1 Эколого – географический анализ**

Выявленный таксономический состав рассмотрен по отношению к некоторым экологическим параметрам: температурным условиям, подвижности водных масс, солености воды, приуроченности к рН среды и географической приуроченности.

По приуроченности к температурным условиям обнаружено 42 таксонов индикатора. Основное число (34 таксона) представляли

эвритермные виды, что в процентном отношении составляет 81%. Холодолобивых видов и разновидностей обнаружено 6 (14%), теплолюбивых - 2 (5%) (рис. 5).

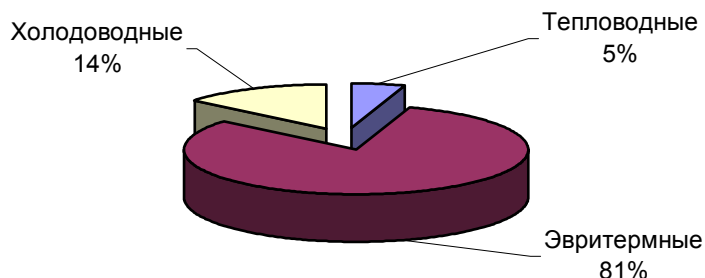


Рисунок 5. Процентное соотношение таксонов индикаторов температуры в альгофлоре исследованных водоемов

По отношению к подвижности водных масс (реофильности) выявлено 36 таксона индикатора. Их них 19 таксонов индикаторов составляли реофобные виды, 8 - индифферентных видов, 6 – реофильных и 3 аэрофильных вида. В среднем доля реофобных видов и разновидностей составляет 53% от общего числа таксонов индикаторов реофильности, а реофильных и индифферентных таксонов 17% и 22% соответственно (рис. 6). Таким образом, на основании исследований альгофлоры по приуроченности к подвижности водных масс данные водоемы следует характеризовать как стоячие, слабо - текучие.

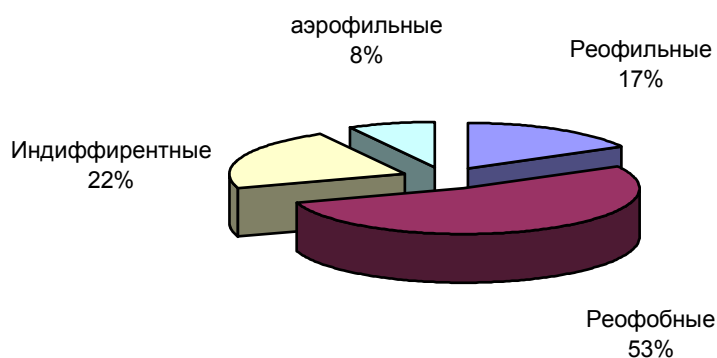


Рисунок 6. Соотношение таксонов индикаторов реофильности в альгофлоре исследованных водоемов



По отношению к солености воды обнаружено 306 таксонов индикаторов. Основную часть из них составляли индифферентные виды и разновидности – 218 видов индикаторов (71%). На втором месте по числу таксонов зарегистрированы галофилы. В среднем их число составляло 48 таксонов, что соответствовало 16% от общего числа таксонов индикаторов галобности. Галофобов обнаружено 22 таксона, что составляет 7%. Мезогалобов - 14 таксонов (5%). Олигогалобов было зарегистрировано 4 таксона (1%)(рис. 7). Таким образом, исследуемую альгофлору следует характеризовать как, индифферентную с участием солоноватых видов

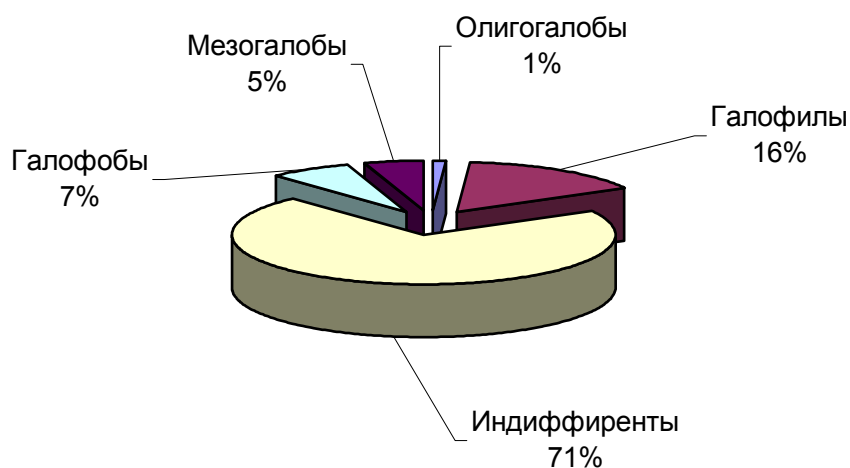


Рисунок 7. Соотношение таксонов индикаторов галобности в альгофлоре исследованных водоемов

По отношению к уровню рН среды в альгофлоре исследованных водоемов обнаружено 201 таксона индикатора. Основную массу таксонов составляли индифференты (86) и алкалифилы (83), на долю которых приходилось 43% и 41% от общего числа таксонов индикаторов. Группа алкалибионтов составляла 19 таксонов (10%). Ацидофилам принадлежит наименьшее число таксонов – 13, что составляет 6% от общего числа таксонов индикаторов рН воды (рис. 8).

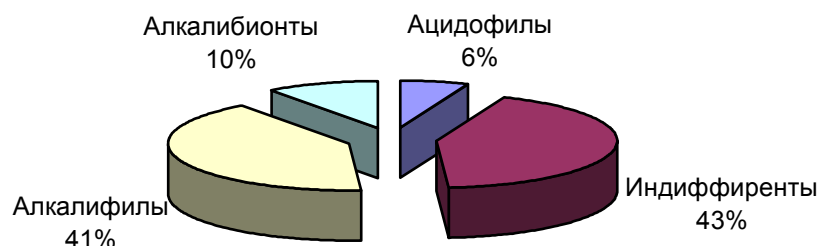


Рисунок 8. Соотношение таксонов индикаторов рН среды в альгофлоре исследованных водоемах

По географической приуроченности большинство таксонов в альгофлорах исследованных водоемах составляют космополиты - 216 видов и разновидностей. Бореальных видов насчитывалось 68 таксонов (23%). Аркто-альпийские виды обнаружены в числе – 8 таксонов, что составляет 3% от общего числа видов индикаторов (рис. 9) .

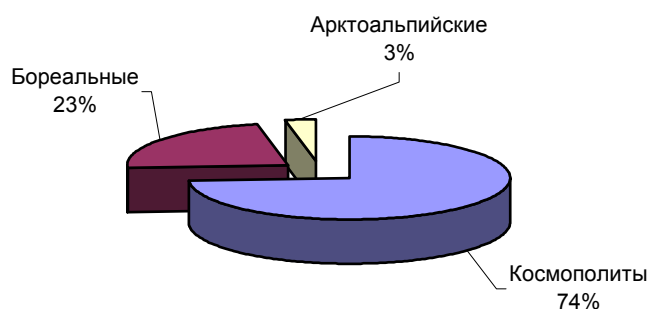


Рисунок 9. Процентное соотношение видов индикаторов географической приуроченности альгофлоры исследованных водоемов

По приуроченности к местообитанию самое большое число видов и разновидностей относится к бентосным формам - 168 видов и разновидностей, что в процентном отношении составляет 60 % от общего числа индикаторов. Планктонные виды составляют 73 таксона (26%). Планктонно-бентосных форм обнаружено 34 вида, что составляет всего 12%

от общего числа видов с установленным местобитанием. Эпифитные виды выявлены в числе 3 таксонов. Их доля не превышает 1% (рис.10).

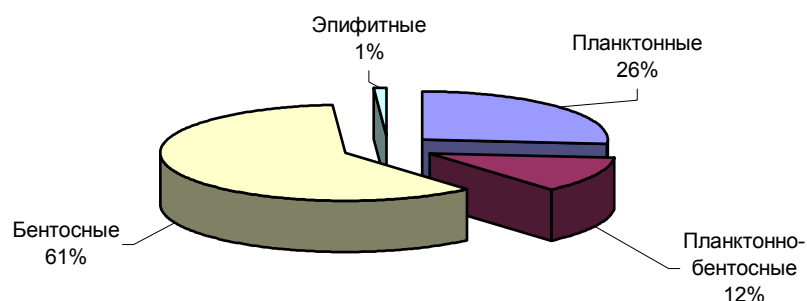


Рисунок 10. Процентное соотношение видов индикаторов приуроченности к местообитанию альгофлоры городских водоемов

## 6.2 Сапробиологический анализ и оценка состояния экосистем водоемов в черте города

Для оценки уровня органического загрязнения в данных водных объектах и степени антропогенного экологического напряжения проведен анализ видов индикаторов сапробности. Из общего числа водорослей исследованных прудов 214 таксона, составляющих 41 %, являются индикаторами органического загрязнения воды и относятся к 13 группам сапробионтов. Больше число видов индикаторов составляют  $\beta$ - мезо сапробные виды. Меньшее но все же значительное число видов индикаторов составляют:  $\alpha$ - мезо сапробы,  $\alpha$ - $\beta$ ,  $\beta$ - $\alpha$  и  $\beta$ - мезо сапробы (табл. 3).

Таблица 3

Распределение индикаторов сапробности по степени сапробности в водоемах г. Зеленограда

	Степень сапробности													Всего	
	$\chi$	$\chi$ - $\alpha$	$\alpha$ - $\chi$	$\chi$ - $\beta$	$\alpha$	$\alpha$ - $\beta$	$\beta$ - $\alpha$	$\beta$ - $\alpha$	$\beta$	$\beta$ - $\alpha$	$\alpha$ - $\beta$	$\alpha$	$\rho$ - $\alpha$		$\rho$
Число видов индикаторов	6	4	1	4	31	19	2	2	95	21	6	19	2	2	214

За весь период исследования значения индексов сапробности в водоемах в среднем изменялись от 1,82 до 2,39. Большие значения индексов сапробности отмечены в начале весны (табл. 4).

Таблица 4

Значение индексов сапробности в искусственных водоемах г. Зеленограда.

Дата	Значения индексов сапробности				
	Быково болото	Водокачка	Верхне-городской	Нижне-городской	Среднее
Апрель	2,06	2,17	3,09	2,24	2,39
Май	1,85	1,94	1,58	1,86	1,81
Июнь	2,05	1,78	1,87	2,01	1,93
Июль	2,02	1,93	1,51	1,81	1,82
Август	1,89	1,89	2,02	2,08	1,97
Сентябрь	2,09	1,92	1,84	2,04	1,97
Октябрь	1,99	2,08	1,93	2,03	2,01
Среднее	1,99	1,96	1,98	2,01	1,99

Оценивая уровень загрязнения водоема по сапробности планктонного, перифитонного и фитобентосного сообществ в отдельности, следует отметить, что все сообщества обнаруживали примерно одинаковую степень органического загрязнения. Средние значения составляли от 1,80 в фитопланктоне до 2,11 в фитобентосе, что соответствует III-IV классам чистоты воды и характеризует состояние экосистемы как антропогенное экологическое напряжение с элементами экологического регресса. Колебания значений индексов сапробности достаточно заметны во всех сообществах. В перифитонном и фитобентосном сообществах интенсивность изменений сапробности не так заметна, как в фитопланктоне (рис.11). Средние значения чистоты воды соответствуют III-IV и IV классам.

В результате проведенного анализа следует сделать вывод, что все исследованные водоемы испытывают значительную антропогенную нагрузку. В летний период степень этой нагрузки заметно увеличивается, что ведет к ухудшению экологического состояния водоемов. Большая загрязненность повсеместно наблюдается в придонных слоях.

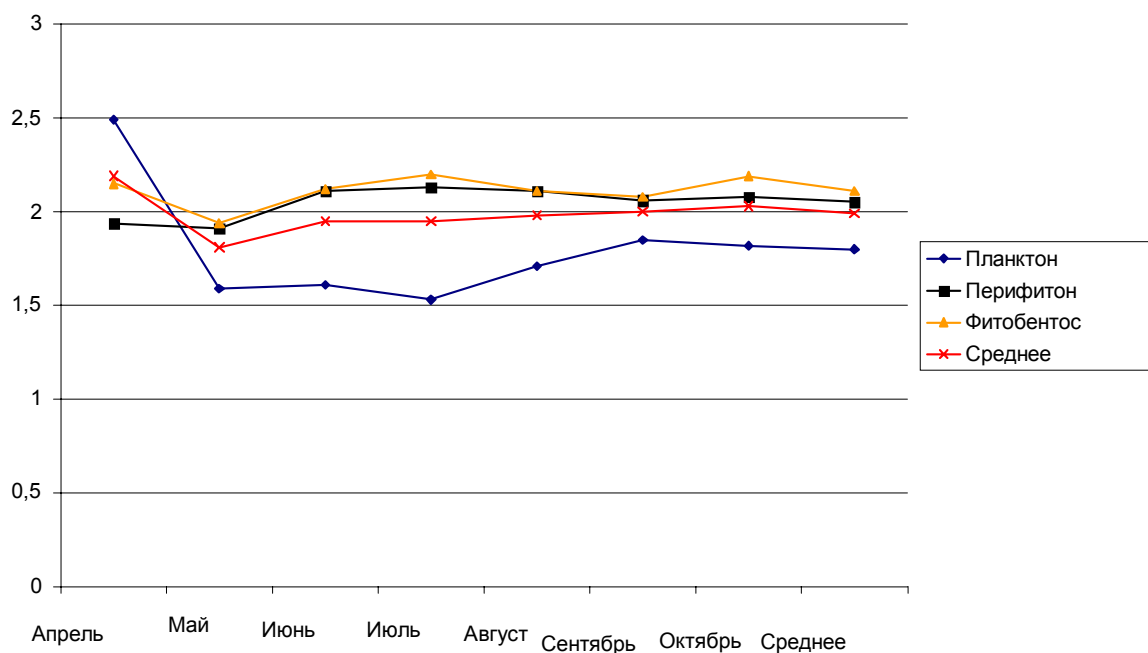


Рисунок 11. Изменение значение индексов сапробности в планктонном, перифитонном и фитобентосном сообществах искусственных водоемов г. Зеленограда

## ВЫВОДЫ

1. В водоемах искусственного происхождения г. Зеленограда выявлено 497 видов и разновидностей водорослей, относящихся к 7 отделам, 14 классам, 38 порядкам, 72 семействам и 133 родам.
2. Среди обнаруженных видов и разновидностей водорослей 152 таксона на территории Москвы и Московской области обнаружены впервые. Из них 53 таксона относятся к отделу Ochrophyta, 29 – Euglenophyta, 28 - Chlorophyta, 22 - Cyanophyta, 20 - Charophyta.
3. Видовой состав альгофлоры достаточно уникален для каждого водоема в отдельности. Число таксонов водорослей, обнаруженных во всех водоемах, составляет 78 видов и разновидностей, что соответствует 15% от общего числа обнаруженных таксонов.
4. При выявлении временной структуры альгологических сообществ водоемов искусственного происхождения г. Зеленограда установлено

наличие двух временных структур, соответствующих летнему и зимнему периодам времени, и двух разделяющих эти структуры переходных периодов.

5. Анализ результатов изучения динамики таксономической численности и сезонной структуры показал, что массового развития в большинстве случаев достигают таксоны, относящиеся к наиболее богатым по числу видов и разновидностей отделам водорослей, притом чаще такое совпадение наблюдается в водоемах с большей степенью загрязнения воды.
6. Альгофлора по составу водорослей индикаторов экологического состояния приурочена к стоячим, слабо-текучим, пресноводно – солоноватым со щелочной реакцией среды водоемам.
7. По географическому составу альгофлора прудов характеризуется как космополитная с бореальным компонентом и незначительным числом аркто-альпийских видов и разновидностей. По отношению к местообитанию в альгофлоре в основном присутствуют бентосные формы (61%), в меньшей степени планктонные (26%). Доля планктонно-бентосных видов составляет 12%, эпифитов - 1%.
8. Сапробиологический анализ показал, что чистота воды в водоемах искусственного происхождения г. Зеленограда в безледный период соответствует III, III-IV, IV классам, притом класс чистоты воды увеличивается в летний и летне-осенний период. Большая загрязненность, повсеместно наблюдается в придонных слоях. В целом, экосистемы водоемов находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения с элементами экологического регресса и экологическим регрессом донных ценозов.
9. В результате проведенного анализа альгофлоры выявлено, что все исследованные водоемы искусственного происхождения г. Зеленограда в значительной степени уникальны по своему составу и динамике

альгофлоры. Направления изменений альгофлоры в большей степени связаны с локальным загрязнением.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Абакумов В.А. Романова О.Л. Временная структура перифитонных сообществ некоторых прудов города Зеленограда // Тр. Международной конференции « Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность.» СПб, 2000. С.393-394.

2. Романова О.Л. Альгофлора искусственно созданных водоемов города Зеленограда // Тр. Международной конференции « Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность.» СПб, 2000. С. 457-460.

3. Романова О.Л. «Цветение» воды в искусственных водоемах г.Зеленограда // Тр. Всероссийской конференции «Научные аспекты экологических проблем России» М., 2002. С.

4. Белякова Г.А., Гололобова М.А., Романова О.Л., Тумбинская Л.В. Род *Navicula* s.l. (*Bacillariophyta*) в водоемах г. Москвы // Бюллетень МОИП, 2002. Т.107, Вып. 3. С. 80-83.

5. Романова О.Л. Сравнительный анализ альгофлор искусственных водоемов общегородского назначения // Материалы VI рабочего совещания по сравнительной флористике «Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А.И.Толмачева». Сыктывкар, 2003. С. 173-175

6. Романова О.Л. Водоросли, вызывающие «цветение» воды в искусственных водоемах города // Тезисы докладов пятнадцатой коми республиканской молодежной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2004. С. 249-250

7. Романова О. Л. Синезеленые водоросли искусственных водоемов Москвы // Материалы VIII молодежной конференции ботаников в Санкт-Петербурге. Санкт-Петербург, 2004. С. 96.

8. Белякова Г.А., Гололобова М.А., Романова О.Л., Тумбинская Л.В. Представители двушовных диатомовых водорослей (Diatomeae), исключая род *Navicula* s.l., в водоемах г. Москвы // Бюллетень МОИП, 2004. Т. 109, Вып. 5. С. 55-59.

9. Романова О.Л. Диатомовые водоросли искусственных водоемов г.Москвы // Тезисы докладов IX школы диатомологов России и стран СНГ «Морфология, систематика, онтогенез, экология и биогеография диатомовых водорослей». Борок, 2005. С. 54-55