

Муниципальное образовательное учреждение дополнительного образования  
«Детский эколого-биологический центр городского округа Стрежевой»  
Томская область, г. Стрежевой

Исследовательская работа  
**Оценка общего состояния озер пригорода  
г. Стрежевого с использованием диатомовых водорослей**

Объединение: «Научное общество учащихся»

Автор:  
Сидоров Максим  
Вадимович,  
10 класс

Руководитель:  
Фоменко Светлана  
Александровна,  
п.д.о. МОУДО  
«ДЭБЦ»

## Оглавление

Введение	3
1. Обзор литературы.....	4
2. Характеристика района исследования.....	6
3. Материал и методика.....	9
4. Результаты исследования.....	11
Вывод.....	16
Литература.....	17

## Введение

Условия среды обитания в водоеме способны оказывать значительное влияние на видовой состав, обилие, распространение диатомовых водорослей.

Для понимания особенностей флоры региона существенное значение в ее анализе имеет рассмотрение экологической структуры. Известно, что распространение отдельных видов и соответственно состав водорослей обусловлены не только историческими причинами, но и условиями среды обитания. В отношении водорослей последнее особенно важно, учитывая их быстрое расселение благодаря легкости распространения водоплавающими птицами, насекомыми и другими животными, а также переносу течениями и ветром. Многие диатомовые водоросли обитают повсюду. Однако для развития большинства из них оптимальными являются определенные условия солености, рН, температуры воды, содержания органических веществ, а также гидрологические особенности водоемов и другие факторы (Patrick, Reimer, 1966). Именно благодаря этим свойствам с давних времен диатомовые используются в биоиндикации, пионерные исследования в этой области были начаты Р. Патрик еще в 40-х гг. XX в. Основными, наиболее важными факторами, влияющими на состав диатомовых, являются минерализация и рН воды, а также содержание легко окисляемых органических веществ. Менее изучена приуроченность диатомей к температурным, гидрологическим условиям (Баринава и др., 2006), концентрации различных химических элементов и их соединений [7].

Исходя из этих факторов, мы решили провести анализ видового состава, изучить характер распространения диатомовых водорослей и провести экологический анализ состояния стоячих водоемов пригорода г. Стрежевого.

**Цель:** Оценка общего состояния озер пригорода г. Стрежевого с использованием диатомовых водорослей.

### **Задачи:**

1. Изучить видовой состав диатомовых водорослей озер пригорода г. Стрежевого.
2. Определить обилие диатомовых водорослей.
3. Сравнить видовой состав диатомовых водорослей озер.
4. Оценить уровень органического загрязнения изучаемых водоёмов.

### **Методы исследования, использованные в работе:**

- ✓ метод анализа – изучение качественного и количественного состава диатомовых водорослей
- ✓ метод классификации – оценка сапробности водоемов по составу диатомовых водорослей;
- ✓ метод сравнения – вычисление коэффициента сходства;
- ✓ метод измерения – оценка обилия диатомовых водорослей;
- ✓ метод контент-анализа – анализ литературы в рамках проекта и др.

## 1. Обзор литературы

Диатомовые водоросли - совершенно особая группа одноклеточных организмов (около 16 000 видов), резко отличающаяся от остальных водорослей: их клетки снаружи окружены твердой кремнеземной оболочкой - панцирем. Это одноклеточные микроскопические организмы, одиночные или колониальные в виде цепочек, нитей, звездочек, коккоидный тип структуры таллома. Размеры отдельных особей от 4 мкм до 2 мм. Клеточная оболочка - панцирь из кремнезема - оксида кремния с тонким слоем пектиновых веществ.

Различают две эволюционные линии диатомовых, которые различаются прежде всего по форме створок панциря - центрические (*Centrophyceae*) и пеннатные (*Pennatophyceae*). Это два класса этого отдела.

Центрические имеют радиально-симметричные створки панциря, большинство обитает в толще воды, тип полового процесса у них – оогамия. Класс Центрические - клетки одиночные или соединенные в нитевидные колонии. Створки в очертаниях круглые, ареолы расположены беспорядочно или радиально, по краям створок выросты, шипы, щетинки. Преимущественно морские водоросли [4].

Пеннатные имеют не более 2-х плоскостей симметрии, иногда только одну плоскость симметрии, многие подвижны, подавляющее большинство населяет дно водоемов. Пеннатные диатомовые продуцируют амебоидные гаметы, тип полового процесса изогамия и анизогамия. Класс Пеннатные - панцирь симметричный по продольной оси. Створки линейные, ланцетные, эллиптические. Это пресноводные и морские формы, обитающие в бентосе на различных субстратах.

Исследуемые нами диатомовые водоросли входят в основном в состав фитопланктона.

В составе этой экологической группировки, следуя трактовке И.А. Киселева (1969) и его предшественников-планктологов, рассматриваются все диатомовые, встречающиеся в толще воды. Среди них как истинно планктонные и факультативнопланктонные виды, так и случайные формы из обрастаний различных субстратов и фитобентоса (тихо-планктонные). Водоросли последних группировок, находясь во взвешенном состоянии, также участвуют в образовании органического вещества планктона.

Диатомовые водоросли – один из важнейших компонентов фитопланктона стоячих водоемов, им принадлежит ведущая роль в разнообразии и численности совместно с зелеными, золотистыми и синезелеными водорослями.

Состав диатомовых сообществ зависит от многих факторов. Одним из них является глубина озер, так как основная ниша планктонных водорослей – толща воды. Немаловажное значение имеет происхождение водоемов, определяющее особенности физико-химических параметров их вод [3], среди местных стоячих водоемов преобладают небольшие заливные озера (образованные разливами р. Обь и проток Пасол и Саим), крупные озера в

основном органогенные (чаще дистрофные – не глубокие с бурой водой из заобилия гуминовых кислот), граничат с болотными системами, самые мелкие водоемы в основном «рукотворного» происхождения (образуются на месте карьеров, силосных ям, при прокладке дорог и др.).

В целом диатомовые водоросли обитают повсюду: в различных типах водоемов, на почве, камнях и скалах, в снегу, на поверхности и в мелких углублениях, трещинах, льда. Большинство диатомовых является холодолюбивыми формами, поэтому наиболее интенсивного развития диатомовые водоросли достигают весной и осенью. Диатомеи служат постоянной кормовой базой и первоначальным звеном в пищевых цепях для многих организмов. Питательная ценность планктонных диатомей велика, в частности содержание белков и жиров выше, чем в картофеле и хлебных злаках. Некоторые виды служат хорошими индикаторами загрязнения морской воды различными стоками и нефтепродуктами, их используют при оценке санитарного состояния прибрежных морских вод. Диатомовые водоросли играют первостепенную роль в осадконакоплении - диатомовые илы.

Диатомовые водоросли играют ведущую роль в формировании различных типов сообществ в водных экосистемах и отличаются большим таксономическим разнообразием.

Благодаря высокой чувствительности к разным факторам водной среды и быстрому отклику на антропогенное воздействие эта группа низших растений перспективна для использования в экологическом мониторинге водоемов на северных территориях.

Необходимость слежения за состоянием водных экосистем Большеземельской тундры несомненна, принимая во внимание богатство этой территории полезными ископаемыми, широкомасштабные геологоразведочные работы и освоение ряда месторождений. В связи с этим становится очевидной необходимость исследования данной группы водорослей в естественных водных объектах региона и обобщения, имеющихся данных [11].

## 2. Характеристика района исследования

Исследования проводились на мелких (1-5) и крупных (6-8) озерах пригорода г. Стрежевого.

Участок 1 используется для выгула домашней водоплавающей птицы.

Участок 2 находится ближе всего к трассе, используется крупным рогатым скотом для питья, а также для сбора ряски на корм животным.

Участок 3 глубокий и небольшой по площади, имеет бетонное дно, ранее использовался в качестве силосной ямы, вода имеет сильный гнилостно-фекальный запах, края поросли рогозом.

Участок 4 отведен под летнюю мойку автотранспорта, находится близко к трассе, берега плотно заросли рогозом и белокрыльником.

Участок 5 находится рядом с автостоянкой торгового комплекса «Сосна», наименее глубокое малое озеро, берега плотно заросли рогозом.

На берегу участка 6 располагается база отдыха, в летний период используется для купания.

Участок 7 самый протяженный из выбранных водоемов, берега плотно заросли рогозом.

Участок 8 находится дальше всех выбранных озер от населенных пунктов, имеет самую прозрачную и холодную воду, берега заболочены.



Рис. 1 Карта озёрной группы прилегающей к ферме Бойченко и частному подворью «Стрежевская птица» (Масштаб: 1:20)



Рис. 2 Карта озёра по ул. Коммунальная (Масштаб: 1:20)



Рис. 3 Карта озера на территории торгового комплекса «Сосна» (Масштаб: 1:20)

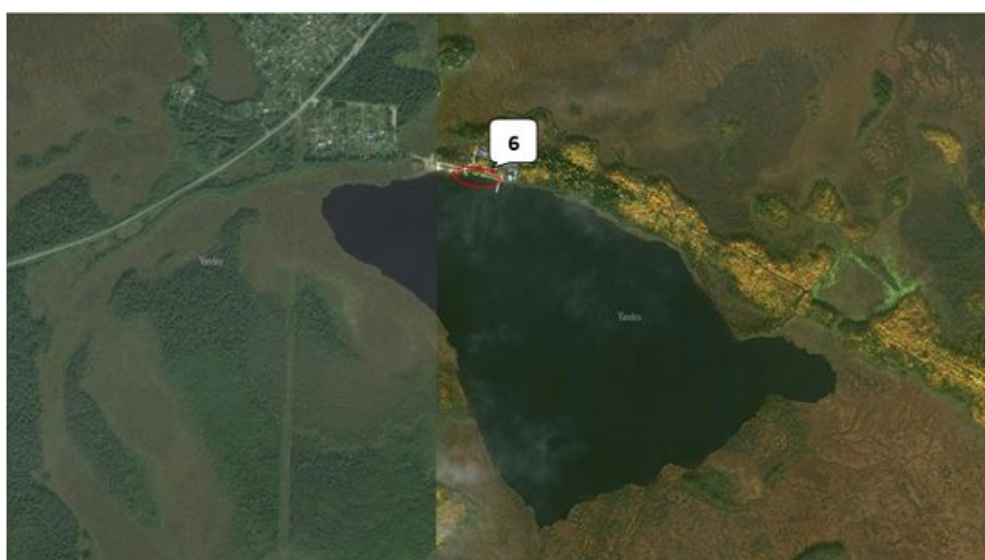


Рис. 4 Карта оз. Евганское (Масштаб: 1:200)



Рис. 5 Карта оз. Восьмерка (Масштаб: 1:200)



Рис. 6 Карта оз. Песчаное (Масштаб: 1:200)

### 3. Материал и методика

#### 3.1 Отбор и концентрация проб

Отбор проб производился пробоотборником с горизонта 0,5-1 м. в стеклянные бутылки, пробы воды хранились в прохладном месте, бутылки при хранении закрывались ватно – марлевыми пробками.

Пробы фитопланктона собраны в типичных биотопах водоемов. В первую очередь, это наиболее глубокие участки открытой водной поверхности (где можно ожидать наибольшего развития водорослей этой экологической группы). Для компенсации неравномерности в распределении планктона в горизонтальном направлении [5], брали смешанную пробу из нескольких отдельных подпроб.



Рис. 7 Забор воды пробоотборником на участке № 6.

Для повышения концентрации диатомей в пробе использовали отстойный метод, чтобы сводит к минимуму повреждений створок и потери мелких центрических форм диатомовых водорослей. Для этого смешенную пробу воды в количестве 0,5 л отстаивали в прохладном месте двое суток, воду над осадком аккуратно сливали, и объем пробы доводили постепенно до 50 мл. далее помещая ее в конусовидные пробирки для центрифугирования и доводя до объёма 15-30 мл.

Идентификация диатомовых водорослей выполнена по определителям диатомовых водорослей [5, 6, 10, 11].

#### 3.2 Определение обилия диатомовых водорослей

Глазомерное обилие определяли путем подсчета створок диатомовых водорослей в произвольно взятых рядах препарата, которое выражалось в баллах по шестибальной шкале.

Таблица 1. Шкала оценки обилия диатомовых водорослей (Кордэ, 1956; Кузьмин 1976) [2].

Численное выражение	Характеристика	Интервал концентраций	Визуальная оценка
1	Единично	1 - 10 тыс. кл/л	1 - 5 экз. в препарате
2	Редко	10 - 100 тыс. кл/л	10-15 экз. в препарате

3	Нередко	100 - 1 млн. кл/л	25 - 30 экз. в препарате
4	Часто	1 - 10 млн. кл/л	1 экз. в каждом ряду
5	Очень часто	10 - 100 млн. кл/л	Несколько экз. в каждом ряду
6	Масса	Более 100 млн кл/л	несколько экз. в каждом поле зрения

Шкала обилия диатомовых водорослей следующая:

- 1 – единично (1-5 экз. в препарате);
- 2 – редко (10-15 экз. в препарате);
- 3 – нередко (25-30 экз. в препарате);
- 4 – часто (1 экз. в каждом ряду);
- 5 – очень часто (Несколько экз. в каждом ряду);
- 6 – в массе (несколько экз. в каждом поле зрения).

### 3.3 Определение органического загрязнения водоемов

По отношению к содержанию нестойких органических веществ диатомовые водоросли разделены на группы в соответствии с широко применяемой системой [2]:

*ксеносапробы* (х) обитатели чистых вод;

*олигосапробы* (о) живут в чистых водах с нормальным содержанием кислорода, при крайне низких концентрациях растворенных органических веществ;

*бетамезосапробы* (b) – при массовом развитии показатель присутствия аммиака, и продуктов его окисления, а также повышением содержания органических веществ;

*альфамезосапробы* (а) – в воде, где они развиваются в массе, также имеются аммиак, продукты его окисления, кислород и высокое содержание легко окисляемых органических веществ;

*полисапробы* (р) характерны для бескислородной среды, с присутствием в воде белков, сероводорода и других веществ.

Кроме этого, имеются промежуточные группы видов.

Определив видовой состав и обилие видов, мы оформили таблицу распределение диатомовых водорослей по сапробности (см. Таблица 2)

### 3.4 Определение коэффициента сходства

Коэффициент сходства Чекановского - Сьеренсена, используется для сравнения состава диатомовых водорослей различных биотопов или озер, рассчитывали по формуле (Мэгарран, 1992) [9]:

$$K_{чс} = 2C/A + B,$$

где А и В – число видов в каждом из сравниваемых водоемов,

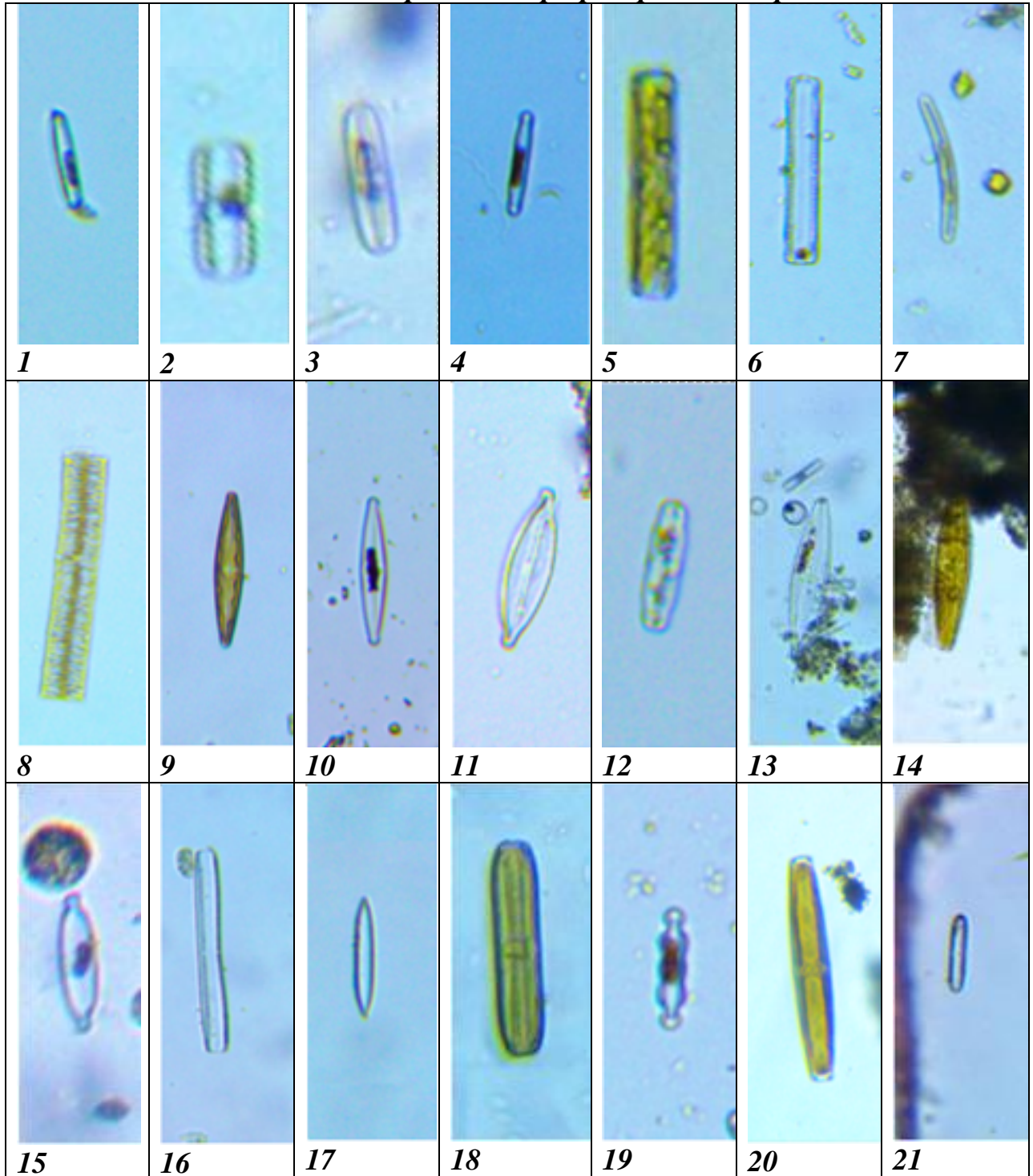
С – число общих для них видов. Коэффициент сходства выражен в долях единицы, полное сходство равно единице.

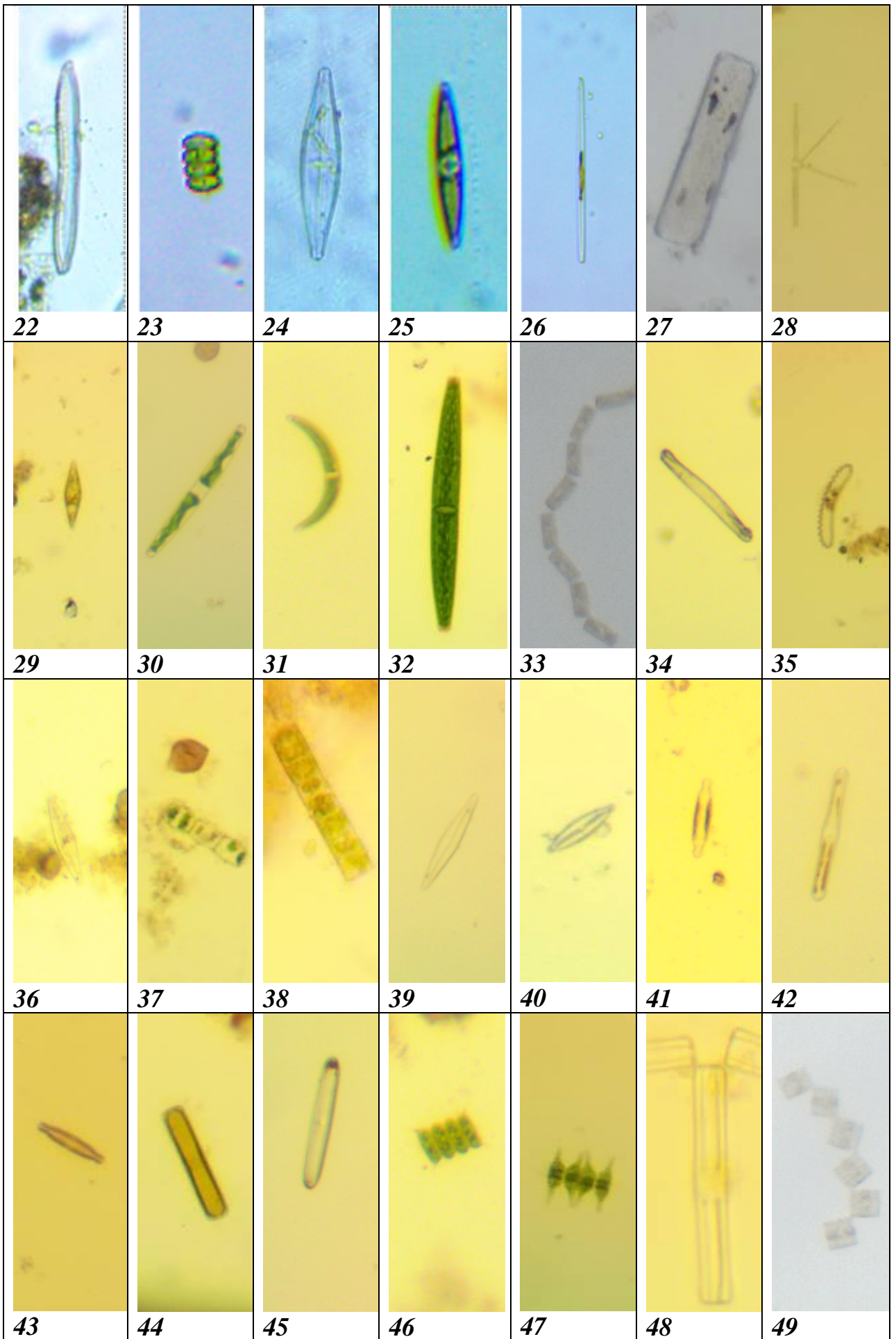
#### 4. Результаты исследования

##### 4.1 Видовой состав диатомовых водорослей озер пригорода г. Стрежевого

Определили видовой состав диатомовых водорослей, по результатам определения составили атлас, представленный ниже.

##### *Атлас диатомовых водорослей озер пригорода г. Стрежевого*





Мелкие озера			
1.	<i>Achnanthes linearis</i>	2.	<i>Amphora ovalis var. constricta</i>
3.	<i>Calonies bacillum</i>	4.	<i>Diatoma anceps</i>
5.	<i>Diatoma vulgare</i>	6.	<i>Epithemia zebra</i>
7.	<i>Eunotia tenella</i>	8.	<i>Fragilaria capucino</i>
9.	<i>Frustullia rhomboides</i>	10.	<i>Frustullia vulgaris</i>
11.	<i>Navicula cuspidata</i>	12.	<i>Navicula dicephala</i>
13.	<i>Navicula menisculus</i>	14.	<i>Navicula oblonga</i>
15.	<i>Neidium productum</i>	16.	<i>Nitzschia apiculata</i>
17.	<i>Nitzschia subtilis</i>	18.	<i>Pinnularia brevicostata</i>
19.	<i>Pinnularia grunowii</i>	20.	<i>Pinnularia spacies</i>
21.	<i>Pinnularia viridis</i>	22.	<i>Pleurotaenium trabeculla</i>
23.	<i>Scenedesmus brasiliensis</i>	24.	<i>Stauroines anceps var. sibirica</i>
25.	<i>Ctenophore hulchella</i>	26.	<i>Sunendra ulna</i>
Крупные озера			
27.	<i>Amphora species</i>	28.	<i>Asterionella formosa</i>
29.	<i>Brachysira wygachii</i>	30.	<i>Closterium diana</i>
31.	<i>Closterium venus</i>	32.	<i>Closterium lunula</i>
33.	<i>Diatoma vulgare</i>	34.	<i>Eunotia fallax</i>
35.	<i>Eunotia robusta</i>	36.	<i>Frustulia rhomboides</i>
37.	<i>Melosira Binderana</i>	38.	<i>Melosira varians</i>
39.	<i>Navicula cryptocephala</i>	40.	<i>Navicula protracta</i>
41.	<i>Pinnularia biceps var. biceps</i>	42.	<i>Pinnularia gibba</i>
43.	<i>Pinnularia interrupta f. minor</i>	44.	<i>Pinnularia spacies</i>
45.	<i>Pinnularia viridis</i>	46.	<i>Scenedesmus communis</i>
47.	<i>Strauraestrum gracile</i>	48.	<i>Tabellaria fenestrata var. asterionellodies</i>
49.	<i>Tabellaria fenestrata var. intermedia</i>		

Рис. 8 Атлас диатомовых водорослей озер пригорода г. Стрежевого

Альгофлора, как любая другая флора, отличается определенным набором видов и соотношением между ними – признаками, которые характеризуют разнообразие. Традиционными показателями разнообразия растительных организмов, в том числе водорослей, являются флористическое богатство, выраженное в количестве таксонов разного ранга, систематическое разнообразие, определяемое их соотношением, а также таксономическая структура.

В исследованных озерах окрестностей г. Стрежевого зарегистрировано 49 видов диатомовых водорослей, выявлен преобладающий род – Пиннулярия *Pinnularia*.

#### 4.2 Оценка обилия диатомовых водорослей и определение органического загрязнения изучаемых водоемов

Таблица 2. Оценка обилия диатомовых водорослей и определение органического загрязнения изучаемых водоемов

Наименование	Участки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b><i>α</i>-сапробные</b>								
<i>Navicula cryptocephala</i>						2	2	2
<i>Nitzschia apiculata</i>			1					
<i>Stauroneis anceps</i>	2	2						
<b><i>α-β</i>-сапробные</b>								
-								
<b><i>β</i>-сапробные</b>								
<i>Bacillaria paradoxa</i>	1	1		1				
<i>Diatoma vulgare</i>	1					3		2
<i>Melosira varians</i>								1
<i>Pinnularia viridis</i>	4		1	2	1	1	1	
<i>Sunetra ulna</i>		1						
<b><i>β-α</i>-сапробные</b>								
<i>Navicula cuspidata</i>	1		1					
<i>Navicula menisculus</i>			1					
<b><i>σ</i>-сапробные</b>								
<i>Closterium diana</i>							1	
<i>Closterium lunula</i>							1	
<i>Eunotia robusta</i>						2		1
<i>Frustulia vulgaris</i>	2							
<i>Melosira Binderana</i>							2	
<i>Pinnularia subcapitata</i>			1					
<i>Tabellaria fenestrata var. intermedia</i>								2
<b><i>σ-β</i>-сапробные</b>								
<i>Navicula dicephala</i>			1					
<i>Navicula oblonga</i>	1	2		1				
<i>Nitzschia linearis</i>								
<i>Anphora ovalis</i>	2							
<i>Asterionella formosa</i>							1	
<i>Cumbella affinis</i>				1				
<i>Closterium venus</i>							1	
<i>Epithemia zebra</i>				1				
<i>Fragilaria capucina</i>				1				
<i>Strauraestrum gracile</i>								
<b><i>χ</i>-сапробные</b>								
<i>Fragilaria virescens</i>			1	1				
<i>Pinnularia gibba</i>							1	
<b><i>σ-χ</i>-сапробные</b>								
<i>Achnanthes linearis</i>			1					
<i>Diatoma anceps</i>	6	2	1	1	1			
<i>Frustulia rhomboides</i>	1	2		1		2	2	2
<b><i>χ-σ</i>-сапробные</b>								
<i>Caloneis bacillum</i>	3		2		2			

Несмотря на наличие видов диатомовых водорослей индикаторов органического загрязнения, практически на всех озерах зарегистрированы диатомеи, относящиеся к ксено и олигосапробам, что говорит о хорошей способности озер к самоочищению.

### 4.3 Определение коэффициента сходства

Коэффициент сходства Чекановского - Сьеренсена, использованный для сравнения состава диатомовых водорослей различных биотопов или озер, рассчитывали по формуле (Мэгарран, 1992):

$$K_{чс} = 2C/A + B,$$

где А и В – число видов в каждом из сравниваемых водоемов,

С – число общих для них видов.

Коэффициент сходства выражен в долях единицы, полное сходство равно единице.

Коэффициент сходства для участков:

Малые озёра

1 и 2 – 0,6	1 и 4 – 0,5	2 и 3 – 0,1	2 и 5 – 0,2	3 и 5 – 0,3
1 и 3 – 0,4	1 и 5 – 0,4	2 и 4 – 0,5	3 и 4 – 0,5	4 и 5 – 0,3

Крупные озёра

6 и 7 – 0,2	6 и 8 – 0,2	7 и 8 – 0,5
-------------	-------------	-------------

Как видно из полученных результатов видовой состав диатомовых водорослей в озерах всех групп имеет не высокое сходство.

## Вывод

Полученные данные показывают видовое разнообразие диатомовых водорослей в озерных экосистемах на территории пригорода г. Стрежевого, всего нами было определено 49 видов (23 рода), по результатам работ оформили атлас.

Таксономическое богатство диатомовых в исследованных озерах формируется в основном представителями родов *Navicula* и *Pinnularia*.

Наибольшей степенью обилия обладают *Diatoma vulgare* на участке № 6 и *Diatoma anceps* на участке № 1.

По уровню органического загрязнения водоемы относятся к слабозагрязненным, исследуя состав диатомовых водорослей мы не обнаружили полисапробов, что совпадает с внешней оценкой водоемов, остальные группы индикаторов присутствуют, что сигнализирует о небольшом органическом загрязнении.

Несмотря на небольшие расстояния между озерами довольно низкий показатель коэффициента сходства видового состава диатомовых водорослей (самый высокий показатель сходства 0,6 - у близкорасположенных малых водоемов). Вероятно, видовой состав больше зависит от площади и глубины и температуры прогревания озера (в самом небольшом и мелком озере, более низкий видовой состав – 3 вида), а также состава растительности, особенностей водообмена.

Мы планируем продолжение работы по изучению видового состава обилия и индикаторных свойств диатомовых водорослей севера Томской области.

## Литература

1. Ананичев К. В. Проблемы окружающей среды, энергии и природных ресурсов: Международный аспект. - М.: Прогресс, 1974. - 168 с.
2. Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio. 2006. 498 с.
3. Воронихин И. Н., Шляпина Е. В. Водоросли. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. - С. 357-477. - (Жизнь пресных вод; Т. 2).
4. Голлербах М. М. Водоросли, их строение, жизнь и значение. - М.: Изд-во Моск. о-ва испыт. природы, 1951. - 172 с. - (Среди природы; Вып. 34).
5. Голлербах М. М., Полянский В. И. Пресноводные водоросли и их изучение. - М.: Сов. наука, 1951. - 200 с. - (Определитель пресноводных водорослей; Вып. 1. Общая часть).
6. Диатомовые водоросли СССР. - Т. 1, 2. - Л.: Наука, 1974, 1988.
7. Кондратьев К. Я., Поздняков Д. В. Качество природных вод и определяющие его компоненты. - Л.: Наука, 1984. - 54 с.
8. Кульский Л. А., Сиренко Л. А., Шкавро З. Н. Фитопланктон и вода / Отв. ред. К. А. Шевченко. - Киев: Наук. думка, 1986. - 136 с.
9. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. - М.: Мир, 1992. - 184 с.
10. Определитель пресноводных водорослей СССР. - Л.: Наука, 1951-1986. - Вып. 1-8, 10, 11, 13, 14.
11. Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. - М.: Наука, 1980. - С. 7-11.

## Ресурсы Internet

18.<https://www.researchgate.net/publication/>

19.<https://studfile.net/>