

МОУДО «ЦДОД» СП «ДЭБЦ»

**«Состав активного ила очистных сооружений г. Стрежевой»**

Работа выполнена:  
Гаджиевой Айгуль  
ученицей 8 кл, МОУ «СОШ № 4»

г. Стрежевой  
2025г.

## Оглавление

### Введение

1. Обзор литературы.....	5
2. Методика.....	9
3. Результаты исследования.....	11
Вывод.....	17
Литература.....	18

## Введение

Очистка сточных вод является важнейшим направлением экологической безопасности территории, обеспечивающим сохранение качества природных вод и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. В современных условиях увеличения объёмов бытовых и промышленных стоков особое значение приобретают процессы биологической очистки, основанные на работе активного ила — сложного сообщества микроорганизмов, включающего бактерий, водорослей, простейших и беспозвоночных. Эти организмы формируют устойчивые биоценозы, способные эффективно перерабатывать органические и неорганические загрязнители.

Активный ил является ключевым биокатализатором очистных сооружений, а его видовой состав и активность служат индикатором качества водоподготовки. Изучение структуры этих микробиоценозов особенно актуально для северных городов, включая г. Стрежевой, где климатические условия могут существенно влиять на биологические процессы в очистных системах. При этом вопросы сезонной динамики, продуктивности и устойчивости активного ила требуют более глубокого исследования.

В рамках работы проводится анализ таксономического разнообразия активного ила очистных сооружений г. Стрежевой, оценка его продуктивности и сопоставление данных с литературными источниками. Результаты исследования позволяют уточнить представления о состоянии биологической очистки в регионе и определить перспективы дальнейшего мониторинга.

**Объект исследования:** видовой и количественный состав активного ила

**Предмет исследования:** состояние активного ила водоочистных сооружений г. Стрежевой.

**Актуальность:** Проблемы очистки воды являются одними из важнейших экологических задач.

**Гипотеза:** Мы предполагаем не высокую продуктивность активного ила в зимний период.

**Цель:** Изучить состав активного ила очистных сооружений г. Стрежевой.

**Задачи:**

1. Отобрать пробы активного ила.
2. Изучить таксономический состав активного ила.
3. Оформить атлас по видовому составу активного ила.
4. Оценить активность процессов по видовому и количественному составу активного ила

**Методы исследования, использованные в работе:**

- ✓ метод анализа – изучение качественного и количественного состава активного ила
- ✓ метод классификации – определение таксономического состава активного ила;
- ✓ метод измерения – оценка обилия простейших активного ила;
- ✓ метод контент-анализа – анализ литературы в рамках проекта и др.

## 1. Обзор литературы

Активный ил является центральным звеном биологической очистки сточных вод и представляет собой сложную самоорганизующуюся многокомпонентную систему, в которой бактерии, простейшие, микроскопические водоросли и мелкие многоклеточные организмы совместно формируют устойчивый биоценоз. Его структура, таксономическое разнообразие и функциональная активность напрямую определяют эффективность очистных сооружений, поскольку именно эти сообщества обеспечивают разрушение органических веществ, окисление соединений азота и серы, минерализацию органики и стабилизацию загрязнений.

### *Структура и роль биоценоза активного ила*

Согласно классическим исследованиям М.М. Голлербаха, В.И. Полянского и И.Н. Воронихина, микробные сообщества пресных вод отличаются высокой чувствительностью к изменениям химического состава среды, что позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов качества водных объектов. В активном иле эта особенность проявляется особенно ярко: изменение концентрации растворённого кислорода, температуры, содержания биогенных элементов или поступления токсичных веществ немедленно отражается на видовом составе микроорганизмов и их активности. [12]

Бактерии составляют основу биомассы активного ила. Именно они разрушают большую часть органических загрязнений, осуществляя процессы аммонификации, нитрификации, денитрификации, окисления сернистых соединений и др. Однако эффективность этих процессов поддерживается за счёт взаимодействия с простейшими — инфузориями, амёбами, жгутиковыми. Исследования Кульского, Сиренко и Шкавро подчёркивают, что инфузории (*Vorticella*, *Colpoda*, *Euplotes*) регулируют численность бактерий, потребляют излишки органики и предотвращают коллапс системы вследствие бактериальных вспышек.

Таким образом, активный ил функционирует как саморегулирующийся биологический фильтр. Его продуктивность зависит от устойчивости биоценоза, наличия индикаторных видов и сбалансированной численности всех групп организмов.

#### *Водоросли как индикаторы состояния активного ила*

Работы Бариновой, Медведевой и Анисимовой демонстрируют важность микроводорослей как индикаторов экологического состояния водных экосистем. Диатомовые водоросли (*Navicula*, *Achnanthes*, *Tabellaria*, *Amphora*), обнаруженные в активном иле очистных сооружений, устойчиво встречаются в условиях умеренной загрязнённости и свидетельствуют о стабильных параметрах среды.

Появление определённых диатомей (например, *Rhoicosphenia*, *Gomphonema*) связано с повышенным содержанием органики и биогенных элементов, тогда как эвгленовые водоросли (*Euglena*) могут свидетельствовать о более высоком уровне загрязнения или недостатке кислорода.

Таким образом, наличие разнообразных диатомовых и жгутиковых водорослей в пробах активного ила говорит не только о его продуктивности, но и об устойчивом кислородном режиме, важном для полноценной работы аэротенков. [16]

#### *Значение простейших и коловраток*

В мировой практике простейшие используются как один из самых надёжных биоиндикаторов эффективности биологической очистки. Так, Madoni (2014) предложил классификацию активного ила по преобладающим видам инфузорий, позволяющую оперативно судить о нарушениях в работе очистных сооружений.

Для хорошо функционирующего биоценоза характерно присутствие:

- *Vorticella*, *Carchesium* — указывают на успешное осветление сточной воды;
- *Euplotes*, *Stylonychia* — свидетельствуют о стабильном кислородном режиме;

- *Colpoda* — часто встречается в начальные моменты запуска системы или при резком изменении состава стоков;
- коловратки (*Brachionus*, *Notommata*) — появляются при высокой биомассе бактерий, отражая продуктивность системы.

То, что в активном иле г. Стрежевой зарегистрировано более 20 видов простейших, говорит о зрелом, хорошо развитом биоценозе, который способен поддерживать устойчивую работу даже при изменяющихся климатических условиях. [14]

#### *Бактериальная составляющая активного ила*

По данным Bitton (2011) и Jenkins (2004), бактерии обеспечивают ключевые процессы, определяющие эффективность очистки сточных вод:

- разложение органики в аэробных условиях,
- окисление аммония до нитритов и нитратов,
- участие в денитрификации,
- переработку фосфорсодержащих соединений,
- формирование хлопьев активного ила.

Наличие сероокисляющих бактерий рода *Thiothrix*, обнаруженных в пробах, может указывать на присутствие в стоках серосодержащих соединений. Оптимальное количество таких бактерий допустимо, но их чрезмерное развитие способно вызвать вспухание ила — типичную проблему аэротенков. Фиксация *Thiothrix* в нормируемых количествах свидетельствует о контролируемом химическом составе поступающих стоков.

#### *Мировой и российский опыт исследования активного ила*

Во многих странах Европы (Германия, Дания, Нидерланды) активный ил используется в сочетании с технологией продлённой аэрации, что позволяет максимально снизить содержание органики в очищенной воде и эффективно перерабатывать сезонные выбросы загрязнений.

В Канаде и северных регионах США проводятся исследования влияния низких температур на микробные процессы. Показано, что при поддержании

достаточной аэрации активный ил сохраняет высокую активность даже при температуре воды +4...+6 °С.

В России вопросы изучения активного ила традиционно развивались в рамках гидробиологии и санитарной микробиологии (Голлербах, Кондратьев и Поздняков). Современные исследования (Минаева, 2020; Соловьёв, 2019) уделяют особое внимание мониторингу биоценозов в условиях крайнего Севера и Сибири. Показано, что разнообразие простейших и бактерий может оставаться высоким круглый год благодаря адаптации местных микробиоценозов к колебаниям температуры и изменению состава стоков. [16]

Особенно важно, что для северных систем характерно сохранение стабильного биоценоза при длительных низких температурах наружного воздуха — это частично объясняет, почему гипотеза о снижении продуктивности ила зимой часто не подтверждается на практике.

#### *Научное значение исследования активного ила г. Стрежевой*

Сопоставление литературных данных с результатами проведённого исследования показывает:

- зарегистрированное видовое разнообразие (21 вид простейших) превышает типичные показатели, описанные в работах зарубежных и российских авторов (10–15 видов);
  - присутствуют ключевые индикаторные виды, характерные для высокопродуктивного активного ила;
  - биоценоз обладает устойчивой структурой, что свидетельствует о нормальной работе очистных сооружений;
- активность бактерий, не фиксируемая камерой, но отмечаемая через микроскопию, указывает на интенсивное протекание биохимических процессов. [12]

Таким образом, исследуемая система соответствует признакам благополучного, эффективно функционирующего биоценоза. Это подчеркивает важность проведения регулярного мониторинга и изучения сезонной динамики микробного сообщества в условиях северного климата.

## 2. Методика

Пробу активного ила хранили в прохладном месте, в стеклянной банке с аэрацией.

Видовой состав активного ила определяли методом прямого микрофотографирования на оптическом микроскопе Levenhuk Rainbow 2L PLUS, на объективах с увеличением 64, 160 крат, для фотофиксации использовали цифровую камеру (см Рис. 1-3)



Рис.1 Микрофотографирование и съёмка активного ила



Рис.2 Цифровая камера Levenhuk

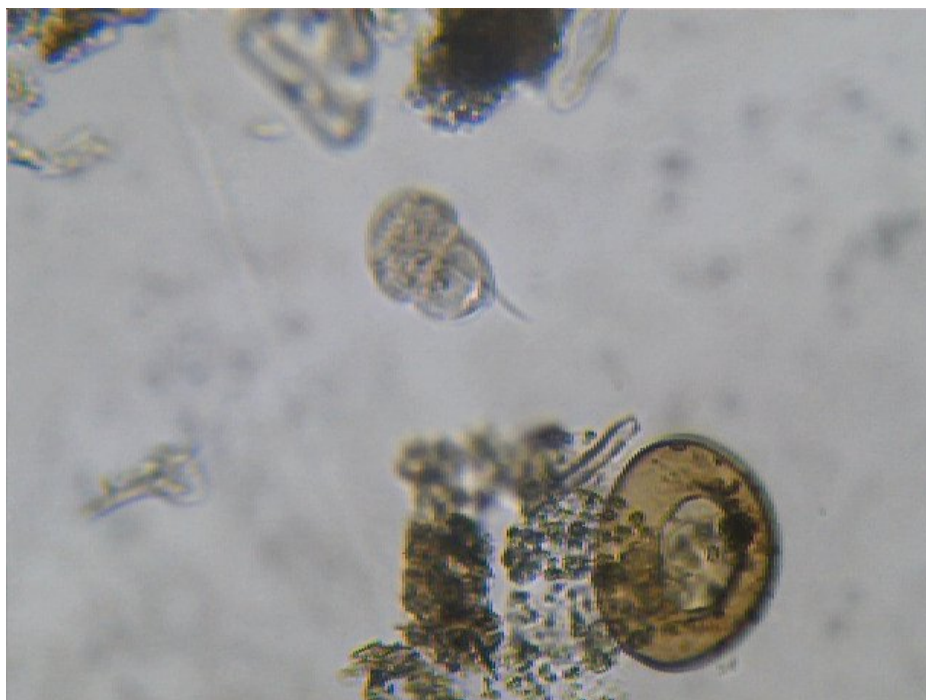


Рис. 3 Фото активный ил

Продуктивность активного ила оценивали по встречаемости таксонов и видовому разнообразию.

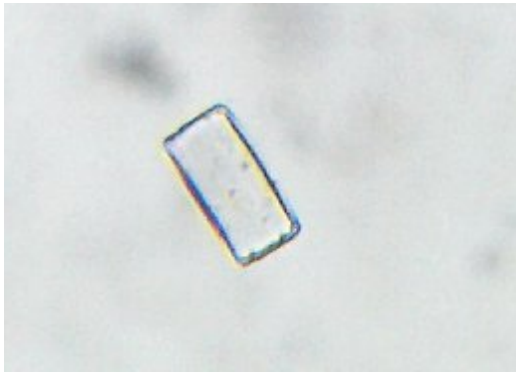
### 3 Результаты исследования

#### 3.1 Оценка таксономического состава активного ила

Результаты микроскопирования и определения видовой принадлежности оформили в виде Атласа, представленного ниже.

#### Атлас активного ила водоочистных сооружений г. Стрежевой

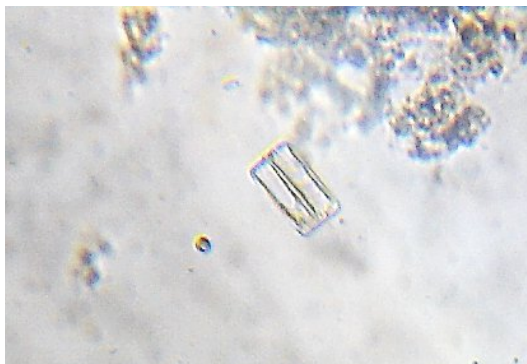
##### Водоросли



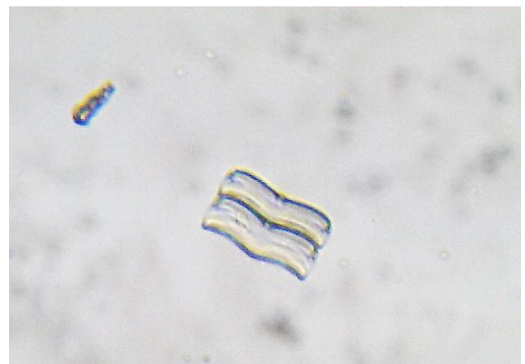
Гомфонема *Rhoicosphenia*



Навикула *Navicula*



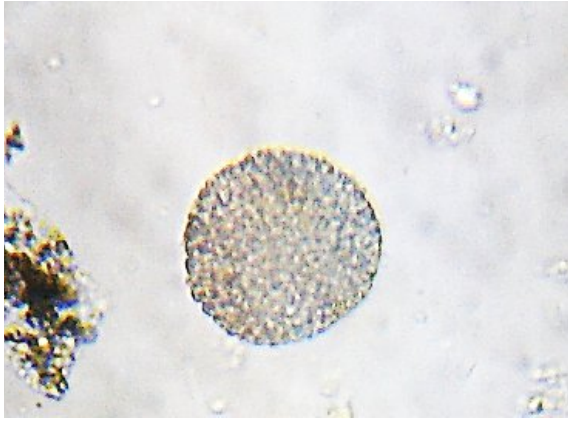
*Achnanthes*



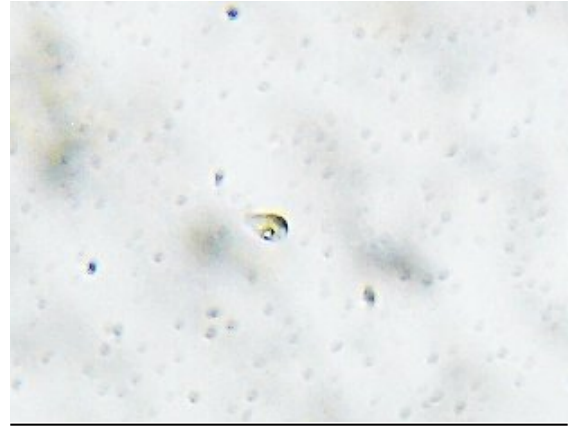
Табелярия *Tabellaria*



Амфора *Amphora*

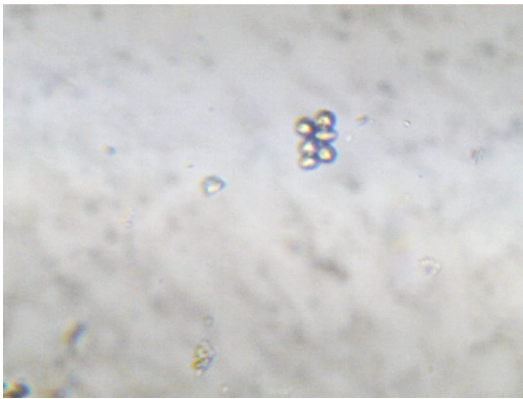


Педиаструм *Pediastrum*



Эвглена *Euglena*

### Бактерии

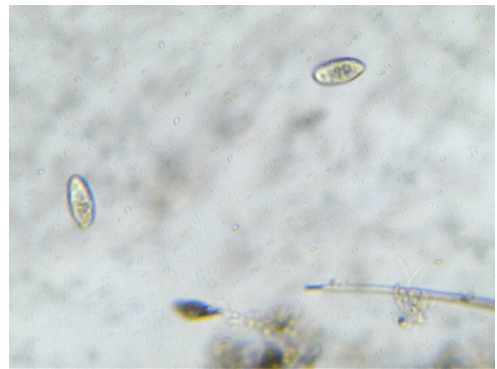
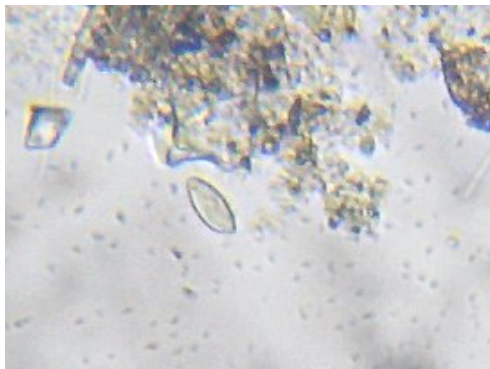


Цианобактерия *Synechocystis*

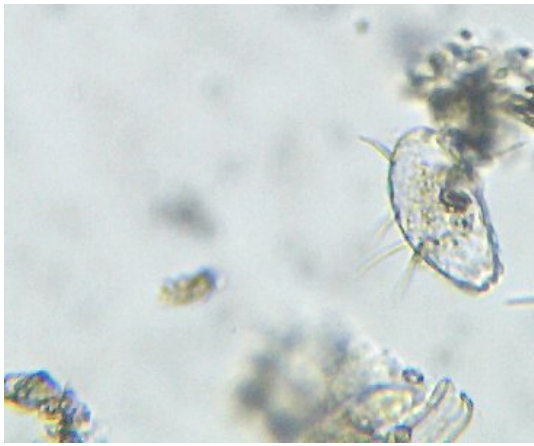


Сероокисляющие бактерии *Thiothrix*

### Инфузории



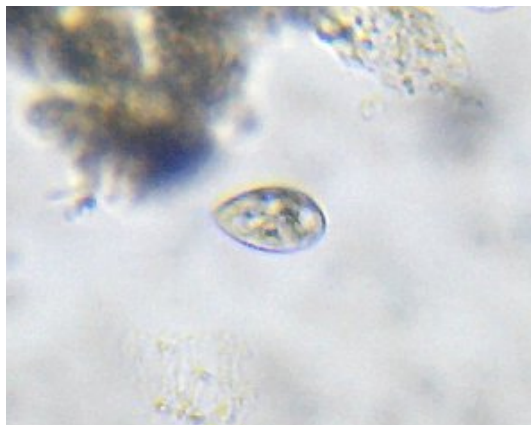
Колпода *Colpoda*



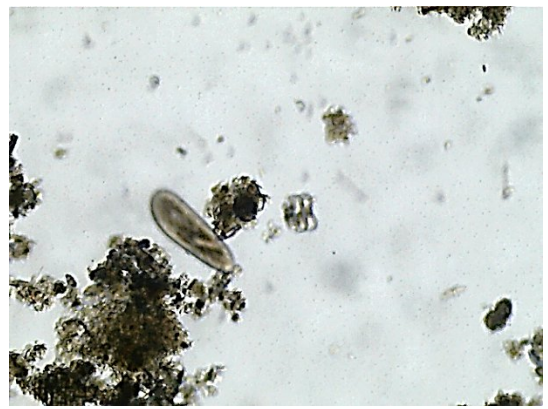
Стилонихия *Stylonychia*



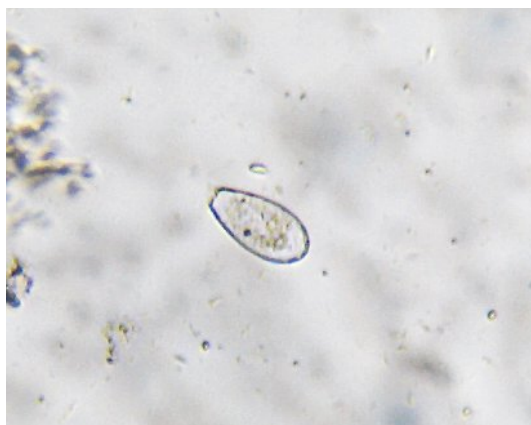
Эуплотес *Euplotes*



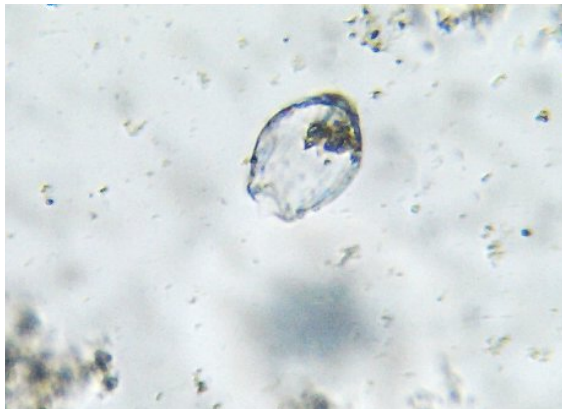
*Cyclidium*



Парамеции *Paramecium*

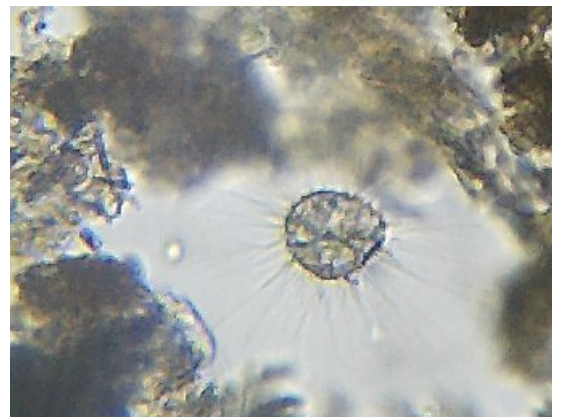
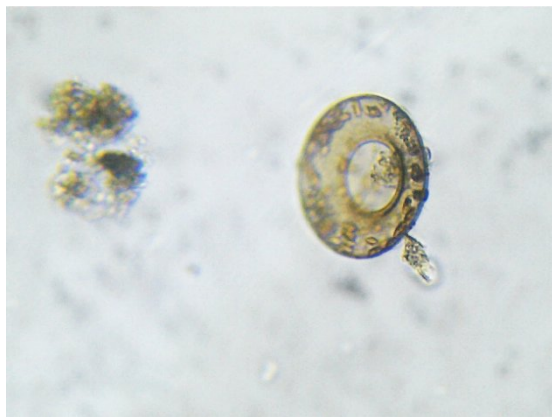


Круглореснитчатая инфузория *Rotatoria*



Брахион *Brachionus*

**Простейшие**

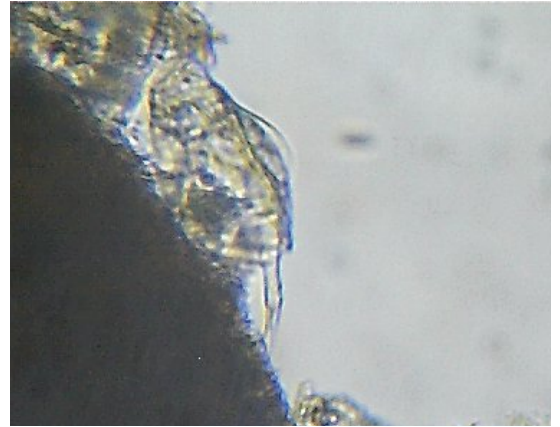
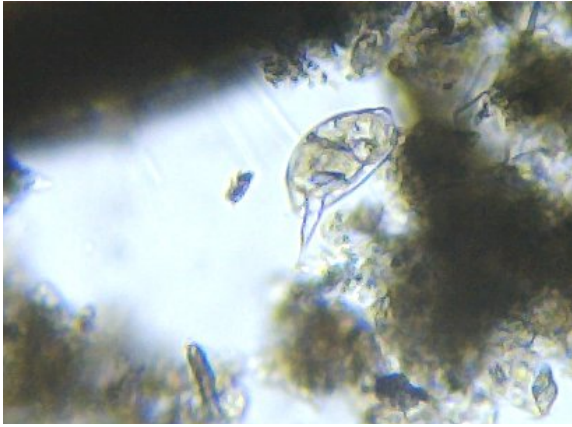


Раковинная амёба *Testacea*

Солнечник *Actinophry*

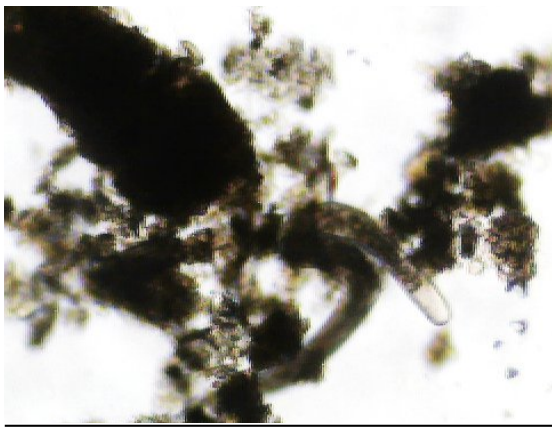


Сувойка *Vorticella*

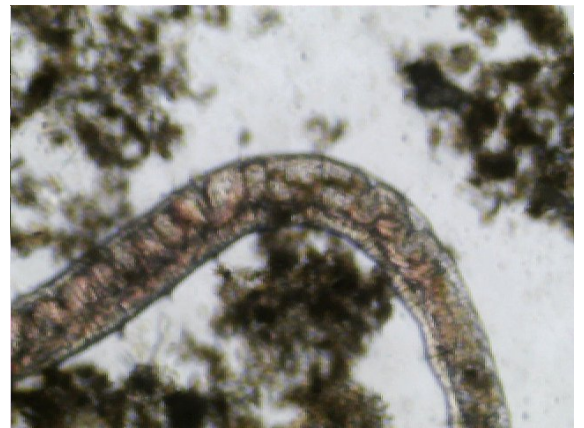
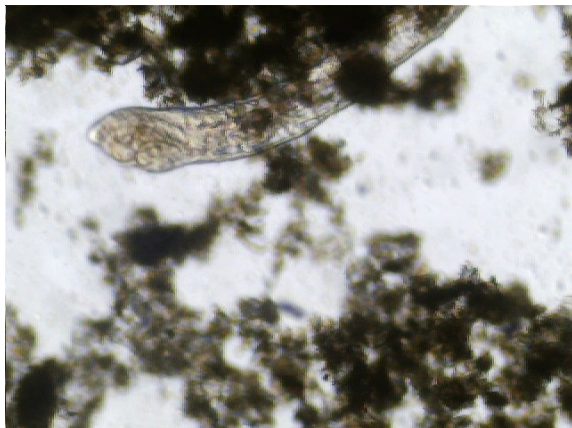


Коловратка *Notommata*

**Черви**

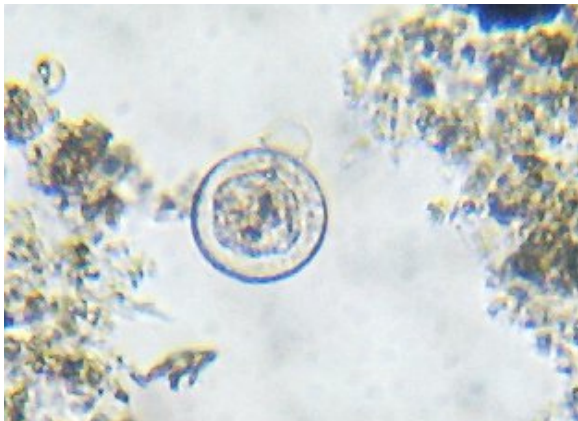


Нематода *Nematoda*





Малощетинковый червь *Oligochaeta*



Цисты

По литературным источникам в продуктивном активном иле преобладают бактерии и видовое разнообразие простейших организмов составляет 10-15 видов, которые встречаются повсеместно. Мы зарегистрировали 21 вид простейших организмов, среди которых постоянно встречаются в пробах все виды инфузорий, коловратки, сувойки и раковинные амёбы.

## **Вывод**

Мы отобрали и определили таксономический состав активного ила, на основании полученных данных составили иллюстрированный атлас, представленный в работе.

Оценили продуктивность работы активного ила по качественному и количественному составу.

По общим показателям активный ил водоочистных сооружений г. Стрежевого относится к высокопродуктивному, т.к. наблюдается хорошая биологическая активность и видовое разнообразие простейших организмов.

Следует отметить, что в атласе представлены крупнейшие из бактерий, более мелкие виды не фиксируются камерой, но при микроскопии отмечали высокую активность бактерий.

Выдвинутая нами гипотеза о не высокой продуктивности активного ила в зимний период не подтвердилась.

Планируем продолжить данную работу.

## Литература

1. Ананичев К. В. Проблемы окружающей среды, энергии и природных ресурсов: Международный аспект. М.: Прогресс, 1974.
2. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей–индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio, 2006.
3. Воронихин И.Н., Шляпина Е.В. Водоросли. Жизнь пресных вод. Т. 2. М.; Л.: АН СССР, 1949.
4. Голлербах М.М. Водоросли, их строение, жизнь и значение. М.: МОИП, 1951.
5. Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение. М.: Сов. наука, 1951.
6. Интернет-ресурс: <https://ecodelo.org>
7. Кондратьев К.Я., Поздняков Д.В. Качество природных вод и определяющие его компоненты. Л.: Наука, 1984.
8. Кульский Л.А., Сиренко Л.А., Шкавро З.Н. Фитопланктон и вода. Киев: Наукова Думка, 1986.
11. Литвинова Е. Микроскопирование активного ила: методические рекомендации. Казань: КФУ, 2017.
12. Лурье П.М. Очистка сточных вод биологическими методами. М.: Стройиздат, 2000.
13. Минаева Т.Ю. Микробиология сточных вод и активного ила. СПб.: Лань, 2020.
9. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992.
10. Определитель пресноводных водорослей СССР. Л.: Наука, 1951–1986.
14. Рубан И.Н. Состояние очистных сооружений в северных регионах: особенности и проблемы эксплуатации. Архангельск, 2021.

15. Соловьёв А.В. Экологические показатели очищенных сточных вод и методы контроля. М.: РХТУ, 2019.

16. Яковлева М.В. Современные методы биологической очистки сточных вод. Новосибирск: СО РАН, 2018.