

Муниципальное учреждение дополнительного образования  
Центр туризма, экологии и краеведения г. Георгиевска Ставропольского  
края  
Объединение: «Экология Ставропольского края»

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей  
среды имени Б.В. Всесвятского**

**Номинация: Зоология и экология беспозвоночных животных**

**Сравнительная характеристика экологического состояния городского  
озера г. Георгиевска и озера ст. Урухской по показателям состояния  
бентоса**

**Автор:** Ковалев Илья Игоревич, 11 класс  
МБОУ СОШ №29, обучающийся МУ ДО  
ЦТЭК г. Георгиевска

**Руководитель:** Танчина Наталья Юрьевна  
педагог дополнительного образования  
МУ ДО ЦТЭК г. Георгиевска

г. Георгиевск, 2024 год

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	3
<b>1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>	4
1.1 Характеристика бентосной фауны водоемов.	4
1.2 Сведения об исследуемых озерах	5
<b>2. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	7
2.1 Физико-географическая характеристика района исследования	7
2.2 Место и сроки проведения исследований	7
2.3 Методы исследований	7
<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ</b>	10
<b>4. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>	14
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	16
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	

## ВВЕДЕНИЕ

Только на нашей планете есть уникальное вещество – вода. Она является источником жизни для всего живого на Земле - как растительного, так и животного мира, и человека. Вода составляет 75 % массы животных и 89 — 90 % массы растений, а человек, согласно данным физиологов, состоит на 80 % из воды. Жизнь на планете возможна только при наличии воды. Именно поэтому загрязнение воды создаёт высокую угрозу как для здоровья людей, так и для остальных организмов. Следовательно, вопросы о качестве воды и о сохранении её чистоты являются наиболее актуальными проблемами современности. [1]

Гидробиологический контроль качества воды – важнейшая составная часть экологического мониторинга поверхностных вод. Гидробиологический метод, т.е. оценка качества воды по растительному и животному населению водоемов, позволяет обнаружить последствия загрязнения, так как исходит из состояния сообществ гидробионтов, существующих при определенном качестве воды. [2]

Так как вопрос экологического состояния водных объектов в Ставропольском крае стоит очень остро, я решил провести сравнительные гидробиологические исследования двух озер Георгиевского муниципального округа: городского озера г. Георгиевска и озера в станице Урухской.

Цель: провести сравнение экологического состояния озёр на основании показателей бентосной фауны.

Объектом исследования явилась бентосная фауна озёр.

Предмет исследования - количественные и качественные (видовой состав) показатели бентоса.

Для осуществления цели были поставлены следующие задачи:

- 1) провести гидробиологический мониторинг качества вод по макробеспозвоночным животным;
- 2) выявить соответствия показателей бентоса экологическому состоянию озёр;
- 3) провести сравнительную характеристику экологического состояния озёр.

При изучении литературы на интересующую меня тему, я выдвинул следующую гипотезу: показатели бентоса в пробах с городского озера будут указывать на значительное загрязнение водоема, а пробы, отобранные в озере сельской местности, наоборот, должны показать более лучшие показатели бентосной фауны. Предположительно в городской местности антропогенная нагрузка на поверхностные водоемы больше, чем в сельской местности.

Актуальность исследования: экологическое состояние водоема, который находится в непосредственной близости от населенного пункта, очень важно для определения хозяйственных и рекреационных возможностей использования человеком.

Практическая значимость моего проекта заключается в том, что по состоянию бентоса практически моментально можно судить о загрязнении

водоёма, не выполняя при этом сложные количественные и качественные исследования химических показателей водных проб.

При изменении абиотической среды обитания у гидробионтов всех экологических групп происходит нарушение сложного комплекса взаимоотношений их с внешней средой и между собой. Биоценозы начинают изменяться вследствие вымирания чувствительных организмов и замены их малочувствительными. Эти изменения возникают даже при достаточно слабых концентрациях токсикантов, выявить которые с помощью химико-бактериологических методов не всегда возможно. [2]

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Характеристика бентосной фауны водоемов

Бентос — по-гречески «глубина», это совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте дна водоёмов.

К бентосу относятся организмы, обитающие на дне и относящиеся к разным систематическим группам - членистоногие, моллюски, черви, мшанки и др. Эти организмы подразделяют на фитобентос и зообентос. К первому типу относятся прикрепленные к дну растения, а ко второму — донные организмы. По размеру бентос подразделяют на: макро- (более 3 мм), мезо- (от 0,5 до 3 мм) и микробентос (менее 0,5 мм).

Организмы бентоса активно участвуют в циклах питательных веществ в водных экосистемах. Они могут улавливать и удерживать питательные вещества, такие как азот и фосфор, что способствует очищению воды и поддержанию ее качества. Многие виды рыб, моллюсков и других морских организмов зависят от бентоса как от источника пищи. Организмы бентоса служат кормом для многих видов рыб, что делает их важными для поддержания баланса в пищевой цепи.

В исследованных образцах были обнаружены представители различных классов бентоса. Вот краткая характеристика некоторых из них:

#### 1) Битиния (*Vithynia*)

Битиния – небольшой моллюск класса брюхоногие с заостренной на вершине раковинной в виде башни. По признакам напоминает живородку, но в 2-3 раза меньше. Высота до 0,14 см, ширина не более 0,9 см.

Характерный признак — концентрическая крышечка, прикрывающая вход. Окраска оливковая, темно – серая, реже бесцветная, полосы отсутствуют.

#### 2) Бокоплав озерный (*Gammarus lacustris*)

Бокоплав является представителем класса ракообразных. Особенно важны они для рыб, так как составляют основу их рациона.

#### 3) Личинка комара-пискуна, или комара обыкновенного (*Culex pipiens*)

Личинки комара относятся к классу насекомых и являются кровососущими. Они играют важную роль в экосистеме. Она служит пищей для многих животных, таких как рыбы, птицы и другие насекомые. Кроме того, личинка комара является промежуточным хозяином для некоторых

паразитических организмов, включая личинки мотыльков, которые могут быть вредными для человека. [3]

#### 4) Плавунец окаймленный (*Dytiscus marginalis*)

Жук плавунец является небольшим насекомым, принадлежащим к семейству плавунцовых. Что касается питания, плавунец является всеядным животным. Его рацион включает различные растительные и животные организмы, такие как водоросли, личинки насекомых, мелкие рыбы и насекомые. Он использует свои передние ноги, которые превратились в лапки-весла, чтобы плавать и охотиться на свою добычу.

#### 5) Трубочник обыкновенный (*Tubifex tubifex*)

Тонкий нитевидный червь розоватого или красного цвета, на каждом сегменте тела по 4 щетинки. Просвечивающая кровь, богатая гемоглобином, окрашивает тело в красный цвет. Потребляя органику, трубочники способствуют очищению воды.

#### 6) Нематоды (*Nematoda*)

Нематоды – класс круглых червей, обитающий на дне водоемов. Они питаются разлагающимися остатками и бактериями.

#### 7) Перловица обыкновенная (*Unio pictorum*)

Обитает в озёрах и реках с медленным течением, на песчаном, не сильно заиленном грунте. Раковина обыкновенной перловицы яйцевидная, довольно выпуклая, светло-жёлтого, оливково-зеленого или коричневого цвета, блестящая.

#### 8) Раковинные амёбы (*Testacea*)

Обитают в пресных водоемах и являются важными участниками трофических цепей. Такие амёбы имеют приросшую раковину с отверстием для псевдоподий, которая обеспечивает укрытие от хищников и негативных условий окружающей среды.

#### 9) Гидра пресноводная (*Hydra vulgaris*)

Гидры обыкновенные – хищники, которые имеют от 4 до 12 щупалец, выступающих из района ткани около рта. Она прикрепляется к субстрату так называемой «подошвой». Чтобы передвинуться, иногда гидра изменяет положение тела, присоединяется щупальцами к другому месту субстрата, затем отсоединяет подошву и прикрепляет к ещё одному месту субстрата, а затем становится в своё обыкновенное положение. [3]

### 1.2 Сведения об озерах

Озера — это естественные водоемы, они образуются там, где в углублениях земной поверхности (озерных котловинах) в силу сложившихся природных условий накапливается вода — от атмосферных осадков, таяния снега и льда, грунтовые воды. Водохранилища и пруды создаются человеком, т.е. являются искусственными водоемами. При этом, в отличие от водохранилищ, которые встречаются далеко не повсеместно, пруды есть в любой местности. Пруды могут быть выкопаны специально, а могут возникать на месте карьеров, разработок торфа, горных выработок (последние могут быть достаточно большими и глубокими). [4]

Ниже представлена информация об исследуемых озерах.

Городское озеро – единственный водоем в Георгиевске, где официально разрешено купаться. Именно здесь в жаркие летние дни собирается особенно много людей. На городском озере для отдыха созданы все условия: есть детская площадка, тротуары, скамейки, освещение, урны и навесы. Благодаря этому, находиться на территории озера сейчас стало существенно комфортнее. Мусор вывозится ежедневно. Пробы воды и чистка дна также производятся регулярно. Озеро разделено автомагистралью на 2 части: одна часть предназначена для отдыха населения города и в осенне-зимний период не заполнена водой, вторая часть озера заполнена водой круглый год и подпитывается водами реки Подкумок. [5]

Озеро в станице Урухской расположено на юго-западной окраине станицы Урухской. Озеро подпитывается водами реки Золка, зимой практически не замерзает, поэтому последние несколько лет это озеро выбрали для зимовья около трехсот особей лебедей. С севера и северо-запада озеро плотно примыкает к станице Урухской, с юга и юго-востока озеро окружено территориями сельскохозяйственного назначения. Это может означать, что источником загрязнения озера будет активная хозяйственная деятельность человека, а также в озеро неминуемо будут попадать вещества, используемые для обработки сельскохозяйственных угодий.

Выделяют несколько источников загрязнения озер:

Во-первых, вода может загрязняться из-за попадания в нее ионов аммония, самым главным источником которых является мочевины. Вблизи изучаемых озер не находилось туалетов, или же они находились в непригодном для использования состоянии.

Во-вторых, источником загрязнения могут являться близлежащие промышленные предприятия. Например, вода в озере ст. Урухской отчетливо имела неприятных запах канализации.

В-третьих, источником загрязнения воды являются сами люди. Оставляя мусор у водным объектов, они загрязняют почву вокруг озера, который впоследствии переходит и в воду. [6]

## **2 МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Физико-географическая характеристика района исследования**

Климат Георгиевского муниципального округа умеренно-континентальный, определяется в большей степени влиянием периферии Азиатского барического максимума. Увлажнение в районе исследования неустойчивое, за год выпадает 450–550 мм осадков. По теплообеспеченности район недостаточно жаркий, сумма активных температур 3000–3200 °С. Среднегодовая температура 11,5 °С, максимальная температура 39,8 °С в июле, минимальная температура – минус 22 °С в феврале месяце. Зима умеренно мягкая, снежный покров образуется несколько раз за зиму и не задерживается долго, сход наблюдается в начале марта. Промерзание почвы наблюдается с конца ноября и до марта месяца, с максимальными глубинами 15–17 см при отсутствии снежного покрова.

Среднегодовая скорость ветра равна 3,4 м/с. Максимальная скорость ветра, вероятность превышения которой составляет 5 %, равна 15 м/с. На исследуемой территории преобладают восточные ветра. [7]

### **2.2 Место и сроки проведения исследований**

Изучая информацию о водоемах Георгиевского муниципального округа, я выбрал два озера для изучения: Георгиевское озеро (координаты 44.139503, 43.487833) (прил. А) и озеро в станице Урухской (координаты 44.143267, 43.661089) (прил. Б).

Первый объект расположен на въезде справа в город Георгиевск со стороны города Новопавловска. Границы определяются:

- с севера река Подкумок;
- с востока - автомобильная дорога Георгиевск-Новопавловск;
- с запада и юга – лесной массив.

Территории исследуемого ландшафта относится к рекреационной зоне.

Второй объект расположен в непосредственной близости к населенному пункту станицы Урухской. Границы определяются:

- с севера и северо-запада – частные дома;
- с юга и юго-востока – зеленые насаждения, сельскохозяйственные угодья.

Исследования проводились в летний и осенний период 2024 года, чтобы успеть собрать пробы бентоса до похолодания.

### **2.3 Методы исследований**

На каждом из объектов я определил 4 точки отбора проб, которые были расположены друг напротив друга. Именно на этих точках были отобраны образцы бентоса. (Прил. В)

Донное население водоемов изучается различными методами; сборы его производятся дночерпателями и другими орудиями, регистрирующими обловленную площадь.

Количественную пробу бентоса можно взять скребком, вырезая им определенную площадь дна. Однако более удобные приборы количественного учета донного населения - дночерпатели.

Пробы бентоса берутся на разных участках озера. Для водоемов небольших размеров ограничиваются 3-5 пробами, для крупных озер берут большее количество проб.

Грунт, извлеченный дночерпателем, переносят в емкости для проб. Каждая проба снабжается этикеткой, на которой указывают дату, номер или название пруда, скорость течения, глубину отбора проб, тип пробы и дату отбора.

Обработка пробы проводится в лаборатории. Качественный состав организмов определяют при просмотре их под лупой, используя различные определители [1]. Затем организмы отбирают по группам, просчитывают и взвешивают после подсушки на фильтровальной бумаге. Крупные организмы взвешиваются на технических весах, а мелкие - на торсионных. Суммируя результаты для всех групп организмов, получают количество организмов и их массу в пробе. Затем количество и биомассу организмов, захваченных дночерпателем, пересчитывают на 1 м<sup>2</sup> пруда. Для этого среднее количество организмов и их биомассу умножают на число, указывающее, во сколько раз 1 м<sup>2</sup> больше площади дночерпателя (прил.Г)

Наш скребок вмещал 40 см<sup>2</sup>. Значит, количество организмов нужно умножить на 2,5, чтобы узнать сколько организмов находится на 1 м<sup>2</sup>.

Таким образом, наша формула:

$$n_o(\text{шт./м}^2) = n_{o1}(\text{шт./40см}^2) * 2,5,$$

где  $n_o(\text{шт./м}^2)$  – количество организмов на 1 м<sup>2</sup>,

$n_{o1}(\text{шт./40см}^2)$  – количество найденных организмов в пробах с объемом 40 см<sup>2</sup>.

Расчет массы производился также, но еще количество организмов умножалось на массу одной особи:

$$m_o(\text{мг/м}^2) = n_{o1}(\text{шт./40см}^2) * m_o(\text{мг}) * 2,5,$$

где  $m_o(\text{мг})$  – масса одного организма.

Приведу пример расчета по представленной ранее формуле на примере с битиниями:

$$2(\text{шт./40см}^2) * 2,5 = 5(\text{шт./1м}^2),$$

$$2(\text{шт./40см}^2) * 30(\text{г}) * 2,5 = 150(\text{г/1м}^2)$$

В настоящее время в мировой и отечественной практике контроля за состоянием и качеством вод наиболее распространенным подходом в классификации уровней загрязнения является деление на шесть классов по результатам химических, бактериологических и гидробиологических исследований. Первый класс относится к очень чистым, холодным, как правило, родниковым водам. Шестой класс качества – к очень грязным, с полным отсутствием донных макробеспозвоночных. В связи с тем, что вероятность обнаружения этих классов по качеству воды очень мала, они не включены в шкалу классов качества вод (прил. Д).[2]

Для проведения работ по биомониторингу малых рек и озер разработаны упрощенные методы биоиндикации, учитывающие специфику данного типа водоемов и фаунистические особенности конкретного региона. В их основу положены принцип построения индикаторной системы, разработанный С.Г.Николаевым (прил. Д), и отечественный метод биоиндикации уровня загрязнения малых рек и озер, утвержденный Комитетом по водным ресурсам Министерства экологии и природных ресурсов. [2]

**Определение класса качества вод.** Каждый найденный организм, заносится в таблицу. По окончании внесения отметок в каждом классе вспомогательной таблицы подсчитывается их число и умножается на величину индивидуальной классовой значимости таксонов. В результате получаем суммарную значимость таксонов в каждом классе. Принадлежность обследованного водоема к определенному классу качества вод вычисляется по максимальной сумме значимости.

По шкале качества вод определяется класс исследованного водоема и делается вывод об его экологической полноценности и возможном практическом использовании. Чистые (1 и 2 классы качества) воды являются экологически полноценными, их возможное практическое использование – питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное, для орошения или техническое. Воды удовлетворительной чистоты (3 класс) также экологически полноценны: возможно их хозяйственно-питьевое использование с предварительной очисткой, рекреации, для рыболовства, орошения и нужд техники. Загрязненные (4 класс) воды экологически неблагоприятны: в них возможно ограниченное рыбоводство, а также в технике и для орошения. Грязные (5,6 классы) воды экологически неблагоприятны; возможно только их техническое использование.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

После отбора проб в течение 2-х часов были проведены исследования видового разнообразия бентосной фауны в лаборатории.

В таблице 1 представлены организмы, найденные в пробах с точек отбора в городском озере г. Георгиевска.

Таблица №1

Показатели бентоса городского озера г. Георгиевска

№ п/п	Виды бентосной фауны	Кол-во (шт./1м <sup>2</sup> )	Масса (г/1м <sup>2</sup> )	Класс качества воды	Экологический показатель загрязнения
1	Битинии	5	150	2	чистые
2	Бокоплав озерный	5	100	2	чистые
3	Личинки комара пискуна	10	400	4	загрязненные
4	Затворки (клапанные улитки)	3	300	2	чистые
5	Трубочник обыкновенный	5	75	4	загрязненные
6	Водяной ослик	10	200	3	удовлетворительная чистота
7	Перловица обыкновенная	3	750	2	чистые
8	Раковинные амебы	25	50	3	удовлетворительная чистота
9	Гидра пресноводная	8	80	2	чистые
Всего:		74	2055	ср. 2,6	удовлетворительная чистота

Видовое разнообразие бентосной фауны определено в количестве 9 видов, количество организмов в пересчете на 1 кв.м равно 74, общая масса организмов на 1 кв.м дна составила 2055 г.

Также на поверхности воды были обнаружены представители растения рода Ряска, это свидетельствует о чистоте данного водоема.

Для наглядности показатели классов качества воды городского озера в Георгиевске по наличию индикаторных таксонов представлены на рисунке 1.

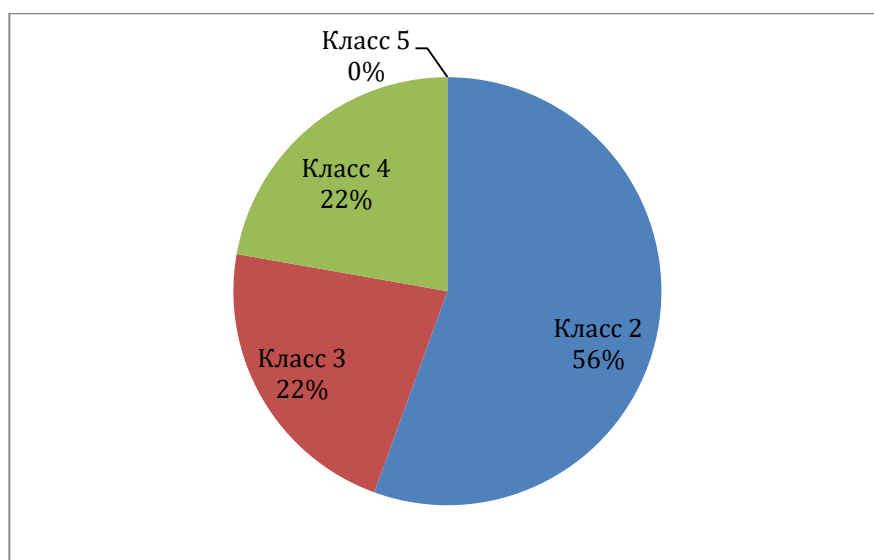


Рис. 1 – Показатели классов качества воды в озере Георгиевска

Согласно данным диаграммы 2 класс качества воды является наиболее значимым (56%), что определяет водоем как экологически полноценный, но 3 и 4 классы качества тоже занимают большую часть диаграммы (по 22%). Водоем можно отнести к экологически полноценному, но использование будет ограничено: возможно использование с предварительной очисткой, в целях рекреация, для рыболовства и орошения.

В таблице 2 представлены организмы, найденные в пробах с точек отбора в озере станицы Урухской.

Таблица №2

#### Показатели бентоса озера ст. Урухской

№ п/п	Виды бентосной фауны	Кол-во на 1м <sup>2</sup> (шт.)	Масса на 1м <sup>2</sup> (г)	Класс качества воды	Экологический показатель загрязнения
1	Битинии	8	240	2	чистые
2	Бокоплав озерный	3	60	2	чистые
3	Мотыль	24	70	4	загрязненные
4	Раковинные амебы	8	16	3	удовлетворительная чистота
5	Трубочник обыкновенный	7	105	4	загрязненные
6	Гидра пресноводная	10	100	2	чистые
7	Водяной ослик	4	70	4	загрязненные
Всего		64	661	ср. 3	удовлетворительная чистота

Видовое разнообразие бентосной фауны определено в количестве 7 видов, количество организмов в пересчете на 1 кв.м равно 64, общая масса организмов на 1 кв.м дна составила 661 г.

Визуально озеро очень сильно заросшее водорослями (роголистник и элодея), это может указывать на избыточное содержание соединений азота.

Для наглядности показатели классов качества воды озера в станице Урухской по наличию индикаторных таксонов представлены на рисунке 2.

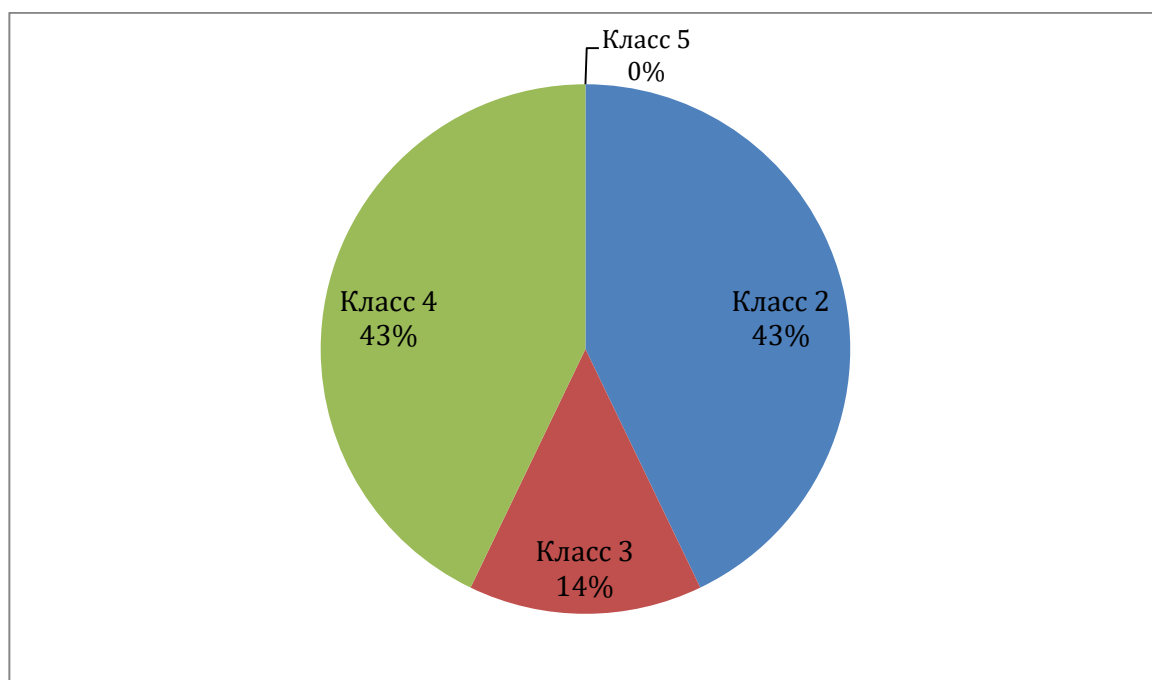


Рис. 2 – Показатели классов качества воды в озере ст. Урухской

Согласно данным диаграммы 2 и 4 классы качества воды одинаково значимы (занимают по 43%), индикаторные организмы 3 класса качества воды занимают 14 % от общего количества. Вычислив средний показатель качества воды, определяем водоем как экологически полноценный, но так как 4 класс качества занимает значимую часть диаграммы (43%) использование будет ограничено: возможно использование в целях рекреация, для рыболовства и орошения.

На рисунке 3 приведена сравнительная характеристика двух озер по количеству найденный видов бентосной фауны, их количеству и массе в пересчете на 1 кв.м дна озера.

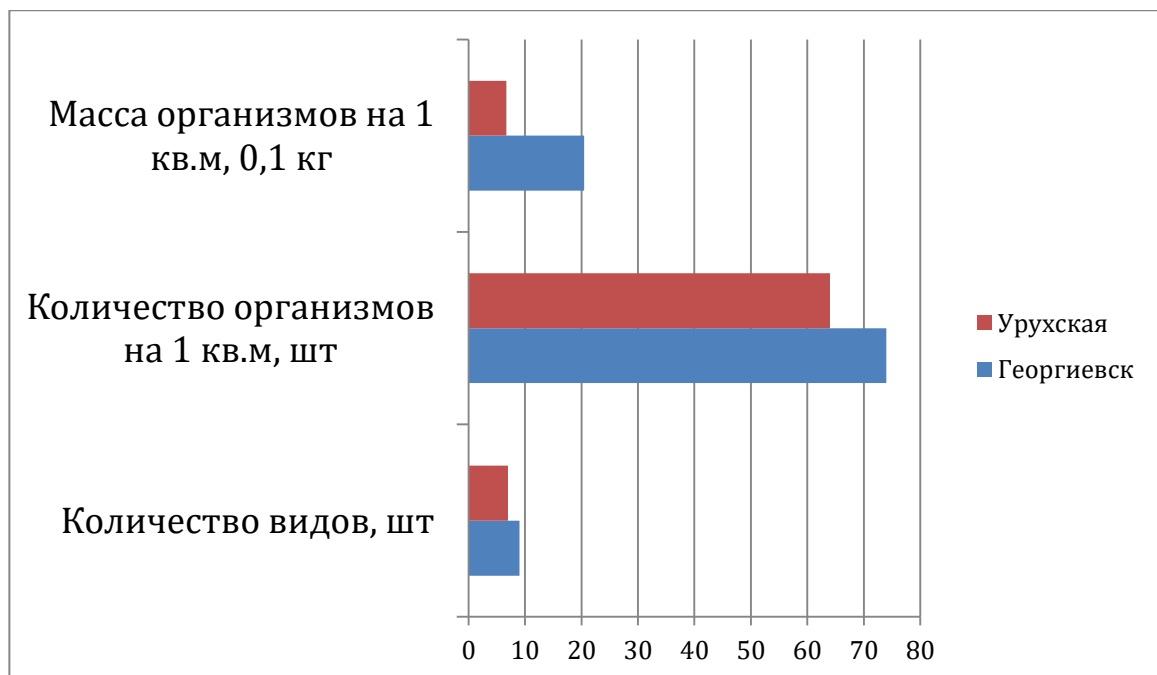


Рис. 3 – Сравнительная характеристика озёр

Из данных диаграммы видим, что видовое разнообразие, количество особей и их масса на 1 кв. м площади дна Георгиевского озера выше, чем в станице Урухской. Согласно информации из литературных источников, можно сделать вывод, что городское озеро более подходит для жизни донных обитателей, следовательно, и более чистое.

Таким образом, гипотеза не подтвердилась. По таким показателям, как видовое разнообразие, количество и масса организмов на 1 кв.м дна, класс качества водоема озеро станицы Урухской незначительно, но уступает по общему экологическому благополучию. Можно предположить, что на озеро в сельской местности влияют в большей степени такие антропогенные факторы среды как стоки с полей удобрений и препаратов для обработки сельскохозяйственных насаждений (инсектициды, гербициды и др).

## **ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

1) После проведения гидробиологического мониторинга качества вод по макробеспозвоночным животным выяснил, что Георгиевское городское озеро относится к 3 классу качества вод, что определяет озеро как экологически полноценное, но с ограничениями в использовании. Ресурсы озера можно использовать в хозяйственно-питьевых целях с предварительной очисткой, рекреационных целях, для рыбоводства, орошения и технических нужд.

Озеро станицы Урухской тоже относится к 3 классу качества вод, но по принадлежности определенных таксонов к качеству вод можно сказать, что озеро менее экологически полноценно, водные ресурсы можно использовать в рекреационных целях, для рыбоводства, орошения и технических нужд.

2) Количество видов бентосной фауны в городском озере города Георгиевска определяется в отобранных пробах в количестве 9 видов, количество организмов в пересчете на 1 кв.м составило 74 шт., а масса этих организмов 2055 г.

Количество видов бентосной фауны в озере станицы Урухской определяется в отобранных пробах в количестве 7 видов, количество организмов в пересчете на 1 кв.м составило 64 шт., а масса этих организмов 661 г.

3) Видовое разнообразие озер, количество особей и их масса на 1 кв. м площади дна Георгиевского озера выше, чем в станице Урухской. Согласно информации из литературных источников, можно сделать вывод, что городское озеро более подходит для жизни донных обитателей, следовательно, и более чистое.

### **Предложение мероприятий, направленных на уменьшение загрязнения исследуемых озер**

Во избежание загрязнения водоемов я выдвинул несколько мероприятий, направленных на улучшение состояния воды.

1) Проводить разъяснительную работы с населением (возможно посредством (СМИ), в том числе и с детьми, воспитание культурного поведения.

2) Организация массовых мероприятий, посвященных проблеме защиты окружающей среды от загрязнений.

3) Проводить регулярные уборки территории от ТБО

4) Контроль за использованием инсектицидов, гербицидов и удобрений на землях сельскохозяйственного пользования непосредственно вблизи водоемов.

5) Сокращение непосредственного антропогенного загрязнения водоемов (мойка автомобилей, сброс ЖБО и т.д.).

## **Заключение**

Изучение бентоса является важным направлением в исследованиях морских и пресноводных экосистем. Ученые используют различные методы, включая биотестирование, для оценки здоровья водных ресурсов и обнаружения загрязнений.

Сохранение бентосных экосистем имеет большое значение для охраны окружающей среды. Они служат индикаторами состояния водных ресурсов и могут указывать на экологические изменения и загрязнения. Понимание роли бентоса помогает разрабатывать стратегии устойчивого управления водными экосистемами.

Бентос играет важную роль в экосистемах пресных и соленых водоемов. Он обеспечивает пищу для многих видов животных, поддерживает циклы питательных веществ и служит индикатором состояния водных ресурсов.

Исследования бентоса продолжают развиваться, и их результаты могут быть полезными для улучшения управления водными экосистемами и охраны природы. Ученые продолжают изучать бентос, чтобы лучше понимать его роль в экологических процессах и его влияние на человечество.

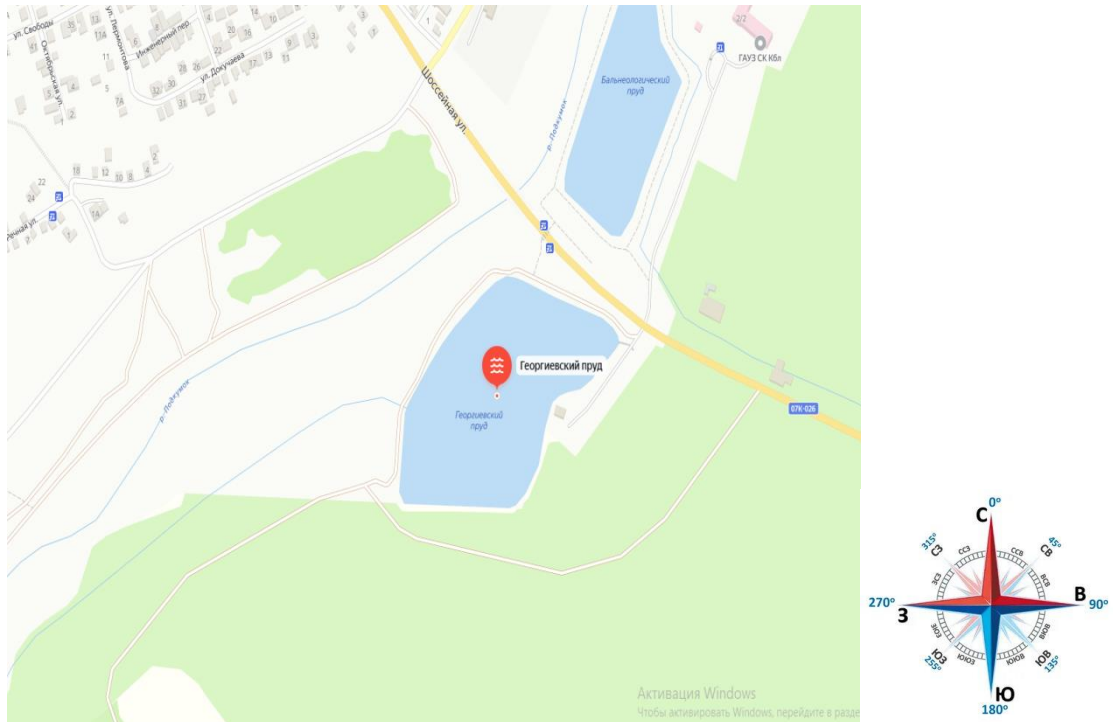
## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Липин А.П. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. – М., 1977.
- 2) Комплексная экологическая практика школьников и студентов. Программы. Методики. Оснащение. Учебно-методическое пособие. Под ред. Л.А. Корбейниковой. Изд.3-е, перераб. и дополн. – СПб.: Кримас+. 2002. 268 с.
- 3) Кутикова Л.А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / Л.А.Кутикова, Я.И. Старобогатов. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 510 с.
- 4) Перестенко Л.П. О принципах зонального биогеографического районирования шельфа Мирового океана и о системах зон// Морская биогеография. Предмет, методы, принципы районирования / под ред. О.Г. Кусакина. М.:Наука, 1982. С. 120
- 5) <https://georgievsk.ru/about/info/news/148/9069/>
- 6) Раилкин А.И.: Колонизация твердых тел бентосными организмами. - СПб.: Санк-Петербургский государственный университет, 2008
- 7) Агроклиматический справочник ресурсов Ставропольского края / под ред. А.И. Фроловой. – Ставрополь: Гидрометеиздат, 2011. – 520 с.
- 8) <https://cyberleninka.ru/article/n/voda-neissyakaemyu-istochnik-zhizni?ysclid=lsoyb9rbvg401064770/>
- 9) Кожова О.М. Введение в гидробиологию. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1987. 244 с
- 10) Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов /А.И. Баканов//Биология внутренних вод-№1.-С.68.
- 11) Чертопруд М.В. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России/М.В.Чертопруд, Е.С.Чертопруд. М., 2010. 179с

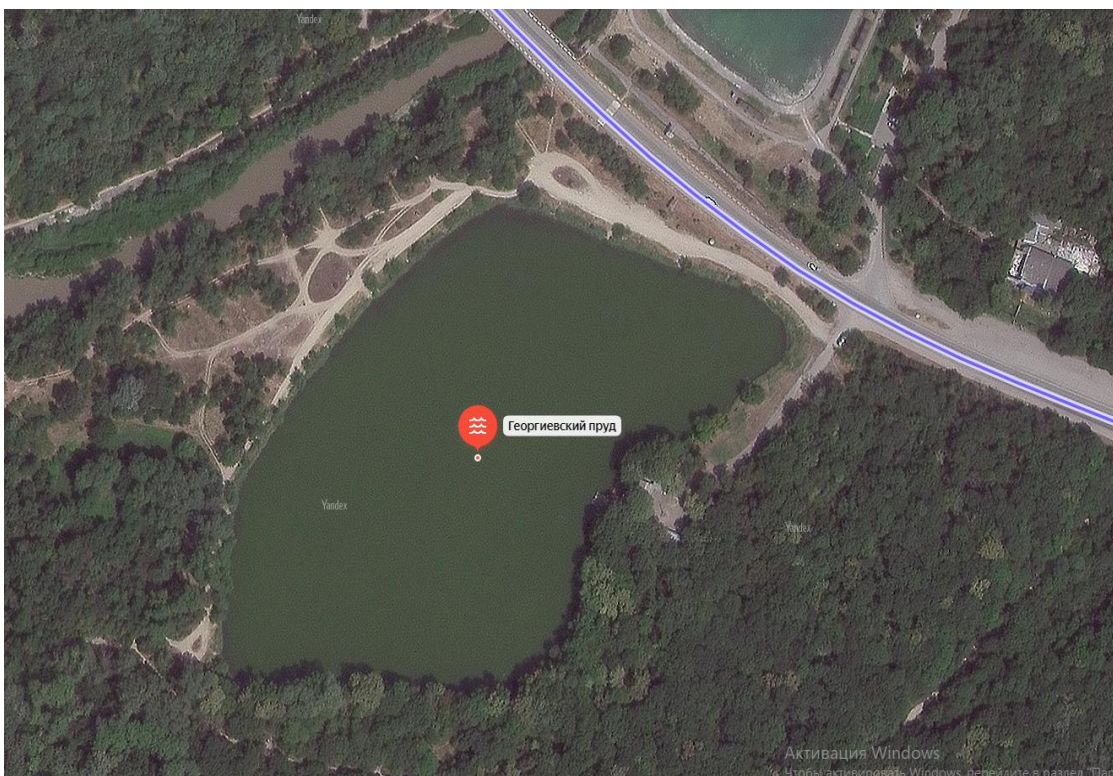
### **Интернет-ресурсы**

- 12) Жадин В.И. Жизнь в реках. Бентос//Жизнь пресных вод СССР. Т.3.М.; Л.:Изд-во АН СССР, 1950. С. 149-183
- 13) Козлов М. А., Олигер И. М. Школьный атлас-определитель беспозвоночных. – М.: Просвещение, 1991. – 207 с.
- 14) <https://ecovuz.ru/slavar-terminov/b/bentos-osnovy-i-znachenie-v-ekosistemah/>
- 15) <https://studfile.net/preview/5552251/page:6/>

Ситуационная карта расположения городского озера г. Георгиевска



Карта-схема городского озера г. Георгиевска



Ситуационная карта расположения озера в станице Урухской



Карта-схема озера в станице Урухской



Фото отбора проб



Фото работы в лаборатории





## Шкала классов качества вод

Перечень индикаторов таксонов	2	3	4	5
Личинка веснянок 	+			
Бокоплав	+	+		
Беззубка	+	+		
Затворка	+	+		
Речной рак	+	+		
Перловицы	+	+	+	
Личинки поденок	+	+	+	
Личинки вислокрылки	+	+	+	
Личинки и куколки мошек	+	+	+	
Водяной ослик			+	+
Трубочник			+	+
Мотыль			+	+
Крыска			+	+
Губки	+	+		
Шаровки	+	+	+	
Затворки	+	+		
Горошинки	+	+		