

ГБОУ «Школа №2033» ВАО Россия г. Москва

Исследовательская работа по экологии

# Оценка качества природных вод Московской и Тверской областей

**Автор:**

Тимофеева Екатерина Андреевна  
Ученица 10 класса

**Руководители:**

учитель биологии, Школа № 2033  
**Милова Наталья Борисовна,**  
учитель экологии, Школа № 2033  
**Короткевич Анастасия Юрьевна**

**Консультант:**

учитель экологии и географии Школа  
№1502,  
кандидат педагогических наук, доцент,  
педагог дополнительного образования

**Тимофеева Оксана Юрьевна**

Москва-2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>Аннотация.....</b>	3
<b>Введение.....</b>	5
<b>Глава I Литературный обзор по теме исследовательской работы .....</b>	7
<b>Глава II. Методика исследования.....</b>	11
<b>Глава III. Исследовательская часть.....</b>	17
<b>Выводы.....</b>	21
<b>Библиография .....</b>	21
<b>Приложение.....</b>	23

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Тимофеева Е. А.

ГБОУ «Школа №2033» г. Москва

e-mail: [eatimofeeva@gmail.com](mailto:eatimofeeva@gmail.com)

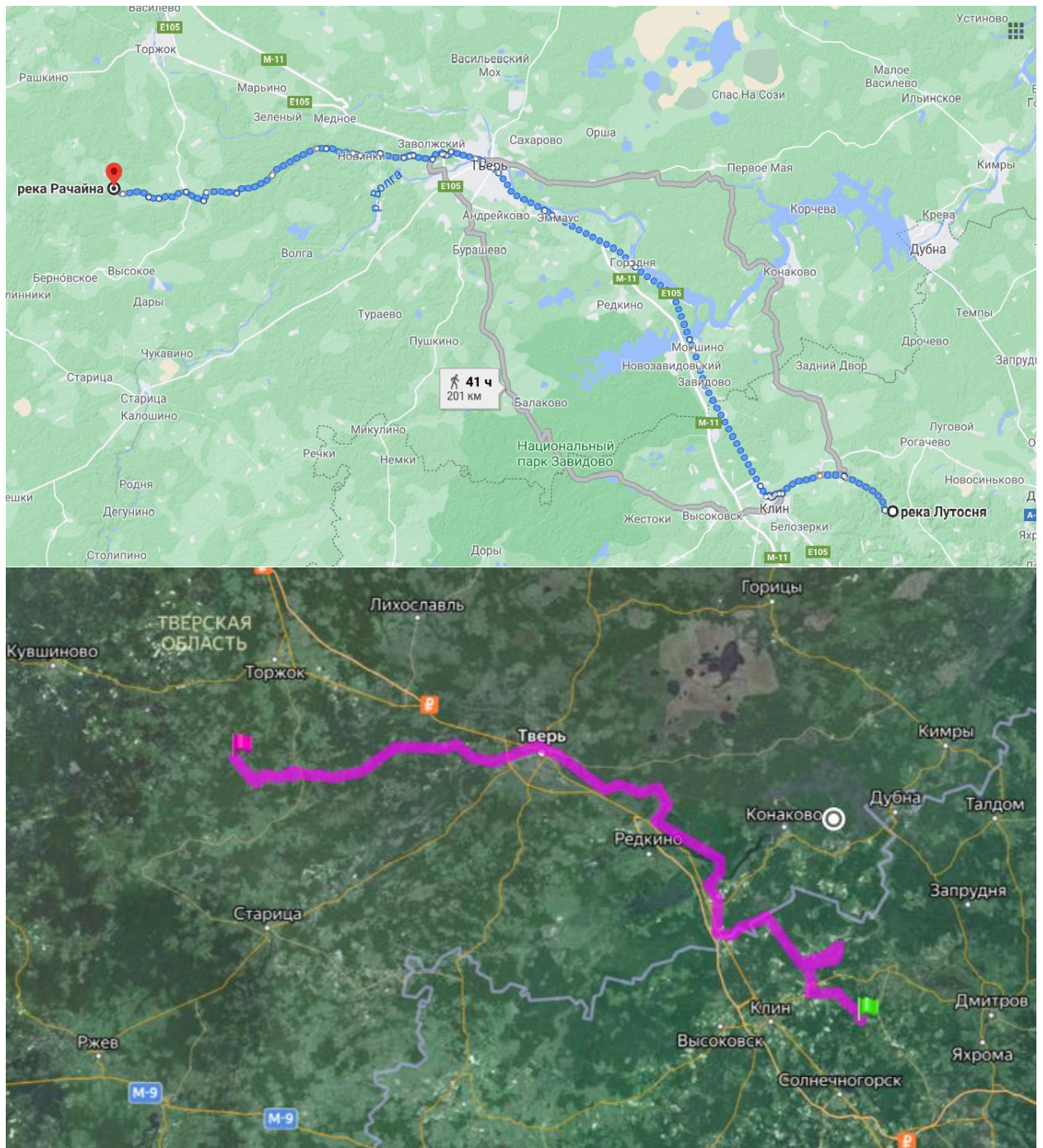
Работа посвящена исследованию таких водных экосистем России как – река Рачайна, река Лутосня, пруд у дома №12 в деревне Рожново, пруд в деревне Слоново, пруд в начале деревни Осинки, пруд за деревней Осинки, пруд у дома №8 в деревне Осинки. Исследование осуществлялось с помощью отлова макрозообентоса на мелководе и определение их видового состава, определение класса качества воды. Этот метод является биоиндикационным. Так же были задействованы физико-химический метод, основанный на измерении воды при помощи электронных датчиков рН -метрии, тест-полосок для определения нитратов, активного хлора, хрома, железа. Количество растворённых веществ измерялось при помощи электронного датчика TDS-метра, и органолептический метод, основанный на зрительном определении уровня загрязненности воды. По результатам был определен источник с классом качества воды 1-2 река Рачайна. Что означает, что воду можно пить кипятя, она относительно прозрачная, без вредных примесей.

В ходе проведенных исследований на качество воды 7 водных экосистем и изучения литературы, мы пришли к следующим выводам:

1. Выявлено значительное видовое разнообразие макрозообентоса, являющегося биоиндикатором качества вод.
2. На изучаемых территориях значительное количество источников имеет класс качества воды 2-3.
3. Большинство источников сохраняют относительно чистую воду Класс качества воды 2-3.
4. Наиболее загрязненными из обследуемых водоемов являются пруд у дома №12 в деревне Рожново и пруд у дома №8 в деревне Осинки. Класс качества воды 3-4.
5. Наиболее чистым из обследуемых водоемов является река Рачайна. Класс качества воды 1-2.
6. В целом реки Лутосня и Рачайна довольно чистые, по гидробиологическому показателю река Рачайна -1-2 класс, Лутосня – 2-3 класса, так как нет промышленных и сельскохозяйственных стоков выше по течению этих рек.
7. Пруды умеренно загрязнены и относятся по гидробиологическому показателю к 3-4 классу качества воды.
8. Гидрохимические анализы проб воды из исследуемых природных вод показали, что количество  $Fe^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cr^+$  в норме, а количество  $Cl^-$  обнаружено в пруду у дома 12 д. Рожново, так как он расположен рядом с участком, на котором выращивают сельскохозяйственные культуры и часто используют удобрения. Содержания в водоемах нитратов  $NO_3^-$  так же объясняется вышеуказанным фактором

антропогенной нагрузки на сельскохозяйственные земли и  
просачиванием водного раствора в исследуемые воды





Масштаб 1:1500000

Рис. 2. Карта течения реки Волги в верхнем ее течении (реки Рачайна и Лутосня – ее притоки)

## **Глава 1. Литературный обзор по теме научно-исследовательской работы**

### **1.1. Физико-географическая характеристика мест исследования некоторых природных вод**

#### **Тверская область**

##### **Рельеф**

Для Тверской области характерен равнинный рельеф с чередованием низменностей и возвышенностей. В западной части области, занимая примерно треть её площади, находится Валдайская возвышенность с высотами 200-300 м над уровнем моря. Она окружена понижениями, низины имеют высоты 100-150 м. Высшая точка области имеет высоту 347 м, расположена на Цнинской возвышенности (Макушка Валдая). Нижняя точка (61 м) - крайний северо-запад области, урез реки Кунья на границе с Новгородской областью.

##### **Климат**

Климат области умеренно континентальный, переходный от континентального, востока европейской территории страны, к более влажному - северо-западных регионов. Среднесуточные температуры летом - плюс 15-20°C, зимой - минус 5-15°C. Среднегодовое количество осадков колеблется от 560 до 720 мм, наибольшее количество осадков выпадает на западных склонах Валдайской возвышенности. Устойчивый снежный покров устанавливается в конце ноября - начале декабря, продолжительность периода со снежным покровом 140-150 дней, мощность 40-60 см, при максимальной глубине 80 см. Средние температуры января от -8 до -16 °С, июля +17...+19 °С. Осадков около 600-700 мм в год. По территории области проходит водораздел Каспийского и Балтийского морей. На юге Бельского района находятся верховья нескольких притоков реки Воль, правого притока Днепра (бассейн Черного моря). К бассейну Каспийского моря принадлежит 70 % территории области, Балтийского моря - 29,7 %.

##### **Реки**

На территории области свыше 800 рек длиной более 10 км общей протяжённостью около 17 000 км. Основная река — Волга (685 км в пределах области). Её исток находится в Осташковском районе. Важнейшие притоки Волги: Молога (280 км), Медведица (269 км), Тверца (188 км). Другие значимые реки: Западная Двина (исток в Пеновском районе, 262 км) и её приток Межа (259 км), Мста (исток в Вышневолоцком районе) и Цна (160 км).

## **Растительность**

Регион находится в лесной зоне, в подзоне южной тайги, переходящей в широколиственно-тёмнохвойные леса на северо-западе и массивы сосновых лесов в северной и юго-западной частях. Леса в Тверской области занимают чуть больше половины её территории. Лесистость составляет 54%. Наибольшую площадь занимают смешанные леса - 2 482 724,03 га, что составляет 29,5% от общей площади области. Площадь широколиственных лесов 1 592 866,19 га (18,9%). Площадь светлохвойных лесов 453 800,01 га (5,4%). Наименьшая площадь приходится на тёмнохвойные леса - 21 228,11 га (0,25%). Безлесные территории - 3 869 482,0 га (2010).

## **Животный мир**

Формирование и развитие животного мира Тверской области тесно связано с европейскими широколиственно-еловыми и сосновыми южно-таежными лесами, которые во многом определили современный облик местной фауны. На сегодняшний день на территории Тверской области зарегистрировано 392 вида позвоночных животных (включая акклиматизированные виды). Известно 66 видов млекопитающих, 258 видов птиц, 52 вида рыб и круглоротых, 10 видов земноводных и 6 - пресмыкающихся. Основу современной фауны региона составляют широко распространенные таежные виды: черный и трехпалый дятлы, глухарь, тетерев, рябчик, мохноногий сыч, ястребиная сова, шур, бородатая неясыть, снегирь, клесты (еловик, белокрылый), заяц-беляк, рысь, лесная куница, лось, бурый медведь, волк, лисица, енотовидная собака, барсук, европейская норка.

## **Московская область**

### **Рельеф**

Рельеф Московской области преимущественно равнинный; западную часть занимают холмистые возвышенности (высоты больше 160 м), восточную - обширные низменности. Почти весь запад и север Московской области занимает моренная Московская возвышенность с хорошо выраженными речными долинами, наибольшую среднюю высоту (около 300 м, в районе Дмитрова) имеющая в пределах Клинско-Дмитровской гряды, а верхнюю точку (310 м) у деревни Шапкино Можайского района. Северный склон Московской возвышенности более крутой по сравнению с южным. В пределах возвышенности часты озёра ледникового происхождения (Нерское, Круглое, Долгое). К северу от названной возвышенности расположена плоская и сильно заболоченная аллювиально-зандровая Верхневолжская низменность, высота которой — не более 150 м; включает в себя Шошинскую и Дубнинскую низины (высоты менее 120 м). На юге области простирается холмистая моренно-эрозионная Москворецко-Окская равнина, имеющая наибольшую высоту (255 м) в Москве в районе Ясенево у станции метро «Тёплый Стан», с

чётко выраженными (особенно в южной части) речными долинами и плоскими междуречьями; в её пределах встречаются карстовые формы рельефа. Последние особенно распространены в Серпуховском районе. На крайнем юге области, за Окой, довольно высокие (более 200 м, максимальная высота 238 м) северные отроги Среднерусской возвышенности с многочисленными оврагами и балками. Это Заокское эрозионное плато и Заокская эрозионная равнина. Почти всю восточную половину Московской области занимает обширная Мещёрская низменность, в восточной своей части значительно заболоченная; самый высокий её холм (на древней моренной возвышенности в районе Егорьевска) имеет высоту 214 м над уровнем моря; преобладают высоты 120—150 м; речные долины выражены слабо. Почти все крупные озёра Мещёрской низменности (Чёрное, Святое и др.) имеют ледниковое происхождение. Тут же и самая низкая в регионе естественная высота — уровень воды Оки — около 97 метро.

### **Климат**

Климат Московской области - умеренно континентальный (по Алисову), умеренно континентальный влажный с теплым летом, сезонность чётко выражена; лето тёплое, зима умеренно холодная. В восточных и юго-восточных районах континентальность климата выше, что выражается, в частности, в более низкой температуре зимой и более высокой температуре летом. Так, посёлок Черусти на крайнем востоке региона неофициально считается подмосковным «полюсом холода», средняя температура января там составляет  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая температура за всю историю метеонаблюдений была зарегистрирована в Наро-Фоминске:  $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а самая высокая температура  $+39,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  - была отмечена летом 2010 года в Коломне.

### **Реки**

Все реки Московской области относятся к бассейну Волги (сама Волга протекает по территории области на небольшом участке, по которому проходит граница с Тверской областью). Уклоны русел рек Московской области невысокие (несколько сантиметров на километр длины), долины чаще широкие, с асимметричными берегами (как правило, правый берег крутой, левый же — плоский, террасированный). Питание рек - главным образом снеговое, с наибольшим стоком весной. В летнюю и особенно в зимнюю межень реки почти полностью переходят на подземное питание.

Северная часть области, включая всю Верхневолжскую низменность, орошается притоками Волги (Шошей, Ламой, Дубной, Сестрой, Яхромой), южная же — притоками Оки (Лопасней, Нарой, Протвой и др.), являющейся самой крупной после Волги рекой Московской области. К бассейну Оки принадлежат и притоки реки Москвы, протекающей в пределах Московской области на большей части своего протяжения. Восточные и северо-восточные

районы области, включая значительную часть Мещёры, орошаются притоками Клязьмы, являющейся одним из главных притоков Оки и берущей в пределах Московской области своё начало. Всего в Московской области свыше 300 рек, имеющих протяжённость более 10 км. Все реки имеют спокойное течение, хорошо разработанные долины, поймы; половодье приходится на апрель — май. Летом уровень воды в реках Московской области низок и повышается лишь в случаях затяжных дождей. Реки области покрыты льдом с конца ноября до середины апреля. Из рек судоходны только Волга, Ока и Москва.

### **Растительность**

Московская область находится в пределах лесной полосы (крайний юг таёжной зоны, зоны хвойно-широколиственных и широколиственных лесов) и лесостепной зоны. Леса занимают свыше 40 % территории региона; в некоторых районах (преимущественно на западе, севере области и на крайнем востоке) залесённость превышает 80 %, на Москворецко-Окской равнине она в основном не превышает 40 %, в южных заокских районах — не достигает и 20 %. Бóльшая часть территории области входит в зону смешанных лесов. В зону широколиственных лесов входят территории, располагающиеся к югу от Оки, за исключением южной части Серебряно-Прудского района, относящейся к лесостепной зоне. По низменному правобережью Москвы-реки зона широколиственных лесов заходит далеко на север, почти до границ города Москвы. В прилегающей по реке Москве части Москворецко-Окской равнины, в заокских районах, а также к северу от Клинско-Дмитровской гряды большие площади отведены под сельскохозяйственные угодья.

### **Животный мир**

Из млекопитающих в Московской области сохранились барсук, белка, бобр, выдра, выхухоль, горностай, енотовидная собака, ёж, зайцы (беляк и русак), землеройки, ласка, лисица, лось, кабан, косуля, крот, серая и чёрная крысы, лесная куница, мыши, лесная мышовка, норка, олени (благородный, пятнистый, марал), ондатра, полёвки, сони (орешниковая, на юге области — садовая, лесная и полчок), чёрный хорь. На границах области изредка встречается бурый медведь, рысь, волк. На юге области встречается крапчатый суслик, серый хомячок, хомяк, большой тушканчик, каменная куница, степной хорь. В отдельных районах существуют устойчивые популяции завезённых либо сбежавших животных — летяга, американская норка, сибирская косуля. Также в Подмосковье насчитывается более десятка видов летучих мышей. Орнитофауна области насчитывает более 170 видов. В больших количествах встречаются дятлы, дрозды, рябчики, снегирь, соловьи, коростели, чибисы, серые цапли, чайки, поганки, утки (особенно кряквы); водятся также белые аисты, огари. Многочисленны воробьи, сороки, вороны и другие типичные представители орнитофауны средней полосы России. Свыше сорока видов

относятся к охотничье-промысловым и добываются ежегодно. Водоёмы области богаты рыбой (обычный ёрш, карась, карп, лещ, окунь, плотва, ротан, судак, щука, налим, обыкновенный пескарь). Многочисленны насекомые (одних пчелиных более 300 видов).

## **Глава II. Методика исследования**

1. Маршрутная и точечная съёмка.
2. Фотографирование.
3. Визуальная при описании растительности и дна водных экосистем.
4. Биоиндикация макрозообентоса по Вудивиссу-Майеру.
5. Биоиндикация макрозообентоса по Пантле-Букка.
6. Биоиндикация макрозообентоса по С.Г. Николаеву.
7. Физико-химическое исследование.
8. При помощи электронных датчиков рН -метрии, тест-полосок для определения нитратов, активного хлора, хрома, железа, электронного датчика TDS-метра.
9. Органолептическое исследование.
10. Создание коллекции в камеральных условиях.

### **2.1. Гидробиологическая методика С.Г.Николаева**

Для исследования мы выбрали наиболее удобный метод биомониторинга, разработанный С.Г.Николаевым. Данный метод достаточно прост в обращении для старшеклассников (при минимальном знании о систематике водных беспозвоночных и без применения дорогостоящего оборудования) и позволяет достаточно точно определить состояние воды в водоеме. В отличие от биомониторинга, аналитические методы оценки качества воды дают результаты, относящиеся в большей степени к моменту отбора проб. Состояние воды определяется по макрозообентосу исследуемого водоема. Макрозообентос – макроскопические беспозвоночные животные, обитающие на дне водоемов и в зарослях водных растений. Это, главным образом, водные личинки насекомых, моллюски, пиявки, малощетинковые черви и высшие ракообразные. Многие из них доступны для определения до уровня семейства и даже рода «на глаз», без увеличительной оптики и в полевых условиях.

1. Ознакомиться с инструкциями по охране труда при выполнении практических и полевых работ.

2. Заложить створы на прудах и реках.

3. Установить тест - площадки на створах. В дно водоёма в прибрежной его части (на мелководье, глубина воды должна не превышать 70см) вблизи

вешки, по периметру натянуть прямоугольник тест - площадки так, чтобы его длинная сторона располагалась вдоль дна изучаемого нами водоёма.

4. Взять пробу на створах с помощью сачка. Сачком черпают и промывают ил, песок, детрит, опавшие листья и водные растения. Не следует зарываться сачком глубоко в грунт (всё равно почти все животные обитают у его поверхности), достаточно собрать слой 1-2 см. Движение сачка следует направлять против течения, чтобы отловленные организмы не вымывались из них водой. Камни и коряги вытаскивали сачком или руками, потом с них пинцетом собирают макробеспозвоночных.

5. Определить видовой состав макрозообентоса по атласу-определителю, рисункам с наиболее распространёнными в водоёмах видами беспозвоночных.

6. Определить уровень загрязнения водоёма по шкале классов качества вод. В левой части таблицы помещена перечень индикаторных таксонов. В качестве индикаторных таксонов приняты как отдельные виды донных беспозвоночных, так и более крупные систематические рамки (тип, отряд, семейство, род) и даже экологические группы. Присутствие в водоёме представителей таксонов приурочено к двум или трём классам качества воды, которые для каждого таксона отмечены в горизонтальной строке жирной точкой (*Приложение 1*).

7. Данные по таксонам занести в таблицу, где нужно произвести следующие действия: по каждому обнаруженному таксону любым значком сделать отметки в графах классов согласно возможному диапазону этого таксона по таблице. Затем вычислить суммарную индикаторную значимость таксонов в соответствующем классе как произведение числа отметок на величину индивидуальной классовой значимости таксонов (нижняя строка таблицы). Принадлежность воды обследованного створа к определённому классу качества определить по максимальной суммарной значимости таксонов.

8. Данные и результаты обследования прудов Измайловского лесопарка занести в таблицу.

9. Определить степень загрязнения водоёма по таблице.

10. Выловленные организмы вернуть в водоём.

11. Сделать анализ и выводы по исследованию водоёма своей местности.

## **2.2. Методика Майера.**

Отлов макрозообентоса проходит по общей методике гидробиологического исследования. Выловленные организмы определяем по атласу и используя таблицы Майера и Вудивисса определяем качество природных вод.

Таблица 1.

Обитатели чистых вод	Организмы средней степени чувствительности	Обитатели загрязненных водоемов
Личинки веснянок Личинки поденок Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двустворчатые моллюски	Бокоплав Речной рак Личинки стрекоз Личинки комаров - долгоножек Моллюски-катушки, моллюски-живородки	Личинки комаров-звонцов Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малоцетинковые черви

Таблица 2.

## 2.3. Методика Вудивисса.

Наличие видов-индикаторов	Видовое разнообразие	Биотический индекс по наличию числа присутствующих групп				
		0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	>16
Личинки веснянок (Plecoptera)	более 1 1 вид	—	7	8	9	9
		-	6	7	8	7
Личинки поденок (Ephemeroptera)*	более 1 1 вид	—	6	7	8	9
		-	5	6	7	7
Личинки ручейников (Trichoptera)	более 1 1 вид	—	5	6	7	8
		-	4	5	6	7
Гаммарусы		3	4	5	6	7
Водяной ослик (Asellus aquaticus)		2	3	4	5	6

<b>Олигохеты или личинки звонцов</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	_____
<b>Отсутствуют все приведенн ые выше группы</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		_____

## 2.4 Методика Пантле-Букка.

Для исследования класса качества воды по методике Пантле-Букка необходимо вычислить индекс по формуле:

$$I = \frac{\sum(h*s)}{\sum h},$$

где  $h$  – обилие каждого вида,  $S$  – сапробность этого вида по 4-бальной шкале. Сапробность таксона  $s$  показывает, в водах какой степени загрязненности он обычно встречается. Обилие  $h$  может оцениваться различным образом, часто используют численность каждого вида; при отсутствии данных по численности обилие оценивают в баллах по 5-, 7- или 9-бальной шкале (например: единичные находки – 1 балл, частые встречи- 3 балла, массовое развитие – 5 баллов). При наличии в пробе 10 и более индикаторных видов метод оценки  $h$  обычно не играет существенной роли (*Приложение 2*).

## 2.5. Физико-химический анализ.

$pH$  – представляет собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в растворе  $pH = -\lg[h^+]$  для всего живого в воде (за исключением некоторых кислотоустойчивых бактерий) минимально возможная величина  $pH=5$  дождь имеющий  $pH$  меньше 5.5 считается кислотным дождем. В питьевой воде допускается  $pH$  6-9 в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования 5.5-8.5 величина  $pH$  природной воды определяется, как правило, соотношением концентраций гидрокарбонат-анионов и свободного  $CO_2$ . Пониженное значение  $pH$  характерно для болотных вод за счет повышенного содержания гуминовых и других природных кислот. для определения  $pH$  используют  $pH$ -метрию и визуальную колориметрию.  $pH$ -метрия предполагает измерение водородного показателя с помощью стационарных (лабораторных) приборов –  $pH$ -метров, в то время как визуально-колориметрическое определение проводят с использованием портативных тест комплектов, основанных на реакции универсального или комбинированного индикатора с водородными ионами, сопровождающейся изменением окраски раствора. Точность измерения водородного показателя с помощью  $pH$ -метра может быть высока

(до 0.1 единиц рН и менее), с помощью визуально-колориметрических тест-комплектов – около 0.5 единиц рН.

$Fe^{+}$  – встречается во всех природных водах, а особенно в загрязненных водах. В последние железо может попасть из отходов (сточных вод) травильных и гальванических цехов, участков подготовки металлических поверхностей, стоков при крашении тканей и др. поскольку соединения железа в воде могут существовать в различных формах, как в растворе, так и во взвешанных частицах, точные результаты могут быть получены только при определении суммарного железа во всех его формах, так называемого общего железа. Наш метод определения железа с применением тест-комплекта «железо общее» является визуально-колориметрическим и основан на способности катиона железа (II) в интервале рН 3-9 образовывать с ортофенантролином комплексное оранжево-красное соединение.

Наличие хроматов нитратов и хлоридов – концентрации растворенных в воде минеральных солей определяют, как правило, химическими методами – титриметрическим, колориметрическим. Наличие хлора в воде является показателем загрязнения воды бытовыми или некоторыми промышленными сточными водами. (0 – хлора нет, 1 – присутствие хлора, выше нормы). Наличие нитратов в воде является показателем поступления в воду хозяйственно-бытовых и промышленных стоков. А также стоков воды с сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых азотосодержащими удобрениями, и с атмосферными осадками. Опасность нитратов обусловлена их токсичным действием на организм человека. (допустимое значение нитратов 0-10, 20 и более – вода загрязнена нитратами).

Электропроводность – способность тела или среды проводить электрический ток. Чем больше ее показатель – тем больше растворенных металлов в воде. И тем больше вода загрязнена.

## **2.6. Органолептический анализ воды.**

### **Запах**

При наличии несвойственного воде запаха устанавливается степень его интенсивности, для этого разработана и утверждена специальная шкала. Чтобы вода была признана пригодной для питья, максимально допустимая оценка для нее – II балла (по шкале от 0 до V). По этой шкале запах может характеризоваться как: Никакого запаха. Любой запах полностью отсутствует. Очень слабый. Распознается только специалистами с особо «натренированным» обонянием. Слабый. Запах ощутим, но только если специально принохиваться, концентрироваться на этом. Либо он проявляется лишь при нагревании. Заметный. Определяется легко и без усилий, воду пить можно, но неприятно. Отчетливый. Запах очевиден, на него невозможно не

обратить внимания. Выпить такую воду могут заставить себя не все. Очень сильный. «Аромат» буквально «режет нос». То, что такую воду пить нельзя, очевидно всем. После этого запахи описываются согласно субъективным ассоциациям. По происхождению их относят к одной из двух групп: Естественные (земли, гнили, плесени, затхлости, болота, торфа, навоза, травы, рыбы). Искусственные (нефти, бензина, хлора, уксуса, камфары, фенола, сероводорода, лекарств, металла).

Возможные источники запаха воды: естественный процесс биологического разложения органики, производимой водной флорой и фауной; химические реакции между содержащимися в воде компонентами; сброс отходов коммунальными службами, промышленными предприятиями, сельскохозяйственными объектами. Интенсивность запаха может варьироваться вследствие таких факторов: температура воды; гидрологические условия; биологическая обстановка на данный момент.

## **Мутность**

Вода становится мутной вследствие наличия в ней твердых частиц. Ее степень определяется их концентрацией и размерами. Абсолютное большинство этих частиц – почвенные. Также в воде могут содержаться органические взвеси (продукты жизнедеятельности и разложения после гибели водной флоры и фауны) и химические «волокна». Мутность – один из важнейших показателей органолептического анализа по следующим причинам. от нее напрямую зависит микробиологическая безопасность воды (чем она мутнее, тем проблематичнее определить наличие патогенной микрофлоры, а поверхность плавающих в воде частиц – очень подходящее место для ее размножения); она провоцирует появление запаха и вкуса, делающего воду непригодной для питья;

## **Цвет**

Цветность – органолептический показатель, который описывает наличие определенного неестественного оттенка у воды и степень его интенсивности. При этом отдельно оценивается «истинный» цвет, обусловленный наличием в воде растворенных в ней веществ и «кажущийся», причина которого – взвесь и прочие коллоидные частицы с высоким коэффициентом светопоглощения. Незначительная цветность не влияет на потребительские качества воды, особенно если «окрашивание» обусловлено естественными причинами. Однако если оттенок становится более заметным, это означает увеличение расхода хлора и прочих реагентов на ее обеззараживание. Такая вода уже является небезопасной для здоровья.

## Прозрачность

Под прозрачностью понимается способность воды пропускать свет. Она тем выше, чем меньше в ней содержание взвешенных частиц любого происхождения (органических и минеральных). По этому показателю вода оценивается по специальной шкале, может быть описана как: прозрачная; слабоопалесцирующая; опалесцирующая; слегка мутная; мутная; сильно мутная.

### Глава III. Исследовательская часть

За время июля-августа 2020 г. мы провели обследование 7 водных экосистем, гидробиологические исследования водоёмов нами осуществлялось по следующему плану:

Таблица 4.

#### *Оценка класса качества воды исследованных водных экосистем*

<i>Название водной экосистемы</i>	<i>Класс качества воды</i>	<i>Экологическая оценка и использование вод</i>
<b>Река Рачайна</b>	1-2	Питьевое, рекреация, рыбохозяйственное, орошение, техническое
<b>Река Лутосня</b>	2-3	
<b>Пруд у дома 12 в д. Рожново</b>	3-4	
<b>Пруд в д. Слоново</b>	2-4	
<b>Пруд за д. Осинки</b>	3-4	
<b>Пруд в начале д. Осинки</b>	3-4	
<b>Пруд у дома 8 д. Осинки</b>	3-4	

Приведем описание исследования каждой исследованной водной экосистемы.

#### 1. Река Рачайна

Речка характеризуется небыстрым течением. Вода прозрачная, желтоватая, холодная, дно ручья песчано-глинистое-гравийное.



Рис. 3. Река Рачайна

Московской области (окрестности д. Рожново)

Торжского района

Найденные таксоны:

1. *Isoperla (perlodidae)* (личинки веснянок),
2. *Ecdyonurus heptageniidae*, *Ephemera Ephemeridae* (личинки поденок),
3. *Anobolia nervosa*, *Hydropsyhidae*, *Limnephilidae*, *Brachycentrus* (личинки ручейника).

Класс качества воды

С.Г. Николаев	Пантле-Букка	Вудивисса
1-2	3	7-8

## 2. Река Лутосня

Река также характеризуется небыстрым течением. Вода прозрачная, холодная, дно песчано-глинисто-гравийное.



Рис. 4. Река Лутосня Солнечногорского района Московской области (в окрестностях д. Осинки и д. Тараканово).

Найденные таксоны:

1. *Ephemera Ephemeridae* (личинки поденок)
2. *Brachycentrus* (личинки ручейника)

Класс качества воды

С.Г. Николаева	Пантле-Букка	Вудивисса
2-3	3	4

## 3. Пруд у дома 12 в деревне Рожново

Дно песчано-глинистое, вода интенсивно зеленая, очень мутная с глинистым запахом.

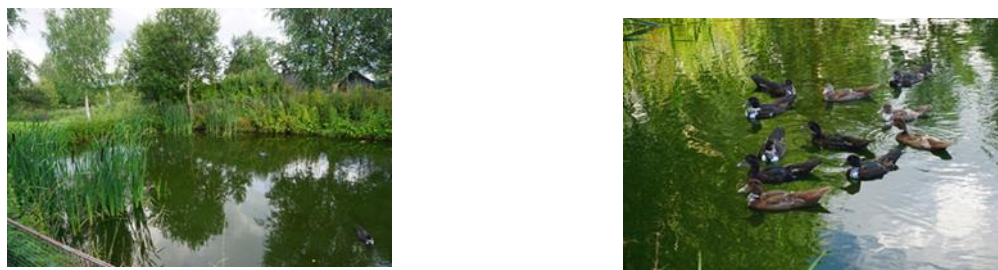


Рис. 5. Пруд д. Рожново д. 12 Тверская область.

Найденные таксоны:

1. *Lutnae stagnalis* (прудовик)

Класс качества воды

С.Г. Николаева	Пантле-Букка	Вудивисса
----------------	--------------	-----------

3-4	3	-
-----	---	---

#### 4. Пруд в деревне Слоново

Дно песчано-глинистое, вода светло-желтоватая, слабо опалесцирующая с травянистым запахом.

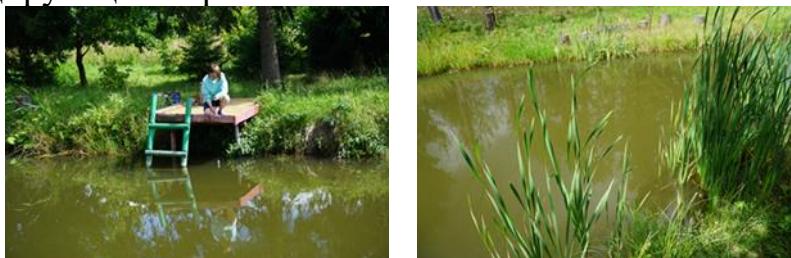


Рис. 6. Пруд д. Слоново Тверской области.

Найденные таксоны:

1. *Lymnae stagnalis* (прудовик)
2. *Nepi (nepidae)* (водяной скорпион)
3. *Gerris lacustris* (водомерка)

Класс качества воды

С.Г. Николаева	Пантле-Букка	Вудивисса
2-4	2-3	-

#### 5. Пруд за деревней Осинки

Дно песчано-глинистое, вода бесцветная, не мутная с землистым запахом.



Рис. 7. Пруд в окрестностях д. Осинки Московской области.

Найденные таксоны:

1. *Anobolia nervosa* (личинки ручейника)
2. *Aesha aeshinidae* (личинка разнокрылой стрекозы)
3. *Megaloptera sialis flavilatera* (личинки вислокрылок)

Класс качества воды

С.Г. Николаева	Пантле-Букка	Вудивисса
3-4	3	4

#### 6. Пруд в начале деревни Осинки

Дно песчано-глинистое, вода светло-зеленая, мутная с гнилостным запахом.



Рис. 8. Пруд в начале д. Осинки Московской области.

Найденные таксоны:

1. *Ophiogomphus gomphidae* (личинки разнокрылой стрекозы)
2. *Aesha aeshinidae* (личинка разнокрылой стрекозы)
3. *Lymnaea stagnalis* (прудовик)
4. *Nepi (Nepidae)* (водяной скорпион)
5. *Gerris lacustris* (водомерка)
6. *Anisus spirorbis* (катушки).

Класс качества воды

С.Г. Николаев	Пантле-Букка	Вудивисса
3-4	3	-

### 7. Пруд у дома 8 д. Осинки

Дно песчано-глинистое, вода светло-желтая, мутная с травянистым запахом.



Рис. 9. Пруд около д. 8 д. Осинки Московской области.

Найденные таксоны:

1. *Nerpobdella octoculata l* (малые ложноконские пиявки)
2. *Lymnaea stagnalis* (прудовик).

Класс качества воды

С.Г. Николаев	Пантле-Букка	Вудивисса
3-4	3	4

## Общие выводы.

В ходе проведенных исследований на качество воды 7 водных экосистем мы пришли к следующим выводам:

Исходя из выше сказанного, мы делаем выводы:

1) В целом реки Лутосня и Рачайна довольно чистые, по гидробиологическому показателю река Рачайна -1-2 класс, Лутосня – 2-3 класса, так как нет промышленных и сельскохозяйственных стоков выше по течению этих рек.

2) Пруды умеренно загрязнены и относятся по гидробиологическому показателю к 3-4 классу качества воды.

3) Гидрохимические анализы проб воды из исследуемых природных вод показали, что количество  $Fe^{+}$ ,  $NO_3^{-}$ ,  $Cr^{+}$  в норме, а количество  $Cl^{-}$  обнаружено в пруду у дома 12 д. Рожново, так как он расположен рядом с участком, на котором выращивают сельскохозяйственные культуры и часто используют удобрения. Содержания в водоемах нитратов  $NO_3^{-}$  так же объясняется вышеуказанным фактором антропогенной нагрузки на сельскохозяйственные земли и просачиванием водного раствора в исследуемые воды

## Библиография

1. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие / Под ред. Ашихминой Т.Я. – М.: АГАР, 2000.
2. Асланиди К., Вачадзе Д. Биомониторинг? Это очень просто! – Пушкино: Пушкинский научный центр РАН, 1997.
3. Снакин В.В., Малярова М.А., Гуторова т.Ф., Калякина Н.М., Гуров А.Ф. и др. Экологический мониторинг: Методическое пособие. – М.: РЭФИА, 1996.
4. Котова Л.И., Рыжков Л. П., Полина А.В. Биологический контроль качества вод. – М.: Наука, 1989.
5. Тимофеева О.Ю. Организационно-педагогические условия формирования экологической культуры школьников (на примере изучения местной экологической ситуации). – Дис. канд. пед. Наук. – М., 2002.
6. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. – М.: Московский Университет, 1985.
7. Лепнева С.Г. Ручейники. – Ленинград: Наука, 1964.
8. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. – М.: Учпедгиз, 1950.

9. Николаев С.Г., Соколова Н.Ю., Извекова Э.И., Смирнова Л.А., Елисеев Д.А. Метод биологического анализа уровня загрязнения малых рек Рязанской области. Временные методические указания. – М.: НПТОО, Институт пресноводной аквакультуры, 1992.
10. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / Под ред. Л.А.Кутиковой, Я.И. Старобогатова. – М.: Гидрометеиздат, 1977.
11. Попова А.Н. Личинки стрекоз фауны СССР. – М.: АН СССР, 1953.
12. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Парктикум по микробиологии. – М.: Медгиз, 1953.
13. Хейсин Е.М. Краткий определитель пресноводной фауны. – М.: Учпедгиз, 1962.
14. Шалапенок Е.С., Запольская Т. И. Руководство к летней учебной практике по зоологии беспозвоночных. – Минск: Выс. Шк, 1988.
15. Воробьев Г.А. Исследуем малые реки. – Вологда: ВГПУ, изд-во «Русь», 1997. – 116 с.
16. Изучаем водоемы: как исследовать озера и пруды. - Вологда: ВГПУ, изд-во «Русь», 1994. – 148 с.
17. Изучение агропромышленного комплекса своего края / Методические рекомендации. – Вологда, 1988. – 46 с.
18. Практическая экология для школьников: Изучение и охрана родников / Под ред. Л.А.Коробейниковой. - Вологда: ВГПИ, изд-во «Русь», 1993.
19. Экологический мониторинг в школе: Программы и рекомендации по проведению непрерывной экологической практики / Под ред. Л.А. Коробейниковой. – Вологда: изд. ВИРО, 2000. – 260 с.
20. Экологическое состояние в России / Сост. А.В.Жигулина. – Обнинск, 1997. – 138 с.
21. Топографические карты. <http://www.etomesto.ru/trackc761242832/>
22. Википедия. Московская область. Тверская область.

Шкала классов качества вод

№ таб. атл.	Перечень индикаторных таксонов	Классы качества вод					
		1	2	3	4	5	6
21	Риакофила	*	*				М
15	Веснянки, кроме Немуры	*	*				а
29	Вилохвостка	*	*				к
9	Бокоплав	*	*	*			р
4	Губки		*	*			о
7	Беззубка		*	*			б
5	Затворки		*	*			е
10	Речной рак		*	*			с
22,26, 25	Нейреклипсис, Моланна, Брахицентрус		*	*			п
12,13	Красотка и Плосконожка		*	*			о
17	Роющие личинки поденок		*	*			з
2	Плоские пиявки		*	*	*		в
7	Перловица		*	*	*		о
6	Водяной клоп		*	*	*		н
12	Плоские личинки поденок		*	*	*		о
19	Личинки вислоккрылки		*	*	*		ч
27	Личинки мошки		*	*	*		н
23,24	Гидропсиха, Анаболия			*	*		ы
14	Дедки (личинки стрекоз)			*	*		х
3	Червеобразные пиявки			*	*		
6	Шаровки			*	*		н
8	Водяной ослик			*	*	*	е
1	Трубочник, в массе				*	*	т
28	Мотыль, в массе				*	*	
30	Крыска				*	*	
Инд. Классовая значимость таксонов		25	6	5	7	20	-

Список таксонов-индикаторов для вычисления индекса Пантле-Букка

Таблица 63 (продолжение).  
Макробентос.

<b>Ручейники</b>	
<i>Anabolia sp.</i>	2.0
<i>Grammotaulius sp.</i>	1.3
<i>Halesus digitatus</i>	1.0
<i>Hydropsyche sp.</i>	2.0
<i>Lepidostoma hirtum</i>	1.7
<i>Leptocerus sp.</i>	1.7
<i>Limnephilus sp.</i>	1.5
<i>Molanna angustata</i>	1.0
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	1.4
<i>Notidobia ciliaris</i>	1.2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1.7
<i>Rhyacophila nubila</i>	1.5
<i>Rhyacophila sp.</i>	1.3
<i>Silo pallipes</i>	1.2
<i>Triaenodes sp.</i>	1.4
<b>Двукрылые</b>	
<i>Atherix ibis</i>	1.1
<i>Chironomus plumosus</i>	3.8
<i>Eristalis tenax</i>	4.0
<i>Simuliidae spp.</i>	1.3
<b>Ракообразные</b>	
<i>Asellus aquaticus</i>	2.8
<i>Gammarus pulex</i>	2.2
<i>Pontastacus leptodactylus</i>	1.0

<b>Брюхоногие моллюски</b>	
<i>Acroloxus lacustris</i>	1.5
<i>Ancylus fluviatilis</i>	1.4
<i>Anisus vortex</i>	1.4
<i>Anisus (Gyraulus) sp.</i>	1.7
<i>Armiger crista</i>	1.3
<i>Bithynia tentaculata</i>	2.2
<i>Lymnaea auricularia</i>	2.2
<i>Lymnaea glutinosa</i>	1.2
<i>Lymnaea ovata</i>	2.0
<i>Lymnaea truncatula</i>	1.8
<i>Physa fontinalis</i>	1.6
<i>Planorbarius corneus</i>	1.7
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	1.3
<i>Valvata piscinalis</i>	1.7
<i>Viviparus viviparus</i>	1.8
<b>Двустворчатые моллюски</b>	
<i>Dreissena polymorpha</i>	1.4
<i>Sphaeriastrum rivicola</i>	2.9
<i>Unio pictorum</i>	1.7
<b>Пиявки</b>	
<i>Erpobdella octoculata</i>	3.0
<i>Glossiphonia complanata</i>	2.4
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	1.7
<b>Олигохеты</b>	
<i>Tubifex tubifex</i>	3.8

Таблица 63. Список таксонов-индикаторов для вычисления индекса Пантле-Букка.

Макробентос.

Таксон	S
<b>Стрекозы</b>	
<i>Aeshna sp.</i>	2.0
<i>Gomphus sp.</i>	2.5
<b>Поленки</b>	
<i>Baetis rhodani</i>	1.2
<i>Baetis pumilus</i>	1.5
<i>Baetis vernus</i>	2.1
<i>Baetis sp.</i>	1.2
<i>Caenis macrura</i>	0.8
<i>Cloeon dipterum</i>	2.0
<i>Cloeon luteolum</i>	1.9
<i>Cloeon sp.</i>	2.0
<i>Ecdyonurus venosus</i>	1.1
<i>Ecdyonurus sp.</i>	1.5
<i>Ephemera sp.</i>	1.5
<i>Ephemerella ignita</i>	1.8
<i>Habrophlebia sp.</i>	1.5
<i>Heptagenia sulphurea</i>	2.2
<i>Potamanthus luteus</i>	2.2
<i>Siphonurus sp.</i>	2.0
<b>Клопы</b>	
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	1.5
<i>Corixa sp.</i>	1.8
<i>Gerris sp.</i>	1.5
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	1.7
<i>Nepa cinerea</i>	1.6
<i>Ranatra linearis</i>	2.0

<b>Веснянки</b>	
<i>Amphinemura borealis</i>	0.1
<i>Capnia bifrons</i>	1.2
<i>Diura bicaudata</i>	0.1
<i>Isogenus nubecula</i>	1.6
<i>Isoperla difformis</i>	1.5
<i>Isoperla grammatica</i>	1.8
<i>Nemoura cinerea</i>	1.8
<i>Nemurella pictetii</i>	0.2
<i>Perla sp.</i>	1.1
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1.5
<b>Жуки</b>	
<i>Dytiscus sp.</i>	2.2
<i>Gyrinus sp.</i>	2.0
<i>Halipus sp.</i>	1.5
<i>Hydroporus sp.</i>	1.5
<i>Hygrotus sp.</i>	1.5
<i>Hyphidrus sp.</i>	1.5
<b>Вислокрылки</b>	
<i>Sialis lutaria</i>	2.4

Таблица 63 (продолжение).

## Зоопланктон.

Таксон	S
<b>Ветвистоусые – Cladocera</b>	
<i>Bosmina coregoni</i>	0.9
<i>Bosmina longirostris</i>	1.5
<i>Bythotrephes longimanus</i>	1.0
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	1.1
<i>Chydorus sphaericus</i>	1.7
<i>Daphnia cucullata</i>	1.7
<i>Daphnia hyalina</i> , <i>D.galeata</i> , <i>D.longispina</i>	1.9
<i>Daphnia magna</i>	3.4
<i>Daphnia pulex</i>	2.8
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1.4
<i>Holopedium gibberum</i>	0.6
<i>Leptodora kindtii</i>	1.7
<i>Moina rectirostris</i>	3.4
<i>Polyphemus pediculus</i>	1.3
<i>Sida crystallina</i>	1.3
<i>Simocephalus vetulus</i>	1.5
<b>Веслоногие – Copepoda</b>	
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	1.2
<i>Cyclops strenuus</i>	2.2
<i>Cyclops vicinus</i>	2.1
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	1.2
<i>Mesocyclops hyalinus</i>	1.9
<i>Mesocyclops leuckartii</i>	1.2

<b>Коловратки – Rotatoria</b>	
<i>Asplanchna priodonta</i>	1.5
<i>Brachionus angularis</i>	2.5
<i>Brachionus calicifloris</i>	2.5
<i>Brachionus rubens</i>	3.2
<i>Conochilus unicornis</i>	1.3
<i>Epiphanes senta</i>	3.0
<i>Filinia longiseta</i>	2.3
<i>Floscularia ringens</i>	1.9
<i>Kelicottia longispina</i>	1.2
<i>Keratella cochlearis</i>	1.3
<i>Keratella quadrata</i>	1.3
<i>Lecane cornuta</i>	1.5
<i>Lecane lunaris</i>	1.3
<i>Hexarthra mira</i>	1.8
<i>Polyarthra vulgaris</i>	1.9
<i>Ptygura milicerta</i>	2.0
<i>Rotaria neptunia</i>	3.8
<i>Rotaria rotatoria</i>	3.2
<i>Stephanoceros fimbriatus</i>	2.1
<i>Synchaeta pectinata</i>	1.7
<i>Synchaeta tremula</i>	1.2