

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

В разделе публикуются исследовательские работы школьников, выполненные в самых разных областях знаний. В журнале представлены исследования участников различных всероссийских конкурсов и конференций.

Влияние антропогенного фактора на сапробность воды в ручье в районе с. Погореловка

Бородин Виктор,

учащийся 10-го класса,

Руководитель:

Белокопытова Л.В.,

педагог дополнительного образования, МБУДО «Станция юных натуралистов» Корочанского района Белгородской области, объединение «Овощеводство и цветоводство приусадебного хозяйства»

Введение

Вода — удивительная жидкость, без которой не способно существовать ни одно живое существо на планете Земля. И в большинстве своём нам всем нужна именно пресная вода, качество которой ежегодно ухудшается.

Ручьи представляют собой первичное звено гидрографической сети и выполняют важную роль в экологии гидросферы. Поэтому тема данной работы весьма актуальна для Белгородской области, т.к. «почти все реки Белгородщины берут начало из родников оврагов или балок, логов или ложков и получают прежде всего грунтово-е питание...» [1, с. 24].

В Белгородской области развёрнуто всенародное движение по сохранению и обустройству наших родников. Разработаны программы и конкурсы «Живи, родник, живи», «Святые источники Белогорья» и др. Большинство родников благоустроены, но проблема загрязнения малых водотоков и ручьёв за пределами благоустроенной территории существует и пока, к сожалению, мало обсуждается.

В нашем селе существует **проблема** антропогенного загрязнения ручья, протекающего неподалёку от школы. Поэтому мы и выбрали **объектом** исследования этот ручей. **Предметом** исследования стали беспозвоночные животные, обитающие в этом ручье. **Тема исследования** сформировалась в процессе доказательства **гипотезы** о том, что из-за содержания домашних уток на русле ручья сапробность воды повышается. **Целью работы** явилось определение характера влияния антропогенного фактора на сапробность воды в ручье с помощью **метода биоиндикации**.

Для осуществления поставленной цели выдвинуты **следующие задачи**:

- 1) определить виды животных макробентоса, обитающих в точках мониторинга;
- 2) произвести сравнительный анализ сапробности воды в точках мониторинга и по сезонам;
- 3) установить характер влияния антропогенного фактора на сапробность воды в ручье;
- 4) привлечь внимание общественности и администрации села к проблеме загрязнения ручья.

В работе использовались **следующие методы**: гидробиологических исследований, расчёт индекса сапробности по методу М.В. Чертопруда, систематическая обработка списка.

Научная новизна и ценность исследования заключается в применении новой модификации индекса сапробности Пантле–Букка, позволяющей существенно упростить анализ сапробности, одновременно повысив его чувствительность. Кроме того, данное исследование является частью федерального проекта «Мониторинг водных объектов» в рамках Всероссийской юннатской экспедиции «Земле — жить!» (Москва, ФДЭБЦ). Надеемся, результаты нашего исследования помогут в обобщении данных о качестве и загрязнении поверхностных вод в водотоках и водоёмах по всей России.

Анализ. В разделе обоснована целесообразность данного исследования. Приведены аргументы, подтверждающие актуальность выбранной темы.

Ясно сформулирована цель исследования. Задачи конкретны и соответствуют теме исследовательской работы. Научная новизна работы состоит в применении новой модификации индекса сапробности Пантле–Букка, позволяющей существенно упростить анализ сапробности, одновременно повысив его чувствительность.

Методы определения индексов сапробности

Для оценки экологического состояния водоёмов применяют различные качественные и количественные методы. Существуют химические, физико-химические и биологические методы оценки качества воды в природных водоёмах. Биоиндикация — это метод, который позволяет судить о состоянии водоёма по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов — биоиндикаторов.

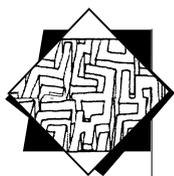
Животные организмы широко используются для определения уровня органического загрязнения (сапробности) водоёмов. Понятие **сапробность** сформулировано российскими основоположниками Я.Я. Никитинским и Г.И. Долговым и означает комплекс физиолого-биохимических свойств живых организмов, обуславливающий их способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ, т.е. с той или иной степенью загрязнения воды. Иногда, в связи с большим загрязнением природных вод, применяют термин «сапро-

токсобность», т.е. свойство организмов противостоять вредным загрязнителям.

Методы биоиндикации учитывают реакцию на загрязнение целых сообществ водных организмов или же отдельных систематических групп. При этом исследователи непосредственно на водоёме учитывают факт присутствия в нём индикаторных организмов, их обилие, наличие у них патологических изменений. Так, Р. Кольквитц и М. Марссон были не только пионерами в создании системы показательных организмов для оценки степени сапробности вод, но и дали списки видов-индикаторов, характерных для каждой из зон (Kolkwitz, Marsson, 1908^М, 1909^М). В дальнейшем, в течение всего XX века, накапливалась библиография, расширяющая и уточняющая таблицы видовых коэффициентов сапробности. О.П. Оксюк и В.Н. Жукинский в своих классификационных таблицах соотнесли две шкалы: сапробности и трофности. В.И. Жадиным (1964) было предложено экспериментально обосновать и параллельно использовать сразу три шкалы индикаторных организмов.

Также в России применяется система сапротоксобности, разработанная В.А. Яковлевым для водоёмов и водотоков Кольского Севера (1984, 1988, 1998). Она учитывает характер загрязнений, вносимых разнопрофильными (в первую очередь горнодобывающими) предприятиями региона. Большой вклад в разработку методов биоиндикации внесён Е.В. Балушкиной (1997), Г.И. Долговым и Я.Я. Никитинским (1926^М, 1927). Пополнили списки индикаторных организмов В.И. Жадин и А.Г. Родина (1950^М), Х. Либман (Liebmann, 1951^М, 1962^М).

Для количественной оценки способности гидробионта обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ Р. Пантле и Г. Букком (Pantle, Buck, 1955^М; Pantle, 1956^М) было введено некоторое условное численное значение — *индикаторная значимость* s_i (иной термин — *индивидуальный индекс сапробности i -го вида*). Выражаясь менее образно, Р. Пантле и Г. Букк, основываясь на обширных к тому времени списках показательных видов по сапробности, предложили заменить греческий термин на соответствующее число: $s_i = \{1 \text{ для олигосапробов, } 2 \text{ для } \beta\text{-мезосапробов, } 3 \text{ для } \alpha\text{-мезосапробов, } 4 \text{ для полисапробов}\}$. Тогда для каждой произвольной гидробиологической пробы по всем видам, встретившимся в справочниках, можно вычислить средневзвешенный



индекс сапробности, характеризующий степень загрязнения в точке измерения:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (s_i \times h_i)}{\sum_{i=1}^N h_i}$$

где N — число выбранных видов-индикаторов; h_i — относительная численность i -го вида.

Зона сапробности для биоценоза оценивается по S так же, как s_i — числом от 1 до 4 с округлением до ближайшего значения [5].

Для статистической достоверности результатов необходимо, чтобы в пробе содержалось не менее 12 индикаторных организмов с общим числом особей не менее 30. В. Сладечек, расширивший систему Кольквитца–Марссона, предложил несколько изменить значение индекса для зон сапробности и принять его значения для наиболее загрязнённых (эусапробных) вод от 4,51 до 8,5, а для чистых, ксеносапробных вод — от 0 до 0,5 (см. табл. 4.4).

Интересен графо-аналитический метод Г. Кнепше, но он достаточно сложен и трудоёмок. Все эти методики интересны. Одни из них грубее, но зато проще в использовании (в частности, требуют определения организмов до семейств или даже видов), другие более точны и сложны; некоторые разработаны для тех или иных конкретных регионов. Ознакомившись со всеми перечисленными выше методиками изучения сапробности воды, мы остановили свой выбор на методике М.В. Чертопруды. Тем более что именно эта методика была предложена в федеральном проекте «Мониторинг водных объектов».

Данная методика проще других в плане определения организмов, т.к. предполагает достаточным определение гидробионтов до семейства. Также автор методики предлагает не учитывать показатель обилия организмов, что ещё больше упрощает исследование. По М.В. Чертопруды, схема исследования выглядит так: отлов животных, их определение до семейства, определение сапробности и индикаторного веса каждого найденного организма и вычисление индекса сапробности по формуле

$$I = \frac{\sum SJ}{\sum J},$$

где S — сапробность каждого найденного в пробе индикаторного организма (от 0 до 4), J — его индикаторный вес (от 1 до 4).

Показатели S и J приведены в табл. 2 (Приложение 1). Сапробность таксона показывает, в водах какой степени загрязнённости он обычно встречается, а индикаторный вес — насколько узок диапазон загрязнения, характерный для таксона.

Классы сапробности водоёмов

Шкалой для измерения загрязнённости и качества воды обычно является шкала сапробности Кольквитца–Марссона (от 0 до 4 баллов, с расширением до 7 баллов для сточных вод).

В системе Госкомгидромета принята своя классификация из 6 классов качества вод. Сапробность около 0 баллов (от 0 до 0,5) характеризует ксеносапробные условия (1-й **класс** качества по Госкомгидромету, наиболее чистые воды; на практике встречаются крайне редко, обычно высоко в горах). Сапробность около 1 балла (от 0,5 до 1,5) характеризует олигосапробные условия (2-й **класс** качества по Госкомгидромету, наиболее чистые природные воды в нашем регионе). Сапробность около 2 баллов (1,5–2,5) — β -мезосапробные (3-й **класс** качества, умеренно загрязнённые воды). Сапробность около 3 баллов (2,5–3,5) — α -мезосапробные (4-й **класс** качества, загрязнённые воды), около 4 баллов (3,5–4,0) — полисапробные условия (5-й **класс** качества, грязные воды; это самая тяжёлая степень загрязнения, при которой встречаются макроорганизмы), более 4 баллов — гиперсапробные условия (6-й **класс** качества вод по Госкомгидромету, встречается в промышленных сточных водах).

При изучении качества воды методами биоиндикации следует учитывать некоторые методические тонкости. Во-первых, сапробность водоёмов имеет не только антропогенный, но и естественный характер; каждому водоёму присущ свой фон содержания органики (Приложение № 1, таблица 1). В реках и ручьях средней полосы естественная сапробность варьирует от олиго- до β -мезосапробного уровня; в озёрах обычно близка к β -мезосапробному уровню; малые стоячие водоёмы в силу естественной эвтрофикации обычно α -мезосапробны. Во-вторых, оцениваемое с помощью бентосных организмов качество воды различается в одном и том же водоёме на разных субстратах: обычно на камнях и макрофитах сапробность ниже, чем на заиленных грунтах (где скапливается органика и обычно наблюдается недостаток кислорода).

Анализ. Обзор литературы по теме представляет собой фундаментальный и всесторонний анализ современных основополагающих работ по проблеме. В работе представлены в сравнении методики биоиндикации, предложенные разными авторами и обоснован выбор методики Чертопруда по определению загрязнения водотоков. Аргументированно доказано, что метод, где используется новая модификация индекса сапробности Пантле-Букка для рек и ручьёв центра Европейской России, использовать проще и при этом не вредит достоверности данных. Автором определено содержание метода, выявлены условия, обеспечивающие эффективную реализацию метода.

Влияние антропогенного фактора на сапробность воды в ручье в районе с. Погореловка

В своей работе мы использовали систему биоиндикации, сочетающую в себе приемлемые уровни сложности, точности и универсальности и удобство применения на практике, разработанную В.М. Чертопрудом в МГУ специально для школьников. В ней используется новая модификация индекса сапробности Пантле-Букка для рек и ручьёв центра Европейской России (Чертопруд, 2002).

Для определения сапробности воды по этой методике достаточно определение организмов макробентоса длиной 5 мм и более.

Объектом исследования был выбран ближайший к школе ручей. В связи с поставленной целью на русле ручья было выбрано две точки мониторинга: точка № 1 — до источника загрязнения и точка № 2 — после источника загрязнения. Примерное расстояние между точками мониторинга — 15–20 м.

Анализ. Логически и аргументированно обосновано применение именно такой доступной для самостоятельного применения методики исследования. Точки забора исследовательского материала выбраны в соответствии с поставленной целью.

С января по октябрь 2013 года было совершено 10 экскурсий на ручей. Экскурсии проводились раз в месяц.

Основное оборудование: ведро, сачки, банки с притёртыми крышками, лотки для разбора и определения организмов, микроскоп, предметные стёкла, пинцеты, блокнот, компьютер.

Целью экскурсий был забор проб со всех доступных донных субстратов (из зарослей растительности, растущей в воде, ила, воды и предметов, находящихся на дне ручья). Пробы брались самодельным сачком в двух точках и собирались в разные ёмкости (Приложение 7).

После отлова пробы воды были промыты в ведре. Далее были отсажены в отдельные ёмкости крупные и хищные виды, чтобы они не поели друг друга до более детального изучения и точного определения в лаборатории. Первым шагом в оценке сапробности было составление списка найденных таксонов. Допускалось отбирать животных длиной 5 мм и больше. Определение нужно было проводить до уровня семейства (более точные определения требуются редко). Камеральная обработка проб и фиксация беспозвоночных проводились с использованием рекомендаций из определителя Ж.Е. Шапалёнка [2].

После изучения исследуемые животные были выпущены в ближайший к школе водоём.

В лаборатории проводились более точные определения беспозвоночных животных и их точная зарисовка, дающая наглядное рассмотрение животного. Определение средних и мелких беспозвоночных животных из полученных проб проводилось под микроскопом с боковой подсветкой при 8–20-кратном увеличении.

Определение микроорганизмов проводилось в лаборатории с использованием краткого определителя водных беспозвоночных животных Е.С. Шапалёнка [2].

Списки обнаруженных беспозвоночных приведены по месяцам сбора в Приложении 3.

На основе этих данных составлены общая таблица организмов, обнаруженных в ручье (Приложение 3, табл. 3), и таблица организмов-индикаторов (Приложение 4, табл. 4).

Для количественной оценки сапробности воды нами использовалась формула для вычисления индекса:

$$I = \sum SJ / \sum J ,$$

где S — сапробность каждого найденного в пробе индикаторного организма (от 0 до 4), J — его индикаторный вес (от 1 до 4).

Показатели S и J приведены в таблице. Сапробность таксона указывает, в водах какой степени загрязнённости он обычно

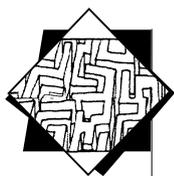


Таблица 1

Средние значения индекса сапробности в водотоках различного типа и размера

Ширина водотока, м	Каменистое дно, светлая вода	Песчаное дно	
		Светлая вода	Торфянистая вода
10–100	2,1	2,3	2,5
5–10	1,7	2,0	2,5
2–5	1,2	1,7	2,5
1–2	1,2	1,5	2,7
0,3–1	1,3	1,8	–

встречается, а индикаторный вес — насколько узок диапазон загрязнения, характерный для таксона.

Для пяти выделенных классов загрязнённости были выбраны значения сапробности, соответственно 0,5, 1,5, 2,5, 3,5 и 4. Значения нового индекса изменяются от 0,5 до 4 и могут характеризоваться общепринятыми терминами (0 — ксено-, 1 — олиго-, 2 — β -мезо-, 3 — α -мезо-, 4 — полисапробная зоны) и соответствуют шкале классического индекса Пантле–Букка в модификации Сладечка. Вместо показателя обилия в формулу Пантле–Букка включён индикаторный вес таксона (Приложение 1, табл. 2).

В качестве индикаторов служат 90 семейств макробентоса, виды которых наиболее распространены в наших пресных водах (Приложение 2, табл. 2). Сапробность каждого таксона, для удобства вычисления индекса, округлена с точностью до 0,5. Во всех случаях, кроме одного (*Tubificidae*), индикатором является нахождение таксона в пробе, без оценки его обилия. Представителей *Tubificidae* предлагается учитывать (как индикатор полисапробных условий) только при наличии их «в массе» (не менее 1 экз. на 1 см², при этом они доминируют в сообществе по численности наряду с личинками *Chironomidae*).

Полученные данные при расчёте индекса сапробности оформлены в табл. 5 (Приложение 5). По этим данным построены графики изменения сапробности воды в ручье по месяцам (Приложение 6). Также обобщены данные изменения сапробности воды по сезонам года в табл. 6 (Приложение 5).

Кривые индекса сапробности (Приложение 6, рис. 1) показывают его зависимость от времени года. Сапробность воды в ручье повышается по мере повышения температуры и ускорения процессов разложения органики. В точке № 2 сапробность повышается по мере накопления органических отходов и в августе достига-

ет максимума — 3,07, т.е. вода становится загрязнённой.

Сравнение индекса сапробности в точках 1 и 2 даёт полное подтверждение нашей гипотезы об ухудшении качества воды в ручье, в связи с разведением уток на его русле.

Для водоёма с шириной водотока 1–2 м и светлой водой с песчаным дном индекс сапробности допустим 1,5. По нашим расчётам, индекс сапробности зимой равен 1,43. Следовательно, в зимнее время вода в ручье чистая в обеих точках мониторинга. Но уже в марте в точке № 2 сапробность повышается, что можно объяснить возобновившимися в связи с потеплением процессами разложения прошлогодних органических остатков.

В весенне-летний период сапробность воды повышается в обеих точках в связи с сезонными изменениями и становится в точке № 1 умеренно загрязнённой, а в точке № 2 — загрязнённой.

Понижение сапробности воды в точке № 2 в июне можно объяснить тем, что в этом месяце на русло впервые в этом году были выпущены домашние утки. Животные в процессе питания уничтожили большую часть растительности и водных обитателей. В дальнейшем сапробность возрастает по мере накопления органического загрязнения, вымываемого из загона уток.

Анализ. В данном разделе исследовательского проекта раскрыта сущность и показана практика использования метода биоиндикации в области экологии. Большое внимание в проекте уделяется описанию биологического эксперимента, проведённого в рамках темы исследования и подтвердившего выдвинутую гипотезу о повышении уровня сапробности воды в ручье в связи с хозяйственной деятельностью человека.

Положительной характеристикой исследовательской работы является тот факт, что её автор проделал огромный

объём полевых и лабораторных исследований, невзирая на погодные условия.

Правильно структурированы и изложены результаты расчётов уровня сапробности водоёма по месяцам и по сезонам года. Автор работы обсуждает результаты исследования с разных точек зрения, но при этом имеет собственную оригинальную обоснованную позицию на полученные результаты.

Данной работе присуще многообразие способов представления результатов — графики, таблицы, фотографии. Улучшить работу могли лишь картографические материалы с обозначением точек мониторинга.

Выводы

1. В точках мониторинга обнаружены и определены представители 5 типов, 6 классов, 21 семейства.

2. Сапробность воды в обеих точках мониторинга возрастает летом и снижается к осени.

3. Хозяйственная деятельность человека приводит к увеличению сапробности и ухудшению качества воды в ручье. Класс сапробности воды в точке № 2 в результате загрязнения из β -мезасапробной (умеренно загрязнённой) становится α -мезасапробной, т.е. загрязнённой.

4. Источниками загрязнения воды являются домашние утки и бытовые отходы из ближайших домовладений.

Анализ. *Выводы конкретны и ясны. Содержание выводов полностью соответствует поставленным в исследовании задачам. Высок уровень обобщения и верно оценивается выдвинутая гипотеза.*

Заключение

Уровень сапробности воды в ручье возрастает в связи с сезонными изменениями и с хозяйственной деятельностью человека. Сапробность в точке № 2 в летний период возрастает до 3,07, что подтверждает гипотезу об ухудшении качества воды под воздействием антропогенного фактора. Ежемесячные экскурсии выявили дополнительные источники не только органического загрязнения — это бытовые отходы из близлежащих домовладений, сбрасываемые в ручей.

Для улучшения экологического состояния в районе ручья с. Погореловка мы провели следующую работу.

Члены объединения «Овощеводство и цветоводство крестьянского двора» Корочанской станции юных натуралистов провели разъяснительную работу среди жителей с. Погореловка о недопустимости выброса бытовых отходов вблизи ручья и других водотоков, написали статью в районную газету (Приложение 7, фото 2) и выпустили листовки по этой тематике (Приложение 7, фото 3);

Неоднократно провели экологическую акцию по очистке берегов ручья и его русла от мусора (Приложение 7, фото 4);

Установили у ручья табличку «Не сорить!».

Работа по мониторингу и улучшению экологического состояния ручья будет продолжена. Планируется изучение растительности этого водотока и создание коллекции моллюсков и других обитателей в ручье. 📷

Анализ. *В заключении прослеживаются перспективы дальнейших исследований в данном направлении. Природоохранная деятельность юннатов соответствует сложившейся экологической ситуации.*

Литература

1. Хижняк А.А. Природные ресурсы земли Белгородской. — Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1975.

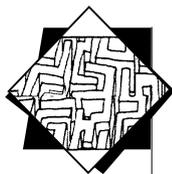
2. Краткий определитель водных беспозвоночных животных: учебное пособие для студентов биол. фак. Спец. 1–31 01 01 «Биология», 1–31 01 01 03 «Биотехнология», 1–33 01 01 «Биоэкология» / Е.С. Шапалёнок, Ж.Е. Мелешко. — Мн.: БГУ, 2005. — 243 с.

3. Райков Б.Е., Римский-Корсаков М.Н. Зоологические экскурсии. — М.: Топикал, 1994. — 640 с., ил.

4. Алексеев С.В., Груздева Н.Ф., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии: Учебное пособие / под ред. С.А. Алексеева. — М.: АО МДС, 1996. — 192 с.

5. <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content244/Content244.htm>

Библиографический список составлен по всем требованиям, в целом как и ссылки на литературные источники. Несмотря на 1975 год издания книги А.А. Хижняка «Природные ресурсы земли Белгородской», её использование оправдано достоверностью данных о водотоках Белгородской области.



Приложение 1

Таблица 2

Список индикаторов сапробности для индекса Пантле–Букка
в модификации Чертопрада для рек и ручьёв центра Европейской России

Таксоны	Сапробное значение	Индикаторный вес	Таксоны	Сапробное значение	Индикаторный вес
1	2	3	4	5	6
СТРЕКОЗЫ			РУЧЕЙНИКИ		
<i>Gomphidae</i>	2	3	<i>Arctopsychidae</i>	1	3
<i>Calopterygidae</i>	2,5	2	<i>Apataniidae</i>	0,5	4
<i>Plathyncnemididae</i>	3	2	<i>Glossosomatidae</i>	0,5	4
<i>Coenagrionidae</i>	3,5	1	<i>Goeridae</i>	1	4
<i>Lestidae</i>	3	3	<i>Rhyacophilidae</i>	1	4
<i>Aeschnidae</i>	3	3	<i>Polycentropodidae</i>	1,5	2
<i>Corduliidae</i>	2	2	<i>Psychomyidae</i>	2	3
<i>Libellulidae</i>	3	3	<i>Phryganeidae</i>	2,5	2
<i>Cordulegasteridae</i>	1,5	3	<i>Beraeidae</i>	2	2
ПОДЕНКИ			<i>Brachycentridae</i>	2	2
<i>Ameletidae</i>	0,5	4	<i>Molannidae</i>	2	2
<i>Baetidae</i>	2	1	<i>Hydroptilidae</i>	2	2
1	2	3	4	5	6
<i>Metretropodidae</i>	1	2	<i>Hudropsychidae</i>	2	1
<i>Ephemeridae</i>	1,5	2	<i>Leptoceridae</i>	2,5	2
<i>Ephemerellidae</i>	2	3	<i>Lepidostomatidae</i>	1,5	2
<i>Leptophlebiidae</i>	1,5	1	<i>Limnephilidae</i>	2	1
<i>Heptageniidae</i>	2	1	<i>Sericostomatidae</i>	1,5	2
<i>Caenidae</i>	2,5	3	ДВУКРЫЛЫЕ		
<i>Siphonuridae</i>	2,5	2	<i>Simuliidae</i>	2	1
<i>Polymitarcyidae</i>	2	2	<i>Muscidae</i>	3	2
<i>Potamanthidae</i>	2	3	<i>Athericidae</i>	2	3
ВЕСНЯНКИ			РАКООБРАЗНЫЕ		
<i>Perlodidae</i>	1	4	<i>Gammaridae</i>	2,5	2
<i>Leuctridae</i>	1	3	<i>Asellidae</i>	3	2
<i>Capniidae</i>	2,5	3	<i>Astacidae</i>	2	2
<i>Chloroperlidae</i>	1	3	ПИЯВКИ		
<i>Taeniopterigidae</i>	1,5	3	<i>Glossiphoniidae</i>	2,5	2
<i>Nemouridae</i>	2	1	<i>Piscicolidae</i>	2,5	2
			<i>Hirudinidae</i>	3	2
КЛОПЫ			<i>Erpobdellidae</i>	3	2
<i>Aphelocheiridae</i>	2	4	ОЛИГОХЕТЫ		
<i>Corixidae</i>	2,5	1	<i>Tubificidae</i>	4	2
<i>Notonectidae</i>	3	2	<i>Naididae</i>	2,5	2

Таксоны	Сапробное значение	Индикаторный вес	Таксоны	Сапробное значение	Индикаторный вес
1	2	3	4	5	6
<i>Nepidae</i>	2,5	2	БРЮХОНОГИЕ		
<i>Naucoridae</i>	3	3	<i>Ancylidae</i>	1,5	2
<i>Pleidae</i>	2,5	3	<i>Acroloxidae</i>	2,5	1
ВИСЛОКРЫЛКИ			<i>Lymnaeidae</i>	2,5	1
<i>Sialidae</i>	2	1	<i>Bithyniidae</i>	2,5	1
ЖУКИ			<i>Physidae</i>	3	1
<i>Chrysomelidae</i>	3	1	<i>Planorbidae</i>	3	1
<i>Dytiscidae</i>	2,5	1	<i>Valvatidae</i>	3	1
<i>Dryopidae</i>	2,5	1	<i>Vaviparidae</i>	2,5	1
<i>Elmidae</i>	1,5	2	<i>Bulinidae</i>	2,5	1
<i>Elodidae</i>	2	1	<i>Neritidae</i>	2	2
<i>Halplidae</i>	2,5	1	<i>Lithoglyphidae</i>	2,5	1
<i>Helophoridae</i>	3	1	ДВУСТВОРЧАТЫЕ		
<i>Hydrophilidae</i>	3	1	<i>Unionidae</i>	2,5	1
<i>Hydrochidae</i>	3	1	<i>Dreissenidae</i>	2,5	1
<i>Hydraenidae</i>	2	1	<i>Sphaeriidae</i>	2,5	1
<i>Noteridae</i>	2,5	1	<i>Pisidiidae</i>	2	1
<i>Gyrinidae</i>	2,5	1	<i>Euglesidae</i>	2,5	1

Приложение 2

Списки обнаруженных организмов

Январь

Обитатели точки № 1

1. Представители семейства мокрецы – Сем. Ceratopogonidae (меньших размеров, чем в точке № 2).

Индекс сапробности вычислить не удаётся из-за недостатка обнаруженных видов.

2. Личинка ручейника *Rhyacophila nubile*, Сем. Rhyacophilidae $S = 1, J = 4$

$I = 1$

Обитатели точки № 2

В зарослях осоки большое количество бурых плоских червей размером 2–5 мм. Мы их определили как бурую планарию (род. *Planaria*, вид *Planaria torva*)

Отр. Ephemeroptera (Поденки) – *Potamanthus luteus*; $S = 2, J = 3$

Личинка ручейника *Rhyacophila nubile*, Сем. Rhyacophilidae $S = 1, J = 4$

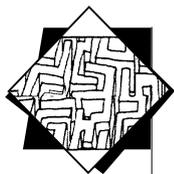
Представители семейства мокрецы – Сем. Ceratopogonidae. Более крупные и многочисленные, чем в пробе № 1.

Были обнаружены несколько тонких червей красного цвета длиной около 1,5 см. Tubificidae (трубочник) $S = 4, J = 2$

Индекс сапробности $I = 2 \times 3 + 1 \times 4/3 + 4 = 1,43$ (т.к. трубочник был обнаружен в большом количестве, мы его не включали в расчёт сапробности).

В пробе было обнаружено около десяти представителей ракообразных сем. Cyclopiidae *Cyclops* sp, но сапробность и индикаторный вес этого организма отсутствует в таблице, приведённой в рекомендациях

$I = 1,43$



Февраль

Обитатели, выявленные в точке № 1

1. Представители семейства мокрецы — Сем. Ceratopogonidae (меньших размеров, чем в точке № 2).

2. Ручейники сем. Goeridae. *Gjera pilosa* $S = 1, J = 4$
 $I = 1$

Обитатели точки № 2

1. Личинка ручейника *Rhyacophila nubile*, Сем. Rhyacophilidae $S = 1, J = 4$

2. Представители семейства мокрецы — Сем. Ceratopogonidae. Более крупные и многочисленнее, чем в пробе № 1.

Один тонкий червь красного цвета длиной около 1,5 см — Tubificidae (трубочник) $S = 4, J = 2$. Для расчёта индекса сапробности его не используют, т.к. он представлен в небольшом количестве.

3. Отр. Ephemeroptera (Поденки) — *Potamanthus Luteus*; $S = 2, J = 3$
сем. Cyclopidae *Cyclops* sp.
 $I = 1,43$

Март

Обитатели, выявленные в точке № 1

1. *Gammarus Lacustris pulex*, сем. Gammaridae, $S = 2,5, J = 2$.

2. Веснянки сем. Leuctridae $S = 1, J = 3$.

3. *Trichocirka sarcusina* — коловратка.

$I = 1,3$

Обитатели точки № 2

1. Личинка веснянки сем. Leuctridae / *Leuctra fusca*, $S = 1, J = 3$.

2. Ручейник сем. Phryganeidae, *Oligostomis reticulata* $S = 2,5, J = 2$

3. Личинка жука трясинника *Scirtes* sp.

4. На собранных со дна камнях обнаружены ракообразные сем. Gammaridea / *Gammarus lacustris*, $S = 2,5, J = 2$.

$I = 2,5$

Апрель

Обитатели, выявленные в точке № 1

На камнях было обнаружено большое количество ракообразных *Gammarus Lacustris pulex*, сем. Gammaridae, $S = 2,5, J = 2$

$I = 2,5$

Обитатели точки № 2

1. Бурая планария (род. *Planaria*, вид *Planaria torva*).

2. На собранных со дна камнях, остатках растительности в большом количестве обнаружены ракообразные сем. Gammaridea, *Gammarus lacustris*, $S = 2,5, J = 2$.

3. Паук-гидрофил — сем. Pisauridae *Dolomedes fimbriatus*.

4. Личинки комаров-болотниц сем. Limoniidae.

5. Личинки комаров-звонцов сем. Chromonidae.

6. Личинки береговушек сем. Ephyridae.

7. Блестящая катушка-*Segnentina nitida* $S = 3, J = 1$.

8. Килевая катушка сем. Planorbidae $S = 3, J = 1$.

$I = 2,75$

Май

Обитатели, выявленные в точке № 1

На камнях было обнаружено большое количество ракообразных

1. *Gammarus Lacustris pulex*, сем. Gammaridae, $S = 2,5, J = 2$.

Обитатели точки № 2

1. Бурая планария (род. *Planaria*, вид *Planaria torva*).

2. На собранных со дна камнях, остатках растительности в большом количестве обнаружены ракообразные сем. Gammaridea, *Gammarus lacustris*, $S = 2,5, J = 2$.

3. Паук-гидрофил — сем. Pisauridae *Dolomedes fimbriatus*.

4. Личинки комаров-болотниц сем. Limoniidae.

5. Личинки комаров-звонцов сем. Chromonidae.

6. Личинки береговушек сем. Ephyridae.

7. Блестящая катушка-Segnentina nitida сем. Planorbidae $S = 3, J = 1$.
 $I = 2,7$

Июнь

Обитатели точки № 1

1. Gammarus Lacustris pulex, сем. Gammaridae, $S = 2,5, J = 2$
 $I = 2, 5$

Обитатели точки № 2

1. Бурая планария (род. Planaria, вид Planaria torva).
 2. На собранных со дна камнях, остатках растительности в большом количестве обнаружены ракообразные сем. Gammaridea, Gammarus lacustris, $S = 2,5, J = 2$.
 3. Паук-гидрофил — сем. Pisauridae Dolomedes fimbriatus.
 4. Сем. Limnephelidae — настоящие ручейники, B. Stenophylax sp. $S = 2, J = 1$.
 5. B. Limnatus vitatus $S = 2, J = 1$.
 6. Личинки комаров-звонцов сем. Chromonidae.
 7. Личинки береговушек сем. Ephyridae (двукрылые).
 8. Блестящая катушка-Segnentina nitida сем. Planorbidae $S = 3, J = 1$.
 9. Килевая катушка сем. Planorbidae $S = 3, J = 1$.
 10. Шаровка сем. Sphaeriidae $S = 2,5, J = 1$.
- $I = 2,5$

Июль

Обитатели точки № 1

1. Сем. Dixidae — земноводные комарики.
 2. Сем. Gammaridae, Gammarus Lacustris pulex $S = 2,5, J = 2$.
- $I = 2,5$

Обитатели точки № 2

1. Сем. Gammaridea, Gammarus lacustris, $S = 2,5, J = 2$.
 2. Личинки комаров-звонцов сем. Chromonidae.
 3. Личинки комаров-болотниц сем. Limoniidae.
 4. Ручейник сем. Phryganeidae, Oligostomis reticulata $S = 2,5, J = 2$.
 5. Сем. Leptoceridae (тонкоусые ручейники) Leptocerus tineiformis $S = 2,5, J = 2$.
 6. Сем. Tubificidae (трубочник) менее 5 штук на 1 кв. см площади. Следовательно, использовать при расчёте сапробности не надо.
 7. Килевая катушка сем. Planorbidae $S = 3, J = 1$.
 8. Сем. Limnaeidae прудовик вытянутый (Limnaea peregra) $S = 2,5, J = 1$.
- $I = 2,94$

Август

Обитатели точки № 1

1. Сем. Ceratopogonidae — мокрецы.
 2. Сем. Gammaridae, Gammarus Lacustris pulex $S = 2,5, J = 2$.
- $I = 2,5$

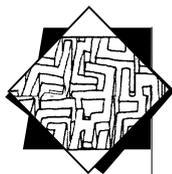
Обитатели точки № 2

1. Сем. Nepidae-водяные скорпионы, B. Nepa cinerea — водяной скорпион $S = 2,5, J = 2$.
 2. Сем. Erpobdellidae малая ложноконская пиявка $S = 3, J = 2$.
 3. Личинки комаров-болотниц сем. Limoniidae.
 4. Личинки жуков сем. Scirtidae в. Scirtes sp.
 5. Жуки сем. Scirtidae, в. Hydroponus sp.
 6. Tubificidae (трубочник) Представителей этого семейства было обнаружено достаточно, чтобы использовать при расчёте сапробности $S = 4, J = 2$.
 7. Моллюски Шаровка сем. Sphaeriidae $S = 2,5, J = 1$.
- $I = 3,07$

Сентябрь

Обитатели точки № 1

1. Сем. Gammaridae, Gammarus Lacustris pulex $S = 2,5, J = 2$.
 2. Сем. Ceratopogonidae — мокрецы.
 3. Сем. Sialidae — личинка вислокрылки, $S = 2, J = 1$.
- $I = 2,3$



Обитатели точки № 2

1. Сем. Nepidae – водяные скорпионы, *B. Nepa cinerea* – водяной скорпион $S = 2,5, J = 2$.
 2. Сем. Gammaridea, *Gammarus lacustris*, $S = 2,5, J = 2$.
 3. Личинки комаров-звонцов сем. Chironomidae.
 4. Личинки комаров-болотниц сем. Limoniidae.
 5. Tubificidae (трубочник) Представителей этого семейства было обнаружено больше пяти на 1 кв.см, следовательно, их можно использовать при расчёте сапробности $S = 4, J = 2$.
 6. Личинки сем. Simuliidae – мошки, вид. *Simulium* sp. $S = 2, J = 1$.
- $I = 2,9$

Октябрь

Обитатели точки № 1

1. Сем. Gammaridae, *Gammarus Lacustris pulex* $S = 2,5, J = 2$.
 2. Сем. Sialidae – личинка вислокрылки, $S = 2, J = 1$.
 3. Блестящая катушка-*Segnentina nitida*, сем. Planorbidae $S = 3, J = 1$.
- $I = 2$

Обитатели точки № 2

1. Сем. Nepidae – водяные скорпионы, *B. Nepa cinerea* – водяной скорпион $S = 2,5, J = 2$.
 2. Сем. Gammaridea, *Gammarus lacustris*, $S = 2,5, J = 2$.
 3. Двукрылые коконы сем. Simuliidae – мошки, вид. *Simulium* sp.
 4. Сем. Dixidae – земноводные комарики.
 5. Личинки сем. Psychodidae- бабочницы, вид. *Pericoma* sp.
 6. Личинки сем. Chironomidae – комары-звонцы, вид. *Chironomus* sp.
 7. Сем. Culicidae – настоящие комары, виды *Aedes* sp., *Anophels* sp.
 8. Личинки сем. Simuliidae – мошки, вид. *Simulium* sp. $S = 2, J = 1$.
 9. Моллюски Шаровка сем. *Sphaeriidae*, $S = 2,5, J = 1$.
 10. Килевая катушка сем. Planorbidae $S = 3, J = 1$.
- $I = 2,5$

Приложение 3

Таблица 3

Списки организмов, обнаруженных в ручье в районе с. Погореловка

Таксоны	Представители
Тип Коловратки (Rotatoria) Тип Плоские черви (Plathelminthes) Кл. Ресничные (Turbellaria)	Бурая планария (<i>Planaria torva</i>)
Тип Кольчатые Черви Класс Малощетинковые	Малая ложноконская пиявка (Сем. <i>Erpobdellidae</i>)
Тип Моллюски: Класс Брюхоногие Сем. Живородки (<i>Viviparidae</i>) Сем. Катушки (Planorbidae)	Живородка (<i>Viviparus viviparus</i>) Блестящая катушка (<i>Segnentina nitida</i>), Килевая катушка (<i>Planorbis carinatus</i>), Скрученная катушка (<i>Anisus cinctus</i>)
Сем. Прудовики (Limnoideidae) Кл. Двустворчатые	Прудовик вытянутый (<i>Limnaea peregra</i>) Сем. Шаровки (<i>Sphaeriidae</i>)
Тип Членистоногие: Класс Ракообразные Сем. Циклопы (Cyclopidae) Класс Насекомые: Отр. Полужесткокрылые Сем. Водяные скорпионы. (Nepidae)	Бокоплав (<i>Gammarus Lacustris pulex</i>) <i>Cyclops</i> sp Водяной скорпион (<i>Nepa cinerea</i>)
Отряд Жёсткокрылые (личинки) Сем. Трясинники (Scirtidae)	Сем. Трясинники (<i>Scirtes</i> sp.) (в. <i>Hydroponus</i> sp)

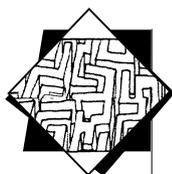
Таксоны	Представители
Отряд Подёнки (личинки)	Поденка (<i>Potamanthus luteus</i>)
Отряд Двукрылые (личинки)	мокрецы (Сем. Ceratopogonidae) Мошки (Сем. Simuliidae), вид. <i>Simulium</i> sp земноводные комарики (сем. Dixidae) Комары-болотницы (сем. Limoniidae) комары-звонцы (сем. Chromonidae)
Отр. Ручейники	Бабочницы (Сем. Psychodidae) настоящие комары (Сем. Culicidae, виды <i>Aedes</i> sp., <i>Anophels</i> sp.), Береговушки (сем. Ephyridae) Сем. Goeridae, ручейники прибрежные <i>Goera pilosa</i> Сем. Ручейники стремнинные (<i>Rhyacophilidae</i>) <i>Rhyacophila nubile</i> сем. Фриганеиды (<i>Phryganeidae</i>), <i>Oligostomis reticulata</i> Сем. Настоящие ручейники (<i>Limnephelidae</i>) <i>V. Stenophylax</i> sp. Сем. <i>Leptoceridae</i> (тонкоусые ручейники) <i>Leptocerus tineiformis</i>

Приложение 4

Таблица 4

Список обнаруженных организмов-индикаторов сапробности

Таксоны	Сапробное значение	Индикаторный вес	Таксоны	Сапробное значение	Индикаторный вес
1	2	3	4	5	6
ПОДЕНКИ			РУЧЕЙНИКИ		
			<i>Goeridae</i>	1	4
			<i>Rhyacophilidae</i>	1	4
			<i>Phryganeidae</i>	2,5	2
			<i>Leptoceridae</i>	2,5	2
<i>Potamanthidae</i>	2	3	<i>Lepidostomatidae</i>	1,5	2
			<i>Limnephelidae</i>	2	1
			<i>Sericostomatidae</i>	1,5	2
			ДВУКРЫЛЫЕ		
			<i>Simuliidae</i> (мошки)	2	1
ВЕСНЯНКИ			РАКООБРАЗНЫЕ		
<i>Leuctridae</i>	1	3	<i>Gammaridae</i>	2,5	2
			ПИЯВКИ		
			<i>Erypodellidae</i>	3	2
КЛОПЫ			ОЛИГОХЕТЫ		
<i>Nepidae</i>	2,5	2	<i>Tubificidae</i>	4	2
			БРЮХОНОГИЕ		
			<i>Lyttaeidae</i>	2,5	1
ВИСЛОКРЫЛКИ			<i>Planorbidae</i>	3	1
<i>Sialidae</i>	2	1	<i>Vaviparidae</i>	2,5	1
			ДВУСТВОРЧАТЫЕ		
			<i>Sphaeriidae</i>	2,5	1



Приложение 5

Таблица 5

Сравнительная таблица уровня сапробности в двух точках мониторинга по месяцам

Месяц	Уровень сапробности	
	Точка № 1	Точка № 2
Январь	1	1,43
Февраль	1	1,43
Март	1,3	2,5
Апрель	2,5	2,75
Май	2,5	2,75
Июнь	2,5	2,5
Июль	2,5	2,94
Август	2,5	3,07
Сентябрь	2,3	2,9
Октябрь	2	2,5

Таблица 6

Сравнение средних значений индекса сапробности по сезонам

№ п\п	Сезон года	Средние значения индекса сапробности, I ср	
		Точка № 1	Точка № 2
1	Зима	1	1,43
2	Весна	2,1	2,67
3	Лето	2,5	2,83
4	Осень	2,15	2,7

Приложение 6

Изменение индекса сапробности воды по месяцам

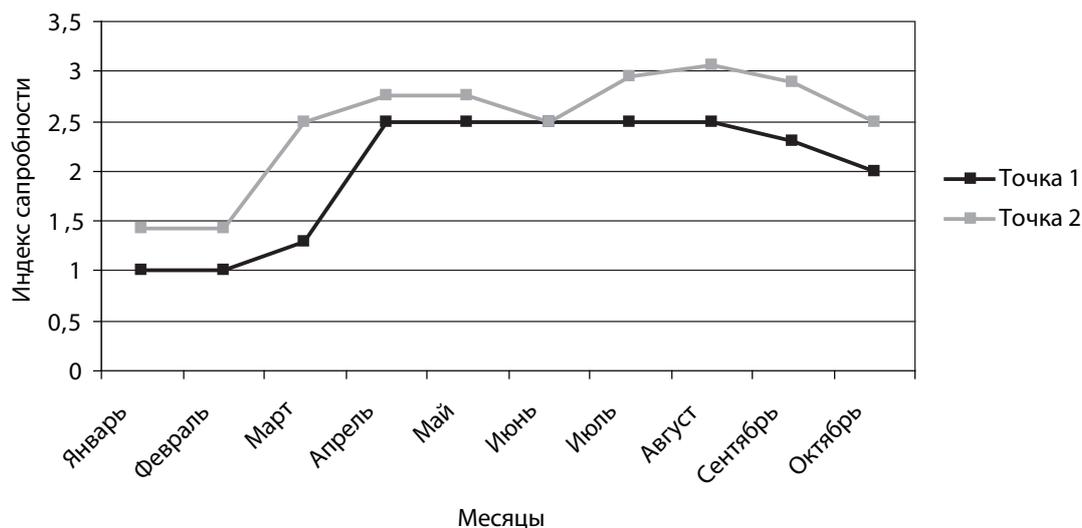


Рис. 1. Кривые изменения индекса сапробности