

Министерство просвещения Российской Федерации

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования Костромской области «Эколого-биологический центр «Следово» им. Ю.П. Карвацкого»

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды

**СТРУКТУРА И БИОИНДИКАЦИОННАЯ РОЛЬ ЗООБЕНТОСА
В ПРОСТРАНСТВЕ БАСЕЙНА РЕКИ ПОКШИ
КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Автор:

ЕРМОЛИНА Полина Алексеевна,
10 класс МКОУ «Иконниковская СШ»
Красносельского муниципального р-на
Костромской области,

Научный руководитель:

АНЦИФЕРОВ Анатолий Леонидович,
кандидат биологических наук,
педагог дополнительного образования
ГБУДО КО ЭБЦ «Следово»
им. Ю.П. Карвацкого

КОСТРОМА
2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|--|------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| Глава 1. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ..... | 5 |
| 1.1. Краткая эколого-географическая характеристика бассейна реки Покши.... | 5 |
| 1.2. Условия сбора фактических данных..... | 5 |
| 1.3. Камеральная обработка и анализ данных..... | 7 |
| 1.4. Биоиндикация качества водной среды..... | 8 |
| Глава 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ..... | 9 |
| 2.1. Таксономический состав фауны зообентоса в бассейне реки Покши..... | 9 |
| 2.2. Доминантный состав зообентоса и его распределение в границах бассейна р. Покши..... | 11 |
| 2.3. Характеристика фауны зообентоса бассейна р. Покши по показателю встречаемости..... | 12 |
| 2.4. Кластеризация топографических участков бассейна реки Покши по принципу фаунистической общности зообентоса..... | 13 |
| 2.5. Состояние качества водной среды бассейна реки Покши во взаимосвязи с особенностями структуры бентосной фауны..... | 15 |
| ВЫВОДЫ..... | 17 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 18 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ..... | I |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время малые речные водотоки (площадью водосбора не более 2000 км²), формирующие до 50% суммарного речного стока и 94,7% всей гидросети России, находятся в неблагоприятном экологическом состоянии. По сравнению с другими типами водных объектов малые реки являются наиболее уязвимыми в условиях интенсивной антропогенной нагрузки (Ткачев, Булатов, 2002). Их состояние является индикатором антропогенного воздействия и экологической обстановки на территории, что неизбежно отражается и на водоемах более крупного порядка. Костромская область располагает богатой сетью малых рек, к числу которых относится и река Покша – водный объект рыбохозяйственного значения высшей категории (Баринов и др., 2014). Местность, которую занимает бассейн реки Покши, отличается высокой степенью хозяйственного освоения, растущая интенсивность которого представляет серьезную угрозу экологическому равновесию водоема. В связи с этим изучение и контроль биоразнообразия и экологического состояния реки Покши и ее водосбора являются актуальными.

В свою очередь, одним из важнейших элементов экосистемы речного бассейна является зообентос. Актуальность изучения зообентоса определяется тем, что сообщества донных беспозвоночных являются чувствительными индикаторами загрязнения и эвтрофикации водных объектов и имеют предсказуемую реакцию на антропогенные воздействия разного рода (Безматерных, 2008; Льюис, Умнов, 2012). При этом степень их изученности на территории Костромской области недостаточна.

В целях биоиндикации использование зообентоса более целесообразно, по сравнению с другими экологическими группами, т. к. его представители обладают продолжительным жизненным циклом и всегда присутствуют в биоценозе.

Зообентос является еще и очень удобным объектом для изучения т. к. для его отлова требуется только самое простейшее оборудование, его представителей можно обнаружить практически в любом водоеме, и они доступны для определения.

Настоящая работа обобщает итоги исследований периода с 2015 по 2018 годы с дополнением новых сведений и применением новых способов анализа данных.

Цель работы: изучить особенности структуры и состояние бентосной фауны в пространстве бассейна реки Покши для дальнейшего применения в биоиндикации водной среды.

Задачи:

1. Произвести отлов, учет и определение представителей зообентоса в различных топографических участках речного бассейна;
2. Оценить таксономическое разнообразие зообентоса бассейна реки, встречаемость и характер распространения видов в пространстве бассейна;
3. Осуществить кластерный анализ бассейна Покши по принципу биоценотической общности бентосной фауны;
4. Оценить состояние качества водной среды бассейна во взаимосвязи с особенностями структуры бентосной фауны.

Глава 1. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Краткая эколого-географическая характеристика бассейна реки Покши

Река Покша протекает по территориям Костромской и Ивановской областей, является левым притоком Горьковского водохранилища. Длина – 89 км, в том числе в Костромской области – 75 км. Площадь водосбора – 731 км². Крупнейшие притоки – реки Танга и Сендега. Долина реки извилистая, трапецеидальная, шириной 1000-1200 м. Склоны долины преимущественно пологие, сложены в основном суглинистыми грунтами. Высота склонов долины в среднем – 20 м.

Пойма реки двухсторонняя или чередующаяся по берегам. Преобладающая ширина поймы 200-250 м, прирусловая часть реки сложена аллювиальными песками и супесью, центральная и присклоновая – заиленными суглинками. Русло реки извилистое, слаборазветвленное. Ширина реки изменяется от 1-3 м в верховье до 20-40 м в среднем и нижнем течении. Глубины на перекатах до 1 м, на плесах до 1,2 м. Дно песчано-галечное. Берега песчаные высотой 1,5-3 м (Баринов и др., 2014).

1.2. Условия сбора фактических данных

Отбор проб производился в летние периоды с 2015 по 2018 годы. Станции отбора проб располагались в 8 географических зонах речного бассейна (рис. 1), равномерно охватывающих общее пространство бассейна с основными его водотоками: р. Покша (5 станций), р. Сендега (2 станции), р. Танга (1 станция). Весь полигон исследований охватывает Костромской, Красносельский и Судиславский районы Костромской области с наиболее крупными населенными пунктами: пос. Каравеево, с. Иконниково, д. Ченцы, д. Б. Андрейково, д. Буртасово и другие.

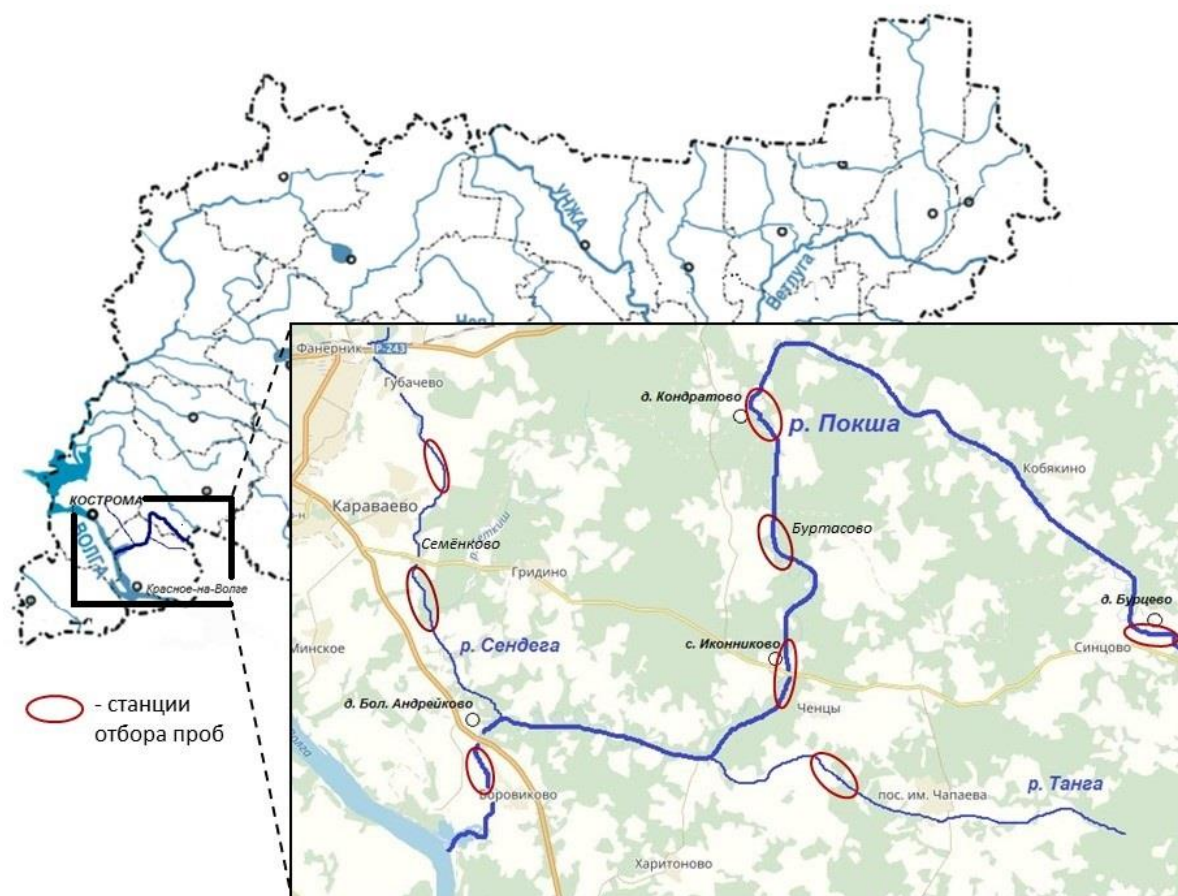


Рис. 1. География размещения учетных секторов и точек взятия проб в бассейне реки Покши (станции наблюдений обведены эллипсами)

Сбор фактического материала производился с использованием стандартных орудий лова: донный скребок и водный сачок-промывалка (Голуб и др., 2012; Лобуничева и др. 2013), что позволяет оценить численность и состав обитателей водоема и соответствует задачам полевых исследований. Пробы отбирались на глубине до 1 м, не более 3 м от края берега.

После промывания материал переносился в лоток, подвергался выборке пинцетом и переносился в емкости: стеклянные герметичные банки. Банки маркировались. Для дальнейшего определения экземпляры фиксировались раствором формалина.

1.3. Камеральная обработка и анализ данных

Определение экземпляров бентосной фауны производилось по определительным таблицам: Е. М. Хейсина (1962); Б. М. Мамаева (1972); Л. А. Кутиковой и Я. И. Старобогатова (1977); М. В. Чертопруд и Е. С. Чертопруд, (2011) и др.

При характеристике роли вида по обилию использовалась наиболее часто применяемая в гидробиологии шкала Крогеруса: доминанты – составляют более 5% общего количества особей, инфлюенты (субдоминанты) – от 2 до 5%, реценденты (редкие) – менее 2% (Экологический мониторинг ..., 2006).

Для оценки значимости отдельного вида в сообществе речного бассейна использована наиболее часто употребляемая в гидробиологии шкала встречаемости: константные виды – встречаемость более 50%, второстепенные – 25-50%, случайные – менее 25% (Экологический мониторинг..., 2006).

В сравнительном анализе участков бассейна Покши по видовому составу зообентоса применялся один из наиболее часто используемых показателей – коэффициент Жаккара (k), рассчитываемый по формуле:

$$k = c / a+b-c,$$

где **a** – количество видов в одном пробном участке, **b** – количество видов в другом пробном участке, **c** – количество видов, встречающихся одновременно в обоих сравниваемых участках (Экологический мониторинг..., 2000).

Кластерный анализ выполнялся с использованием пакета прикладных программ «STATISTICA 10» (Буреева, 2007).

1.4. Биоиндикация качества водной среды

Для оценки уровня загрязненности воды в исследуемых участках реки применялся биотический показатель из числа рекомендованных Европейской Рамочной Водной Директивой (WFD)¹ – *TBI*, Trent Biotic Index (индекс Вудивисса) (Шитиков и др., 2003; Семенченко, 2004; Зинченко и др., 2011). Установлено, что данный индекс обладает наибольшим постоянством и является одним из наиболее информативных и надежных методов для оценки качества вод малых рек (Головатюк, Зинченко, 2011; Зинченко и др., 2011). Индекс *TBI* до настоящего времени является одним из основных в системах биоиндикации различных стран, в том числе стран СНГ (Семенченко, 2004).

В качестве альтернативной метрики сапробности водотока использовался индекс сапробности Пантле-Букка (*I*), модифицированный М. В. Чертопруд в 2002 году:

$$I = \Sigma(S \times J) / \Sigma J,$$

где *S* – сапробность каждого найденного в пробе индикаторного таксона (от 0 до 4). *J* – его индикаторный вес (от 1 до 4).

Значения индекса сапробности по Чертопруд изменяются от 0 до 4 баллов и интерпретируются по шкале Кольквитца-Марссона (0 – ксеносапробные условия, 1 – олигосапробные, 2 – мезосапробные (бета- и альфа), полисапробные).

По данным автора метрики, последняя модификация индекса Пантле-Букка более адекватно отражает уровень реального загрязнения (Чертопруд, 2002, 2007; Чертопруд, Чертопруд, 2011).

¹ Европейская рамочная директива (WFD) принята в 2000 году и дала существенный толчок развитию и совершенствованию систем биоиндикации в странах ЕС. Этот документ регламентирует подходы в политике охраны, использования и управления водными ресурсами.

Глава 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Таксономический состав фауны зообентоса в бассейне реки Покши

Всего за 4-летний период исследований в бентосе бассейна реки Покши учтено **1185** особей беспозвоночных, относящихся к **59 видам** из 7 классов и 31 семейству (табл. 1 приложения).

По количеству видов более разнообразен класс насекомых – 37 видов. Остальные классы беспозвоночных представлены существенно меньшим количеством видов (рис. 2).

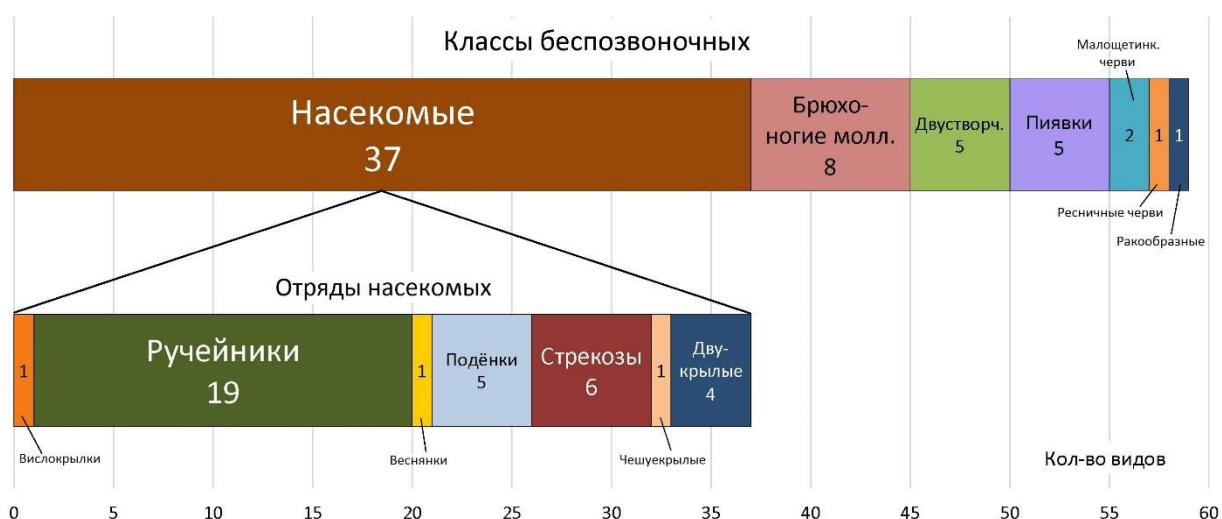


Рис. 2. Таксономическая структура зообентоса в бассейне р. Покши

Класс насекомых зообентоса, в свою очередь, представлен 7 отрядами, из которых наиболее разнообразны ручейники (*Trichoptera*) – 19 видов (28,6% от общего видового состава насекомых).

Уровень видового богатства сообщества зообентоса, в зависимости от его местоположения в пространстве речного бассейна, колеблется в диапазоне от 13 и 15 видов в районе деревень Буртасово и Б. Андрейково до 25 и 39 видов у деревень Семёново и Кондратово соответственно (рис. 3).

2.2. Доминантный состав зообентоса и его распределение в границах бассейна р. Покши

В общем составе видов зообентоса бассейна реки Покши самыми массовыми (доминантными) являются следующие 6 видов (по степени убывания доли): поденка *Heptagenia sp.* – 11,3% от общей численности, трубочник обыкновенный (*Tubifex tubifex*) – 8,9%, малая ложноконская пиявка (*Herpobdella octoculata*) – 7,8%, ручейник *Hydropsyche sp.* – 6,9%, звонец уклончивый (*Clinotanypus sp.*) – 5,8% и ручейник анаболия (*Anabolia sp.*) – 5,5%.

В зависимости от топографического местоположения пробных участков на площади речного бассейна доминантный состав бентосной фауны заметно изменяется и для каждого участка специфичен. Относительно стабильно в сообществе зообентоса доминируют только ручейник *Hydropsyche sp.*, и малая ложноконская пиявка (в 50% от всех топографических участков).

Таблица 1

Доминантный состав зообентоса и его распределение в пространстве бассейна реки Покши

| Топографический участок бассейна | Виды-доминанты | Доля вида, % |
|----------------------------------|--|--------------|
| д. Бурцево (Покша) | 1. <i>Calopteryx splendens</i> (красотка блестящая) | 12,3 |
| | 2. <i>Anabolia sp.</i> (ручейник) | 10,8 |
| | 3. <i>Valvata piscinalis</i> (затворка) | 10,8 |
| | 4. <i>Clinotanypus sp.</i> (звонец уклончивый) | 9,2 |
| | 5. <i>Baetis sp.</i> (двухвостая поденка) | 9,2 |
| | 6. <i>Cordulia aenea</i> (бабка зеленая) | 7,7 |
| | 7. <i>Tubifex tubifex</i> (трубочник обыкн.) | 7,7 |
| д. Б. Андрейково (Покша) | 1. <i>Hydropsyche sp.</i> (ручейник) | 27,8 |
| | 2. <i>Baetis sp.</i> (двухвостая поденка) | 13,0 |
| | 3. <i>Valvata piscinalis</i> (затворка) | 13,0 |
| | 4. <i>Unio pictorum</i> (перловица живописцев) | 9,3 |
| | 5. <i>Anabolia sp.</i> (ручейник) | 7,4 |
| | 6. <i>Herpobdella octoculata</i> (пиявка м. ложнок.) | 5,6 |
| | 7. <i>Anodonta cygnea</i> (беззубка лебединая) | 5,6 |
| д. Иконниково (Покша) | 1. <i>Siphonoperla burmeisteri</i> (веснянка) | 15,6 |
| | 2. <i>Hydropsyche sp.</i> | 8,9 |
| | 3. <i>Clinotanypus sp.</i> (звонец уклончивый) | 6,7 |
| | 4. <i>Herpobdella octoculata</i> (пиявка м. ложнокон.) | 6,7 |

| | | |
|--------------------------|---|------|
| | 5. <i>Lymnaea stagnalis</i> L. (прудовик обыкн.) | 6,7 |
| д. Кондратово (Покша) | 1. <i>Heptagenia</i> sp. (поденка) | 15,9 |
| | 2. <i>Chrysopilus auratus</i> (бекасница) | 13,1 |
| | 3. <i>Potamanthus luteus</i> (поденка желтая) | 10,4 |
| | 4. <i>Micrasema</i> sp. (ручейник) | 8,0 |
| | 5. <i>Glossiphonia complanata</i> (пиявка улитк.) | 6,4 |
| | 6. <i>Sphaerium corneum</i> (шаровка роговая) | 6,0 |
| д. Буртасово (Покша) | 1. <i>Heptagenia</i> sp. (поденка) | 45,2 |
| | 2. <i>Micrasema</i> sp. (ручейник) | 14,8 |
| | 3. <i>Hydropsyche</i> sp. (ручейник) | 12,3 |
| | 4. <i>Sericostoma</i> sp. (ручейник) | 7,7 |
| | 5. <i>Chrysopilus auratus</i> (бекасница) | 5,8 |
| пос. Караваево (Сендега) | 1. <i>Hydropsyche</i> sp. (ручейник) | 25,3 |
| | 2. <i>Anabolia</i> sp. (ручейник) | 24,7 |
| | 3. <i>Ecnomus tenellus</i> (экономус нежный) | 10,8 |
| | 4. <i>Heptagenia</i> sp. (поденка) | 9,0 |
| | 5. <i>Herpobdella octoculata</i> (пиявка м. ложнок.) | 7,2 |
| | 6. <i>Micrasema</i> sp. (ручейник) | 5,4 |
| д. Семёново (Сендега) | 1. <i>Herpobdella octoculata</i> (пиявка м. ложнок.) | 17,5 |
| | 2. <i>Tubifex tubifex</i> (трубочник обыкн.) | 17,5 |
| | 3. <i>Eiseniella tetraegra</i> (дождевой червь 4-гранный) | 17,1 |
| | 4. <i>Clinotanypus</i> sp. (звонец уклончивый) | 14,9 |
| | 5. <i>Pisidium amnicum</i> (горошинка речная) | 8,8 |
| | 6. <i>Sphaerium rivicola</i> (шаровка речная) | 6,1 |
| д. Ченцы (Танга) | 1. <i>Tubifex tubifex</i> (трубочник обыкн.) | 23,1 |
| | 2. <i>Herpobdella octoculata</i> (пиявка мал. ложнокон.) | 11,8 |
| | 3. <i>Clinotanypus</i> sp. (звонец уклончивый) | 11,3 |
| | 4. <i>Pisidium amnicum</i> (горошинка речная) | 10,9 |
| | 5. <i>Sphaerium rivicola</i> (шаровка речная) | 10,4 |
| | 6. <i>Psectrocladius</i> sp. (звонец разветвленный) | 9,5 |

Разнородность доминантного состава в пространстве бассейна реки Покши так же свидетельствует о разнообразии и непостоянстве условий водной среды.

2.3. Характеристика фауны зообентоса бассейна реки Покши по показателю встречаемости

По показателю встречаемости в бассейне реки Покши выявлены 5 самых широко распространенных видов зообентоса: ручейник анаболия (*Anabolia* sp.), пиявка малая ложноконская (*Herpobdella octoculata*), трубочник обыкновенный (*Tubifex tubifex*), перловица живописцев (*Unio pictorum*) и затворка (*Valvata piscinalis*). Данные виды встречены в 87,5% пробных участков. Всего константных видов в бассейне Покши

насчитывается 15, что составляет лишь 25,4% от общего состава видов (рис. 4). Их высокий показатель встречаемости говорит о их высокой толерантности, то есть способности выживать в разнообразных или изменяющихся условиях среды обитания.



Рис. 4. Разделение фауны зообентоса бассейна р. Покши по шкале встречаемости

Гораздо более существенную долю в зообентосе бассейна Покши составляют так называемые случайные виды, то есть отмеченные всего лишь в 1-2 пробных участках бассейна. В данную группу входит больше половины видов всей бентосной фауны – 31 вид беспозвоночных (52,5%), и это самая уязвимая часть сообщества в случае каких-либо экологических нарушений. Остальные 13 видов зообентоса (23,1%) относятся к промежуточной категории встречаемости – второстепенным.

2.4. Кластеризация топографических участков бассейна реки Покши по принципу фаунистической общности зообентоса

Для выяснения степени сходства или различий между различными топографическими участками речного бассейна по составу фауны зообентоса целесообразно использовать наиболее часто применяемый показатель – коэффициент биоценотического сходства Жаккара (k) (Экологический мониторинг..., 2000).

Результаты вычисления k показывают относительно невысокий уровень общности между разными топографическими участками речного бассейна по

фауне зообентоса, не более 50% (табл. 2). Наибольшая общность ($k = 0,5$) отмечается между участками д. Бурцево (Покша) и д. Б. Андрейково (Покша); д. Бурцево (Покша) и д. Иконниково (Покша); д. Ченцы (Танга) и д. Семеново (Сендега). Самое слабое биоценотическое сходство наблюдается между участками в д. Буртасово (Покша) и д. Семеново (Сендега) – $k = 0,1$.

Таблица 2

Матрица попарного сравнения сообществ зообентоса топографических участков бассейна р. Покши на основе коэффициента Жаккара (k)

| k | б. Андр. (Покша) | Караваево (Сендега) | Ченцы (Танга) | Иконниково (Покша) | Кондратово (Покша) | Буртасово (Покша) | Семёново (Сендега) |
|------------------------|---------------------|------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Бурцево (Покша) | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Б. Андр. (Покша) | | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Караваево (Сендега) | | | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Ченцы (Танга) | | | | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,5 |
| Иконниково (Покша) | | | | | 0,3 | 0,2 | 0,3 |
| Кондратово (Покша) | | | | | | 0,3 | 0,3 |
| Буртасово (Покша) | | | | | | | 0,1 |

Кластерный анализ показывает отсутствие резкого разграничения между участками речного бассейна по структуре фауны зообентоса ввиду небольшого и, при этом, равномерно возрастающего диапазона значений биоценотического сходства (рис. 5). Практически каждый из рассматриваемых топографических участков представляет собой самостоятельную ветвь дендрограммы. При этом видно обособленное положение зообентоса в районе д. Буртасово по отношению ко всем остальным участкам. Это объясняется тем, что зообентос в районе д. Буртасово имеет самый низкий уровень сходства с фауной каждого другого местообитания, что и определяет его в отдельный от остальных кластер.

станций, за исключением также участка д. Ченцы, где качество водотока изменяется в сторону загрязнения и определено как α -мезосапробное.

Таблица 3

Результаты определения качества воды в бассейне р. Покши по методу Вудивисса и М.В. Чертопруд

| Топографические участки | <i>TBI</i> (Вудивисс) | | <i>I</i> (Чертопруд) | |
|-------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| | индекс | класс качества | индекс | сапробность |
| Бурцево (Покша) | 9 | чистая | 2,3 | β -мезосапробная |
| Б. Андрейково (Покша) | 9 | чистая | 2,2 | β -мезосапробная |
| Караваево (Сендега) | 9 | чистая | 2,1 | β -мезосапробная |
| Иконниково (Покша) | 9 | чистая | 2,5 | β -мезосапробная |
| Семенково (Сендега) | 9 | чистая | 2,3 | β -мезосапробная |
| Кондратово (Покша) | 8 | чистая | 2,2 | β -мезосапробная |
| Буртасово (Покша) | 8 | чистая | 2,4 | β -мезосапробная |
| Ченцы (Танга) | 7 | умеренно грязная | 2,6 | α -мезосапробная |

Таким образом, по уровню загрязненности водной среды бассейн реки Покши можно считать более однородным, в отличие от фаунистических показателей, рассматриваемых выше. Водная среда определяется как «чистая» (по *TBI*) или как соответствующая β -мезосапробной зоне (по Чертопруд). β -мезосапробность водотока характеризуется присутствием соединений азота в форме солей аммония, нитритов и нитратов. Кислорода обычно много, но возможен его недостаток ночью из-за прекращения фотосинтеза, сероводород присутствует иногда в небольшом количестве, характер биохимических процессов окислительный (Шитиков и др., 2003).

Исключение составляет участок р. Танги близ д. Ченцы. Здесь зафиксирован повышенный (относительно других участков) уровень загрязненности воды, соответствующий индексу «умеренно загрязненный» или α -мезосапробный. При таком значении индексов в воде присутствуют amino- и амидокислоты, полуанаэробные условия среды, восстановительно-окислительный характер биохимических процессов, присутствует сероводород.

ВЫВОДЫ

Исходя из результатов работы можно сделать следующие выводы:

1. Пространство бассейна реки Покши по уровню видового богатства, численности, видовому и доминантному составу зообентоса характеризуется неоднородностью местообитаний, что свидетельствует о разнообразии и непостоянстве условий водной среды.

2. Высокая доля «случайных» видов зообентоса, по сравнению с «константными», дополнительно свидетельствует о высоком разнообразии экологических условий в границах речного бассейна.

3. В пространстве бассейна реки Покши отмечается слабый уровень общности между разными топографическими участками по структуре фауны зообентоса. Практически каждый топографический участок бассейна представляет собой специфичный фаунистический кластер, существенно отличающийся от других.

4. По уровню загрязненности водной среды бассейн реки Покши, в отличие от фаунистических показателей, можно считать более однородным и постоянным. Водная среда определяется как «чистая» или как соответствующая β -мезосапробной зоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баринов А.Н., Махова Л.А., Шухрин Д.Е. и др. Костромская область. Водные ресурсы. Н. Новгород: Деловая полиграфия, 2014. 100 с.
2. Безматерных Д.М. Зообентос равнинных притоков Верхней Оби: монография. Барнаул: изд-во Алт. ун-та, 2008. 186 с.
3. Буреева Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «STATISTICA». Нижний Новгород, 2007. 112 с.
4. Головатюк Л.В., Зинченко Т.Д. Сравнительный анализ биотических индексов и метрик в оценке качества воды малых рек бассейна нижней Волги // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем. Тезисы докладов Всеросс. конф. с междуна. уч-ем (г. Тольятти, 5-8 сентября 2011 г.). Тольятти: Кассандра, 2011. с. 37.
5. Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 339 с.
6. Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С., Абакумов Е.В. и др. Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна / Под ред. Г. С. Розенберга, Т. Д. Зинченко. Тольятти: Кассандра, 2011. 322 с.
7. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия: Учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. 104 с.
8. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Л.: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
9. Лобуничева Е.В., Борисов М.Я., Филоненко И.В., Филиппов Д.А. Оценка экологического состояния малых водоёмов: учебное пособие. Вологда, 2013. 218 с.
10. Льюис Э.У., Умнов А.Ю. Макрозообентос как индикатор качества водной среды // Научные достижения биологии, химии, физики: сб. ст. по матер. XII Междуна. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2012. С. 48-49.

11. Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам. М.: Просвещение, 1972. 400 с.
12. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Мн.: Орех, 2004. 125 с.
13. Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы. Аналитический обзор / ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, 2002. 114 с.
14. Хейсин Е.М. Краткий определитель пресноводной фауны. М.: Учпедгиз, 1962. 148 с.
15. Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса // Водные ресурсы. 2002. Т.29. № 3. С. 337-342.
16. Чертопруд М.В. Модификация индекса сапробности Пантле-Букка для водоемов Европейской России // Материалы международной конференции «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем» (Санкт-Петербург, 23–27.10.2006). СПб.: ЛЕМА, 2007. С. 298–302.
17. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 219 с.
18. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
19. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть IV / под ред. проф. Д. Б. Гелашвили. Нижний Новгород: изд-во Нижегородского ун-та, 2000. С. 253-254.
20. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть VI / под ред. проф. Д. Б. Гелашвили. Нижний Новгород: изд-во Нижегородского ун-та, 2006. С. 75.

Таблица 1. Таксономический состав, численность и встречаемость зообентоса в пространстве бассейна реки Покши

| Таксономический состав | Топографические участки речного бассейна | | | | | | | Встречаемость, % | |
|----------------------------------|--|------------------|---------------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|
| | Бурцево (Покша) | Б. Андр. (Покша) | Караваево (Сендега) | Ченцы (Танга) | Иконниково (Покша) | Кондратово (Покша) | Буртасово (Покша) | | Семенково (Сендега) |
| <i>Sialis flavilatera</i> | | | | | | 1 | | | 12,5 |
| <i>Ecnomus tenellus</i> | | 1 | 18 | | | | | 8 | 37,5 |
| <i>Grammotaulius sp.</i> | | | | | 1 | 2 | | | 25 |
| <i>Anabolia sp.</i> | 7 | 4 | 41 | 6 | 2 | 3 | 2 | | 87,5 |
| <i>Halesus radiatus</i> | | | | | | 1 | | | 12,5 |
| <i>Hydropsyche sp.</i> | | 15 | 42 | | 4 | 2 | 19 | | 62,5 |
| <i>Cheumatopsyche lepida</i> | | | 2 | 9 | | | | 1 | 37,5 |
| <i>Potamophilax stellatus</i> | | | | | | 1 | | | 12,5 |
| <i>Stenophylax rotundipennis</i> | | | | | | 3 | 3 | | 25 |
| <i>Micropterna sp.</i> | | | | | | 1 | | | 12,5 |
| <i>Limmophilus auricula</i> | | | | | | 2 | | | 12,5 |
| <i>Micrasema sp.</i> | 1 | | 9 | | | 20 | 23 | | 50 |
| <i>Brachycentrus sp.</i> | | | | | | 9 | | | 12,5 |
| <i>Molanna angustata</i> | | | | | | 1 | | 1 | 25 |
| <i>Leptocerus sp.</i> | | | | | | 3 | | | 12,5 |
| <i>Rhyacophila sp.</i> | | | | | | 2 | 4 | | 25 |
| <i>Sericostoma sp.</i> | | | | | | 9 | 12 | | 25 |
| <i>Notidobia ciliaris</i> | | | | 2 | | 3 | | 2 | 37,5 |
| <i>Goera pilosa</i> | | | | | | 3 | | | 12,5 |
| <i>Hagenella clathrata</i> | | | | | | 5 | | | 12,5 |
| <i>Siphonoperla burmeisteri</i> | 1 | 1 | | | 7 | 1 | | | 50 |
| <i>Polymitarcis sp.</i> | | | | | 1 | | | | 12,5 |
| <i>Heptagenia sp.</i> | | | 15 | 7 | 2 | 40 | 70 | | 62,5 |
| <i>Baetis sp.</i> | 6 | 7 | 4 | | 2 | | | 1 | 62,5 |
| <i>Acentrella lapponica</i> | | | | | | | | 1 | 12,5 |
| <i>Potamanthus luteus</i> | | 2 | | | | 26 | 6 | | 37,5 |
| <i>Calopteryx splendens</i> | 8 | 2 | 3 | | 2 | | | 1 | 62,5 |
| <i>Calopteryx virgo</i> | | | | | | 1 | | | 12,5 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-------------|
| <i>Cordulia aenea</i> L. | 5 | | 3 | | | | | | 25 |
| <i>Gomphus vulgatissimus</i> | | | 1 | | | | | | 12,5 |
| <i>Enallagma cyathigerum</i> | | | | | 1 | | | | 12,5 |
| <i>Aeshna grandis</i> | | | | | | | 2 | | 12,5 |
| <i>Paraponyx stratiotata</i> | | | 1 | | | | 1 | | 25 |
| <i>Simulium</i> sp. | 1 | | | | | | | | 12,5 |
| <i>Clinotanytus</i> sp. | 6 | | | 25 | 3 | 1 | | 34 | 62,5 |
| <i>Psectrocladius</i> sp. | | | | 21 | | | | | 12,5 |
| <i>Chrysopilus auratus</i> | | 1 | 1 | | 1 | 33 | 9 | 1 | 75 |
| <i>Asellus aquaticus</i> L. | 2 | | | | 1 | 2 | | | 37,5 |
| <i>Herpobdella octoculata</i> | 3 | 3 | 12 | 26 | 3 | 6 | | 40 | 87,5 |
| <i>Haemopis sanguisuga</i> | | | | | | 2 | | | 12,5 |
| <i>Glossiphonia complanata</i> | | | 1 | 3 | 1 | 16 | | 1 | 62,5 |
| <i>Caspiobdella fadejewi</i> | | | 2 | | | | | | 12,5 |
| <i>Piscicola geometra</i> | | | | | | 1 | | | 12,5 |
| <i>Tubifex tubifex</i> | 5 | | 1 | 51 | 2 | 4 | 2 | 40 | 87,5 |
| <i>Eiseniella tetraegra</i> | | | | 9 | | | | 39 | 25 |
| <i>Pollycelis nigra</i> | 1 | | | 1 | 2 | | | | 37,5 |
| <i>Unio pictorum</i> | 1 | 5 | 7 | 1 | | 2 | 2 | 7 | 87,5 |
| <i>Anodonta cygnea</i> | 5 | 3 | 2 | | | 1 | | 4 | 62,5 |
| <i>Spaerium rivicola</i> | 1 | | | 23 | 2 | 1 | | 14 | 62,5 |
| <i>Sphaerium corneum</i> | | | | | | 15 | | 2 | 25 |
| <i>Pisidium ammicum</i> | | | | 24 | | 3 | | 20 | 37,5 |
| <i>Galba truncatula</i> | | | | 2 | 2 | | | 2 | 37,5 |
| <i>Lymnaea stagnalis</i> L. | 2 | 1 | | | 3 | | | | 37,5 |
| <i>Lymnaea auricularia</i> L. | | | | | | 1 | | 1 | 25 |
| <i>Lymnaea ovata</i> | | | | | | 2 | 2 | | 25 |
| <i>Planorbis corneus</i> | 1 | 1 | | 2 | 1 | 4 | | 2 | 75 |
| <i>Valvata piscinalis</i> | 7 | 7 | 1 | 7 | 2 | 18 | | 2 | 87,5 |
| <i>Physa</i> sp. | 1 | | | 1 | | | 1 | | 37,5 |
| <i>Bithynia</i> sp. | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 50 |
| Всего особей | 65 | 54 | 166 | 221 | 45 | 251 | 155 | 228 | |
| Всего видов | 20 | 15 | 19 | 19 | 21 | 39 | 13 | 25 | |