

**Владимирская область, город Муром
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №19»**

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИИ
КРУПНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ,
ОБИТАЮЩИХ НА МУРОМСКОМ УЧАСТКЕ РЕКИ ОКИ**

**Автор: Гогин Иван
9 класс МБОУ СОШ №19
Руководитель: Мирошник Ольга Станиславовна,
учитель биологии МБОУ СОШ №19**

2020 год

Оглавление

Введение	3
1. Обзор литературы	5
1.1.Объект исследования	5
2. Методика исследования	6
2.1.Гидрологические исследования	6
2.2.Изучение морфологических характеристик популяции моллюсков	8
2.3.Математическая и статическая обработка данных	8
3. Результаты исследования и их обсуждение	10
3.1.Изучение морфологических особенностей крупных двухстворчатых моллюсков	10
3.2.Характеристика пробных площадей	11
3.3.Изучение малакофауны пробных площадей и определение размера раковин	12
3.4.Оценка самоочищающейся способности речной экосистемы на изученном участке р.Оки	15
4. Оценка состояния водной среды по показателям флуктуирующей асимметрии моллюсков	16
5. Выводы	25
Заключение	26
Список литературы	27
Приложения	28

Введение

Одной из целей устойчивого развития является обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех (ЦУР 6). Доступ к безопасной воде и санитарии и рациональное использование пресноводных экосистем имеют огромное значение для здоровья человека и экологической устойчивости, и экономического процветания.

Формирование состава и свойств воды в поверхностных водных объектах происходит под влиянием комплекса природных и антропогенных факторов. Ухудшение качества воды может быть вызвано многими причинами, но, прежде всего, антропогенной деятельностью [3, 7 – 8].

В настоящее время проблема экологического состояния водных объектов приобретает всё большую актуальность, поскольку загрязнение водоемов и водотоков в ряде наиболее развитых стран достигло максимальных масштабов. В нашей стране из года в год отмечаются регионы, где поверхностные воды характеризуются хроническим загрязнением, а водные объекты превратились в канализационные отстойники и коллекторы [3, 9].

Однако, многие объекты водной среды не утратили способности к естественному самоочищению и справляются с потоками загрязняющих воду и донный грунт веществ. Ведущая роль формирования потенциала самоочищающей способности реки или озера принадлежит гидробионтам, населяющим поверхность, толщу воды и дно. Известно, что высшая водная растительность интенсивно поглощает растворенные в воде минеральные вещества, накапливает ионы тяжелых металлов и радионуклиды, способствует минерализации и детоксикации пестицидов, нефтепродуктов и прочих органических загрязнителей.

Большое значение в очищении воды и донных отложений водоемов от различных загрязнений имеет наличие в биоценозах дна крупных двустворчатых моллюсков, которые отфильтровывают загрязненные воды, пропуская их через тело [3, 4, 9].

Гипотеза исследования – качество речных вод и донных отложений влияет на развитие популяций крупной малакофауны; в то же время на участках литоральных зон с высокой численностью моллюсков-фильтраторов речные воды отличаются более высоким качеством.

Цель исследования: изучить состояние популяции крупных двустворчатых моллюсков-фильтраторов, обитающих на Муромском участке среднего течения реки Оки.

Задачи исследования:

1. Изучить гидрологические показатели реки Оки на исследуемых участках.
2. Изучить анатомо-морфологические особенности, численность крупных двустворчатых моллюсков, обитающих в реке Оке, и их биотопическую приуроченность к речной экосистеме.
3. Провести сравнительный анализ морфологических особенностей данных представителей малакофауны.
4. Вычислить плотность популяции моллюсков на каждой пробной площади и дать оценку самоочищающей способности речной экосистемы на изученном участке р.Оки.

5. Исследовать феномен флуктуирующей асимметрии у двустворчатых моллюсков.

Предметом исследования являлось изучение способности популяций пресноводных двустворчатых моллюсков-фильтраторов к естественному очищению речных вод и донного грунта от загрязнений.

Объект исследования: популяции моллюсков на пробных площадках.

Новизна

Изучением видового разнообразия моллюсков в Муромском районе занимался Владимир Иванович Жадин в начале 19 века. Однако, на данный момент нет никаких данных о состоянии малакофауны реки Оки в районе города Мурома поэтому изучение данного вопроса является новым и актуальным.

Сроки проведения исследования. Осмотр левого берега р.Оки в районе города Мурома проводился в августе 2020.

В результате был собран первичный полевой материал с последующей камеральной обработкой и анализом полученных данных.

1. Обзор литературы

1.1. Экологические особенности моллюсков

Ключевые экологические особенности моллюсков, в наибольшей степени определяющие стратегию освоения ими местообитаний и сообществ, следующие.

1. Пресноводные моллюски, как правило, резко ограничены в подвижности: как локальной, так и географической.

2. Пресноводные моллюски (кроме крупных двустворчатых), в благоприятных условиях могут размножаться круглый год.

3. Пресноводные моллюски массивны, эффективно защищены раковиной от большинства мелких хищников и относительно слабо поедаются другими животными, даже рыбами.

4. Двустворчатые, как фильтраторы (или совмещающие собирание и фильтрацию), ограничены микроскопическими частицами различной природы – весьма обильным ресурсом во многих водоемах.

5. Сочетание трех предыдущих пунктов создает предпосылки для накопления моллюсками огромной плотности в сообществах (по биомассе и метаболизму).

1.2. Объект исследования

Объектом исследования являлись представители малакофауны родов *Unio* и *Anodonta*, относящиеся к классу крупных двустворчатых моллюсков *Bivalvia*.

Беззубка *Anodonta* и перловица *Unio* – самые крупные двустворчатые моллюски, встречающиеся в реках с медленным течением, где не бывает дефицита кислорода [1, 3, 10]. Они, как правило, сидят неподвижно на дне водоема, зарывшись передним краем раковины в песчаный либо заиленный грунт и выставив задний край с чуть приоткрытыми створками, либо медленно ползают.



Рис. 1 Общий вид раковин беззубки



Рис. 2 Общий вид раковин перловицы.

Двустворчатые, или пластинчатожаберные — класс морских и пресноводных малоподвижных моллюсков, тело которых уплощено с боков и заключено в раковину из двух створок. В отличие от всех других моллюсков *Bivalvia* лишены головы и радулы. Большинство представителей класса имеют сильно развитые пластинчатые жабры (ктенидии), выполняющие не только дыхательную функцию, но и роль фильтров для отцеживания пищевых частиц из воды, поэтому по типу питания двустворчатые — преимущественно фильтраторы. Большинство двустворчатых закапываются в донный ил, спасаясь таким образом от хищников, некоторые лежат на морском дне или облепляют скалы и другие поверхности. Указанные представители крупной малакофауны — активные фильтраторы, очищающие до 40 л воды в сутки.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Гидрологические исследования.

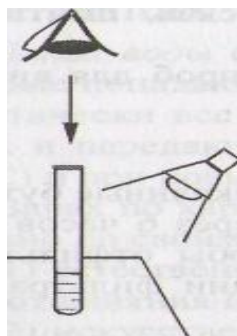
Цветность – естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды может определяться свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др. Цветность воды определяют визуально или фотометрически. Можно определять цветность качественно, характеризуя цвет воды в пробирке высотой 10-12 см (например, бесцветная, слабожелтая, желтая, буроватая и т.д.). Предлагаемый ниже метод определения цветности, являющийся наиболее простым, в то же время рекомендован ГОСТ 1030.

Оборудование: пробирка стеклянная высотой 15-20 см, лист белой бумаги (в качестве фона).

Выполнение анализа:

1. Заполнить пробирку водой до высоты 10-12 см.
2. Определить цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном освещении (дневном, искусственном).

Слабо-желтоватая
Светло-желтоватая
Желтая
Интенсивно-желтая
Коричневая
Красно-коричневая
Другая



Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем либо со сточными водами. Практически все органические вещества (в особенности жидкие) имеют запах и передают его воде. Обычно запах определяют при нормальной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды. Запах по характеру подразделяют на две группы, описывая его субъективно по своим ощущениям: естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п. и - искусственного происхождения.

Оборудование: колба на 250-500 мл с пробкой.

Выполнение анализа:

1. Заполнить колбу водой на 1/3 объема и закрыть пробкой.
2. Взболтать содержимое колбы вращательным движением руки.
3. Открыть колбу и сразу же определить характер и интенсивность запаха, вдыхая воздух (осторожно!).

Если запах не ощущается, испытание повторить, нагрев воду в колбе до t° - 60°C.

Интенсивность запаха оценивают по 5-бальной шкале.

Характер и интенсивность запаха

Естественного происхождения	Искусственного происхождения
- землистый - гнилостный - плесневый - торфяной - травянистый и др.	- нефтепродуктов -хлорный -уксусный -фенольный и др.



Таблица для определения характера и интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды)	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о качестве воды	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от употребления	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Мутность воды обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей. Мутность воды обуславливают и некоторые другие характеристики воды- такие, как: -наличие осадка, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим. Мутность определяют фотометрически, а также визуально – по степени мутности столба высотой 10-12 см в мутномерной пробирке. В последнем случае пробу описывают качественно следующим образом: прозрачная; слабо опалесцирующая; опалесцирующая; слабо мутная; мутная; очень мутная (ГОСТ 1030). Указанный метод наиболее простой в полевых условиях.

Оборудование. Пробирка стеклянная высотой 10-12 см, лист темной бумаги (в качестве фона).

Выполнение анализа.

1. Заполнить пробирку водой до высоты 10-12 см.
2. Определить мутность воды, рассматривая пробирку сверху на темном фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном). Выбирается подходящее из приведенных в таблице.

Мутность воды

Мутность не заметна (отсутствует)
Слабо опалесцирующая
Опалесцирующая
Слабо мутная

Мутная
Очень мутная

Пенистость. Пенистостью считается способность воды сохранять искусственно созданную пену. Данный показатель может быть использован для качественной оценки присутствия таких веществ, как детергенты (поверхностно-активные вещества) природного и искусственного происхождения и др.

Методика анализа проста: колбу на 0,5 л заполняют на 1/3 водой, взбалтывают около 30 сек. Проба считается положительной, если пена сохраняется более 1 мин. Величина рН воды при этой процедуре должна быть 6,5-8,5 (при необходимости воду нейтрализуют). Пена в течение одной минуты исчезла.

Выводы по результатам исследования питьевой воды: соответствует ли питьевая вода стандартам качества? Органолептическая оценка качества воды в пределах допустимых значений.

Определение кислотности воды водоема.

Уровень кислотности среды принято измерять по условной шкале от 0 (очень кислая среда) до 14 (очень щелочная среда). Нейтральным считается показатель, равный 7 — это рН чистой воды.

Величина рН показывает уровень кислотности среды. Введена эта характеристика была в самом начале XIX века для обозначения активности ионов водорода в растворе.

Кислотность определяется по величине водородного показателя (рН), который для природных вод обычно имеет значение 6,5-8,5. Определение водородного показателя (рН) осуществлялось индикатором фирмы «Крисмас+».

2.2. Изучение морфологических характеристик популяции моллюсков.

Изучение плотности популяции крупных двустворчатых моллюсков проводилось методом закладки пробных площадей в прибрежных зонах р. Оки размером 5 м²(прямоугольник 1x5 м.) с последующим сбором указанных представителей малакофауны и определением их видовой принадлежности [1,3, 5]. При этом необходимо отметить, что собирались лишь живые моллюски, поскольку в данном случае пустые раковины не пригодны для анализа [4].

После сбора всех особей с каждой пробной площади и прижизненного определения их родовой и видовой принадлежности раковины моллюсков раскладывались «по росту», образуя следующий размерный ряд:

1	2	3	4	5	6
< 5,0 см	5,1 – 7,0 см	7.1 – 9,0 см	9,1 – 11,0 см	11,1 – 13,0 см	13,1 – 15,0 см

2.3. Математическая и статистическая обработка.

Для определения размеров раковин использовался штангенциркуль с ценой деления 0,1 см, с помощью которой измерялись длина раковины (L см), её высота (H см) в месте расположения макушки или вершины и высота каждой створки в наиболее широкой ее части (h₁ и h₂ см). После измерения раковин моллюсков сразу

же возвращали в реку.

На основании произведенных измерений в каждой систематической группе изучаемых представителей малакофауны рассчитывались средние параметры раковин и плотность популяции на каждой пробной площади в речных мелководьях [4, 9].

Для определения статистической значимости различий средних величин и подсчета флуктуирующей асимметрии использовался t-критерий Стьюдента.

Для сравнения средних величин t-критерий Стьюдента рассчитывается по следующей формуле:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

где M_1 - средняя арифметическая первой сравниваемой совокупности (группы), M_2 - средняя арифметическая второй сравниваемой совокупности (группы), m_1 - средняя ошибка первой средней арифметической, m_2 - средняя ошибка второй средней арифметической.

Если рассчитанное значение t-критерия Стьюдента равно или больше критического, найденного по таблице, делаем вывод о статистической значимости различий между сравниваемыми величинами.

Если значение рассчитанного t-критерия Стьюдента меньше табличного, значит различия сравниваемых величин статистически не значимы.

Результаты измерений обработаны стандартными статистическими методами [4]. Для оценки выраженности флуктуирующей асимметрии использовали две формулы.

Выбор формулы для расчёта осуществляли после проверки наличия направленной асимметрии, которая проводилась с использованием t – критерия Стьюдента, сравнивали средние значения выпуклости правой и левой створок. Если достоверность различий выявлялась, то это считалось подтверждением наличия направленной асимметрии и её оценивали по формуле:

$$Md = \bar{X}_{np} - \bar{X}_{лев}, \quad (1)$$

где: Md – направленная асимметрия; $\bar{X}_{лев}$ – среднее значение выпуклости левой створки; \bar{X}_{np} – среднее значение выпуклости правой створки.

В этом случае выраженность флуктуирующей асимметрии определяли по формуле:

$$A = \frac{\sum |X_{np_i} - X_{лев_i}| - Md}{n}, \quad (2)$$

где: A – выраженность флуктуирующей асимметрии; n – количество особей в выборке.

Если направленной асимметрии не было, то выраженность флуктуирующей асимметрии определяли по формуле:

$$A = \frac{\sum |X_{np_i} - X_{лев_i}|}{n}, \quad (3)$$

Процент асимметричных особей рассчитывали по следующей формуле:

$$\frac{n_{асос}}{n} \times 100, \quad (4)$$

где: $n_{асос}$ – количество асимметричных особей в выборке.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Изучение морфологических особенностей крупных двустворчатых моллюсков

В ходе рекогносцировочного обследования Муромского участка р. Оки протяженностью около 10 км, расположенного вблизи Муромского моста в литоральной зоне (на мелководьях) обнаружены следующие виды малакофауны, играющих важную роль в естественном самоочищении донного грунта и речных вод.

Перловицы *Unioninae*. Раковина представителей данного подсемейства довольно толстая, с хорошо выраженным перламутровым слоем, имеет длину 40 – 150 мм, вытянутую и выпуклую форму. Створки раковины изнутри на спинной стороне с крупными пластинками и выступами - зубами, расположенными от вершины спереди и сзади [3,5].

Перловица обыкновенная *Unio pictorum* (раковина длиной 60 - 120 мм, нередко до 150 мм).



Рис. 4.
Раскрытая раковина
перловицы обыкновенной без
тела моллюска



Рис. 3.
Общий вид раковины
перловицы обыкновенной

Примечательно, что видовое латинское название *Unio pictorum* – «ракушка живописцев» указывает на использование художниками раковин этого моллюска для смешивания красок [5].

Беззубки *Anodontinae*. Представители малакофауны данного подсемейства имеют тонкие, хрупкие, высокие и плоские раковины, зубы на внутренней поверхности створок отсутствуют. Беззубка обыкновенная (или лебединая) *Anodonta cygnea* имеет широкоовальную тонкостенную раковину до 200 мм в



Рис. 5, 6. Беззубка обыкновенная или лебединая (*Anodonta cygnea*) длину, 120 мм в высоту и 60 мм в толщину. Цвет раковины от зеленоватого до коричневого, с разными оттенками, верхушка слабо выдается, на раковине имеется высокий киль. Раковина внутри с сильным перламутровым блеском.

Особенностью способа питания моллюсков является то, что они питаются

путем всасывания речных вод с последующей фильтрацией пищи (микробионты, частички детрита и пр.). За счет этого в значительной мере происходит биологическое очищение воды объектов водной среды.

Беззубка встречается, как правило, в проточных водоемах с песчаным либо каменисто-песчаным дном, иногда слабо заиленным. Перловица поселяется на заиленном песчаном, слабо заиленном глинистом либо илистом дне стоячих (пруды, озёра) и текучих водных объектов (реки, ручьи).

3.2. Характеристика пробных площадей

В ходе выполнения настоящей научно-исследовательской работы в литоральной зоне р. Оки были заложены 3 пробные площади (ПП) размером 5 кв. м, в виде прямоугольников 1 x 5 м.

Пробная площадь ПП1

ПП1 расположена в районе с. Карачарова на левом берегу реки Ока. Ширина русла Оки составляет около 400 м. Вода светло-желтая, со слегка уловимым травянистым запахом (1,5 – 2) балла. Температура воды 24⁰С. Пенистость отсутствует. Прозрачность 55см. рН 7,5. Песчаное слабо заиленное дно. Ил вязкий, серо-зеленого цвета со слабым травянистым запахом, мощность иловых отложений колеблется от 0,20 до 0,50 м. скорость течения реки 0,25 м/с. На данном участке реки присутствует неширокая пойма.

Растительность: ива ломкая, сосна обыкновенная, стрелолист обыкновенный, сусака зонтичная, частухи подорожниковая, ситник скученный, подорожник.

Пробная площадь ПП2

ПП2 находилась вблизи городского пляжа в 4-х километрах ниже по течению от ПП1.

Ширина русла реки около 400 метров. Глубина реки 0,5-0,8 м. Вода светло-жёлтая, со слегка уловимым травянистым запахом (1,5 – 2) балла. Пенистость отсутствует. Прозрачность 50 см. рН 7,5. Температура воды 24⁰С. Донный грунт – песок с небольшим наилком светло-серого цвета, с резким травянистым запахом, мощность иловых отложений колеблется от 0,10 м до 0,20 м. Скорость течения 0,25 м/с. Присутствует не широкая пойма.

Растительность: ива ломкая, полынь обыкновенная, бодяк полевой, подорожник, донник белый, дербенник иволистный, фитоценозы водных растений составляют рдесты плавающий, длиннейший, курчавый, гребенчатый, фриза и узловатый, уруть мутовчатая, ежеголовник простой, валлиснерия спиральная.

Пробная площадь ПП3

ПП3 расположена на расстоянии шести километров от ПП2 вниз по течению, слева от автомобильного моста через реку. Ширина русла реки около 400 м. Глубина реки 0,2 -0,7 м с резким обрывом. Скорость течения 15м/с. Вода светло-желтая, со слегка уловимым травянистым запахом (1,5 – 2) балла. Температура воды 24 градуса. Пенистость отсутствует. Прозрачность 60 см. рН 7,5. Песчаное сильно заиленное дно. Ил вязкий, серо-зеленого с сильно уловимым с сильным травянистым запахом, мощность иловых отложений колеблется от 0,40 до 0,50м. скорость течения 0,15 м/с. Наличие широкой поймы на правом берегу и ее отсутствие на левом.

Растительность: ива ломкая, рдест (плавающий, длиннейший, курчавый, маленький), ежеголовник прямой, уруть мутовчатая, ряска малая, горец земноводный.

Табл. 1 Характеристика физико-химических характеристик площадок

ПП	Скорость течения	pH	Ширина русла	Цвет	Запах	Прозрачность	Температура	Пенистость
ПП1	0,25м/с	7,5	400м	Светло-желтый	Слабый травянистый запах	55см	24	Отсутствует
ПП2	0,25м/с	7,5	400м	Светло-желтая	Резкий травянистый запах	50см	24	Отсутствует
ПП3	0,15м/с	7,5	400м	Светло-желтая	Слабый травянистый запах	60см	24	Отсутствует

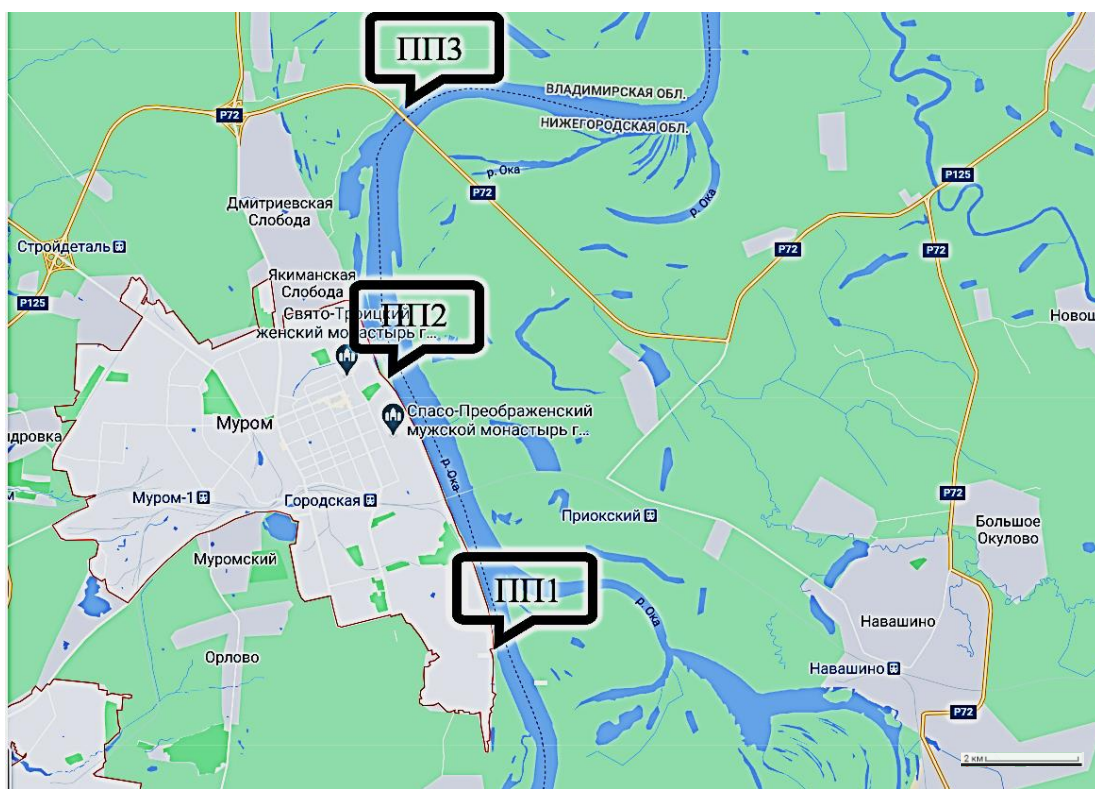


Рис.7. Фрагмент карты Муромского участка р. Оки с обозначением мест закладки пробных площадей литоральной зоны.

3.3. Изучение малакофауны пробных площадей и определение размеров раковин.

Результаты сбора и сортировки моллюсков в соответствии с их видовой принадлежностью и размерами сведены в таблицу 1.

Следует отметить, что в сборах изучаемой малакофауны на всех пробных площадях присутствовали представители перловиц *Unio pictorum*, а также беззубки *Anodonta cygnea*. При определении размеров раковин все крупные двустворчатые моллюски были разделены на две систематические группы: перловицы и беззубки.

Табл.2. Результаты определения морфологических показателей и систематической принадлежности изучаемой малакофауны литоральной зоны р. Оки

Номер ПП	Всего особей моллюсков	Размерные ряды, см	Длина раковины, L см			Высота раковины, H см		
			Lmin	Lmax	Lcp.	H min	Hmax	Hcp.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПП1	Б Е З З У Б К И							
	2	5,1 – 7,0	4,0	4,2	4,1	2,1	2,1	2,1
	8	7,1 – 9,0	4,1	5,0	4,6	2,1	4,6	4,4
	1	9,1 – 11,0	5,7	5,7	5,7	3,7	3,7	3,7
	П Е Р Л О В И Ц Ы							
	1	< 5,0	2,7	2,7	2,7	2,2	2,2	2,2
	3	5,1 – 7,0	3,0	3,6	3,3	2,5	3,0	2,8
	10	7,1 – 9,0	3,5	4,5	4,0	2,4	4,0	3,2
	1	9,1-11,0	3,5	3,5	3,5	2,7	2,7	2,7
ПП2	Б Е З З У Б К И							
	4	5,1 – 7,0	2,7	4,7	3,7	1,1	2,6	1,9
	3	7,1 – 9,0	4,4	5,2	4,8	2,5	3,2	2,9
	1	11,1 – 13,0	6,9	6,9	6,9	4,1	4,1	4,1
	П Е Р Л О В И Ц Ы							
	4	5,1 – 7,0	2,9	3,4	3,2	2,1	2,3	2,2
3	7,1 – 9,0	3,5	3,9	3,7	2,6	2,7	2,7	
ПП3	Б Е З З У Б К И							
	1	< 5,0	4,6	4,6	4,6	2,5	2,5	2,5
	3	5,1 – 7,0	3,8	3,9	3,9	2,0	3,8	2,9
	11	7,1 – 9,0	3,8	5,5	4,7	2,4	3,6	3,0
	4	9,1 – 11,0	4,7	5,8	5,3	3,0	3,7	3,4
	П Е Р Л О В И Ц Ы							
	1	< 5,0	2,5	2,5	2,5	1,7	1,7	1,7
	3	5,1 – 7,0	2,9	3,5	3,2	1,8	2,4	2,1
	12	7,1 – 9,0	3,2	4,1	3,65	2,1	2,9	2,5
3	9,1 – 11,0	3,9	4,0	3,95	2,9	3,0	3,0	

Анализ таблицы 2 позволяет сделать следующие выводы:

- Муромский участок р. Оки вблизи Муромского моста характеризуется довольно обильным развитием крупной малакофауны.

- На всех изучаемых пробных участках р. Оки выявлены популяции двустворчатых моллюсков, включающие разновозрастных перловиц и беззубок, о чем свидетельствует морфологический характер их раковин. Всего на 1 площадке было обнаружено 26 моллюсков из них 11 беззубок и 15 перловиц. На второй площадке найдено 15 особей: 8 беззубок и 7 перловиц. На 3 площадке наиболее широко представлена численность моллюсков: всего найдено 38 особей, 19 из них беззубки и 19 перловицы.

- На всех пробных площадях обнаружены не полные размерные ряды как для перловиц, так и для беззубок. На ПП1 отсутствуют беззубки больше 11 см и меньше 5 см. На ПП2 отсутствуют беззубки меньше 5 см, 9-11 см, больше 13 см. На

ППЗ отсутствуют беззубки больше 11 см.

- На пробных площадках ПП1 и ПП2 наибольшая численность особей перловиц установлена для средних размерных групп (от 7.1 до 9 см).

- На ПП2 найден наименьшая численность перловиц (7 штук) и их размерный ряд наиболее усечен. Встречаются особи с размерами 5.1-7 см (4 моллюска) и 7.1-9 см (3 моллюска).

- Наибольшим числом особей изучаемых родов малакофауны характеризуется ПП1 (26 моллюсков) и ПП3 (38 моллюсков).

На основе рассчитанных средних показателей длины и высоты раковин в каждой размерной группе для каждого рода моллюсков с учетом общего количества особей, собранных на каждой пробной площади, были вычислены средние показатели длины и ширины раковин беззубок и перловиц.

После подсчета суммарной численности моллюсков, обитающих в литорали каждой пробной площади, были определены плотности популяции крупной малакофауны, то есть число особей на квадратном метре литоральной зоны реки. Все данные вычислений параметров морфологических особенностей моллюсков сведены в табл. 3

Табл. 3. Характеристика сообществ крупных двусторчатых моллюсков на изученных пробных площадях литоральной зоны р. Оки

Номер пробной площади	Беззубки			Перловицы			Всего особей моллюсков на ПП	Плотность популяции моллюсков на ПП, особей/м ²
	Кол-во особей, шт	Средние размеры раковин, см		Кол-во особей, шт	Средние размеры раковин, см			
		Ср.	Нср.		Ср.	Нср.		
ПП1	11	4,4	3,4	15	3,4	2,7	26	5,2
ПП2	8	5,1	3,0	7	3,4	2,4	15	2,2
ПП3	19	3,3	2,3	19	3,3	2,3	38	7,6

Анализ таблицы 3 показывает:

- наибольшей численностью выделяется сообщество крупной малакофауны на ПП3 (38 особи), несколько меньшей численностью – сообщество малакофауны на ПП1 (26 особей);

- минимальная численность моллюсков-фильтраторов зарегистрирована на ПП2 – 15 особи, что в 2,5 раза меньше, чем на ПП3 и в 1,7 раза меньше, чем ПП1;

- в литорали ПП1 перловиц в 1,4 раза больше, чем беззубок;

- в литорали ПП2 беззубок 1,15 раза больше, чем перловиц;

- на всех пробных площадях средние размеры раковин перловиц почти одинаковы;

- на ПП3 средние размеры беззубок в 1,4 раза меньше чем на ПП2 и на ПП1

- плотность популяции моллюсков-фильтраторов на ПП3 максимальная (7,6 особей/м²);

- минимальная плотность популяции моллюсков-фильтраторов зарегистрирована на ПП2 (2,2 особей/м²), что в 2,4 раза меньше чем данный показатель, вычисленный для ПП1.

Как показывает исследование численности и размерности популяции моллюсков наименьшее значение обнаружены в районе городского пляжа. Это

связанно предположительно с рекреационной нагрузкой на данный участок и влиянием деятельности человека на состояние популяции моллюсков на ПП2.

Наибольшая численность моллюсков обнаружена на ПП3. На момент исследования в районе моста было минимальное воздействие человека. Интересно что на ПП3 размеры моллюсков самые маленькие что говорит о наибольшей самовосстанавливающей способности популяции.

3.4. Оценка самоочищающей способности речной экосистемы на изученном участке р.Оки

Результаты проведенного изучения сообществ крупной малакофауны в литоральных зонах среднего течения р. Оки в пределах г. Муром свидетельствуют о разной степени загрязнения речных вод и донного грунта.

На участках с сильно заиленным дном выявлены наиболее многочисленные сообщества крупных двустворчатых моллюсков, характеризующихся одинаковой численностью перловиц и беззубок. В литоральных зонах с сильно заиленным песчаным дном в сообществах малакофауны доминируют перловицы, более толерантные к загрязнению донного грунта [3, 9].

Принимая во внимание, что крупный двустворчатый моллюск средних размеров в течение суток отфильтровывает около 40 л воды, произведены расчеты для сообществ малакофауны каждой пробной площади литоральной зоны Муромского участка (см. табл. 4).

Табл 4. Характеристика самоочищающей способности моллюсков-фильтраторов, обитающих в литоральной зоне низовья р. Оки

Номер пробной площади	Всего особей моллюсков на ПП	Объем речных вод, отфильтрованных в течение суток, л
ПП1	26	1040
ПП2	15	600
ПП3	38	1520

Как видно из табл.4 наилучшей самоочищающей способностью характеризуются сообщества крупных моллюсков на ПП3.

Наименьшим показателем самоочищения выделяется ПП2, где выявлена самая низкая плотность популяции изученной двустворчатой малакофауны.

4. Оценка состояния водной среды по показателям флуктуирующей асимметрии моллюсков

Всего было отобрано 3 выборки. Для оценки выраженности флуктуирующей асимметрии использовались 2 формулы (3 и 4). Выбор формул для расчета осуществлялся после проверки наличия направленной асимметрии с использованием t- критерия Стьюдента.

Корреляционный анализ показывает что сходство высоты створок для видов *Anodonta cygnea* и *Unio pictorum* на ПП1, ПП2и ПП3 статистически недостоверны.

Площадка 1

Табл.5.Расчет t- критерия Стьюдента для вида *Anodonta cygnea*

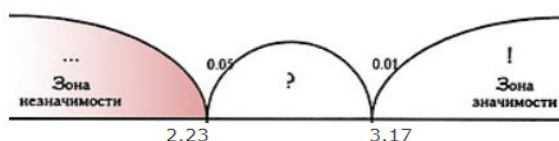
№	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	1.3	1.1	-0.05	-0.25	0.0025	0.0625
2	1	1.1	-0.35	-0.25	0.1225	0.0625
3	2.2	2.4	0.85	1.05	0.7225	1.1025
4	1.2	1.3	-0.15	-0.05	0.0225	0.0025
5	1.8	1.9	0.45	0.55	0.2025	0.3025
6	1.1	1.3	-0.25	-0.05	0.0625	0.0025
7	1	1.1	-0.35	-0.25	0.1225	0.0625
8	1.3	1	-0.05	-0.35	0.0025	0.1225
9	1.5	1.3	0.15	-0.05	0.0225	0.0025
10	1	1.1	-0.35	-0.25	0.1225	0.0625
11	1.5	1.3	0.15	-0.05	0.0225	0.0025
Суммы:	14.9	14.9	0.05	0.05	1.4275	1.7875
Среднее:	1.35	1.35				

Результат: $t_{эмп} = 0$

Критические значения

$t_{кр}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2.09	2.85

Ось значимости:



Полученное эмпирическое значение $t(0)$ находится в зоне незначимости.

Таким образом наличие направленной флуктуирующей асимметрии не подтвердилось. Следовательно, выраженность флуктуирующей асимметрии определяем по формуле

$$A = \frac{\sum |X_{np_i} - X_{лев_i}|}{n}$$

$$\frac{n_{асос}}{n} \times 100,$$

Процент асимметричных особей рассчитываем по формуле

$$A_{16} = \frac{|1.1-1.3|+|1.1-1|+|2.4-2.2|+|1.3-1.2|+|1.9-1.8|+|1.3-1.1|+|1.1-1|+|1-1.3|+|1.3-1.5|+|1.1-1|+|1.3-1.5|}{11} = 0.1636$$

Процент асимметричных особей составляет 100%.

Табл. 6. Расчет t- критерия Стьюдента для вида *Unio pictorum*

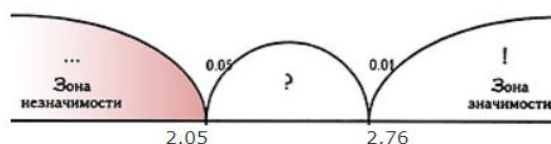
№	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	1.7	1.7	0.33	0.22	0.1089	0.0484
2	1.1	1.3	-0.27	-0.18	0.0729	0.0324
3	1.5	1.2	0.13	-0.28	0.0169	0.0784
4	1.4	1.5	0.03	0.02	0.0009	0.0004
5	1.3	1.5	-0.07	0.02	0.0049	0.0004
6	1.2	1.5	-0.17	0.02	0.0289	0.0004
7	1.3	1.4	-0.07	-0.08	0.0049	0.0064
8	1.3	1.5	-0.07	0.02	0.0049	0.0004
9	1.7	2.3	0.33	0.82	0.1089	0.6724
10	1.4	1.2	0.03	-0.28	0.0009	0.0784
11	1.7	1.8	0.33	0.32	0.1089	0.1024
12	1.4	1.2	0.03	-0.28	0.0009	0.0784
13	1.4	1.6	0.03	0.12	0.0009	0.0144
14	1	1.2	-0.37	-0.28	0.1369	0.0784
15	1.2	1.3	-0.17	-0.18	0.0289	0.0324
Суммы:	20.6	22.2	0.05	0	0.6295	1.224
Среднее:	1.37	1.48				

Результат: $t_{эмп} = 1.2$

Критические значения

$t_{кр}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2.05	2.76

Ось значимости:



Полученное эмпирическое значение t (1.2) находится в зоне незначимости. Наличие направленной флуктуирующей асимметрии не подтвердилось.

$$A_{1п} = \frac{|1.7-1.7|+|1.3-1.1|+|1.2-1.5|+|1.5-1.4|+|1.5-1.3|+|1.5-1.2|+|1.4-1.3|+|1.5-1.3|+|2.3-1.7|+|1.2-1.4|+|1.8-1.7|+|1.2-1.4|+|1.6-1.4|+|1.2-1.0|+|1.3-1.2|}{15} = 0.2000$$

Процент асимметричных особей составляет 93.3333 %

Площадка 2

Табл. 7. Расчет t - критерия Стьюдента для вида *Anodonta cygnea*

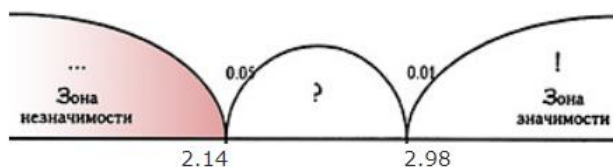
№	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	1.2	1.3	-0.1	0	0.01	0
2	1.6	1.4	0.3	0.1	0.09	0.01
3	1.1	1.2	-0.2	-0.1	0.04	0.01
4	1.2	1.4	-0.1	0.1	0.01	0.01
5	1.7	1.5	0.4	0.2	0.16	0.04
6	2	2.1	0.7	0.8	0.49	0.64
7	1.1	0.9	-0.2	-0.4	0.04	0.16
8	0.5	0.6	-0.8	-0.7	0.64	0.49
Суммы:	10.4	10.4	-0	-0	1.48	1.36
Среднее:	1.3	1.3				

Результат: $t_{эмп} = 0$

Критические значения

$t_{кр}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2.14	2.98

Ось значимости:



Полученное эмпирическое значение t (0) находится в зоне незначимости.

Таким образом, наличие направленной флуктуирующей асимметрии не подтвердилось. Следовательно, выраженность флуктуирующей асимметрии определяем по формуле

$$A = \frac{\sum |X_{np_i} - X_{лев_i}|}{n}$$

$$A_{26} = \frac{|1.3-1.2|+|1.4-1.6|+|1.2-1.1|+|1.4-1.2|+|1.5-1.7|+|2.1-2.0|+|0.9-1.1|+|0.6-0.5|}{8} = 0.1500$$

Процент асимметричных особей составляет 100%.

Табл. 8 .Расчет t- критерия Стьюдента для вида *Unio pictorum*

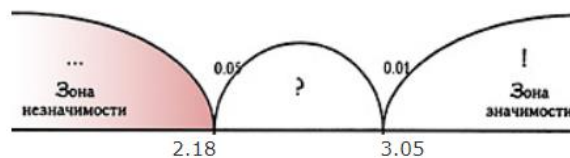
№	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	1.3	1.4	0.14	0.16	0.0196	0.0256
2	1	1.2	-0.16	-0.04	0.0256	0.0016
3	1.2	1	0.04	-0.24	0.0016	0.0576
4	1.1	1.2	-0.06	-0.04	0.0036	0.0016
5	1.3	1.4	0.14	0.16	0.0196	0.0256
6	1.4	1.2	0.24	-0.04	0.0576	0.0016
7	0.8	1.3	-0.36	0.06	0.1296	0.0036
Суммы:	8.1	8.7	-0.02	0.02	0.2572	0.1172
Среднее:	1.16	1.24				

Результат: $t_{Эмп} = 0.9$

Критические значения

$t_{кр}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2.18	3.05

Ось значимости:



Полученное эмпирическое значение t (0.9) находится в зоне незначимости. Наличие направленной флуктуирующей асимметрии не подтвердилось.

$$A_{2п} = \frac{|4-1.3|+|1.2-1.0|+|1.0-1.2|+|1.2-1.1|+|1.4-1.3|+|1.2-1.4|+|1.3-0.8|}{7} = 0.1857$$

Процент асимметричных особей составляет 100%

Площадка 3.

Табл. 9. Расчет t- критерия Стьюдента для вида *Anodonta cygnea*

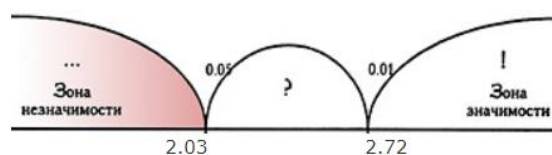
№	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	1.8	1.4	0.29	-0.05	0.0841	0.0025
2	1.4	1	-0.11	-0.45	0.0121	0.2025
3	1.3	1.2	-0.21	-0.25	0.0441	0.0625
4	1.5	1.2	-0.01	-0.25	0.0001	0.0625
5	1.8	1.9	0.29	0.45	0.0841	0.2025
6	1.3	1.5	-0.21	0.05	0.0441	0.0025
7	1.7	1.7	0.19	0.25	0.0361	0.0625
8	1.5	1.9	-0.01	0.45	0.0001	0.2025
9	1.6	1.4	0.09	-0.05	0.0081	0.0025
10	1.7	1.3	0.19	-0.15	0.0361	0.0225
11	2	1.8	0.49	0.35	0.2401	0.1225
12	1.3	1.1	-0.21	-0.35	0.0441	0.1225
13	1.4	1.2	-0.11	-0.25	0.0121	0.0625
14	1.3	1.9	-0.21	0.45	0.0441	0.2025
15	1.3	1.4	-0.21	-0.05	0.0441	0.0025
16	1.3	1.4	-0.21	-0.05	0.0441	0.0025
17	1.2	0.8	-0.31	-0.65	0.0961	0.4225
18	1.5	1.7	-0.01	0.25	0.0001	0.0625
19	1.8	1.8	0.29	0.35	0.0841	0.1225
Суммы:	28.7	27.6	0.01	0.05	0.9579	1.9475
Среднее:	1.51	1.45				

Результат: $t_{Эмп} = 0.7$

Критические значения

$t_{кр}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2.03	2.72

Ось значимости:



Полученное эмпирическое значение t (0.7) находится в зоне незначимости.

$$A_{36} = 0,2368$$

Процент асимметричных особей составляет 89,5%

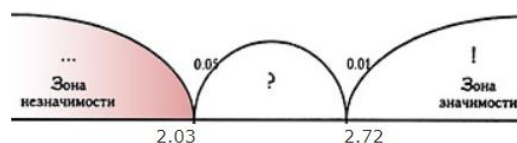
Табл. 10. Расчет t- критерия Стьюдента для вида *Unio pictorum*

№	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	1.3	1.4	0.1	0.15	0.01	0.0225
2	1.5	1.4	0.3	0.15	0.09	0.0225
3	0.9	1.3	-0.3	0.05	0.09	0.0025
4	1.1	1.3	-0.1	0.05	0.01	0.0025
5	1.2	1.5	0	0.25	0	0.0625
6	1	0.8	-0.2	-0.45	0.04	0.2025
7	1	1.1	-0.2	-0.15	0.04	0.0225
8	1.1	1.1	-0.1	-0.15	0.01	0.0225
9	1.4	1.5	0.2	0.25	0.04	0.0625
10	1.3	1.1	0.1	-0.15	0.01	0.0225
11	1.4	1.5	0.2	0.25	0.04	0.0625
12	1.2	0.8	0	-0.45	0	0.2025
13	1.4	1.6	0.2	0.35	0.04	0.1225
14	1.1	1.1	-0.1	-0.15	0.01	0.0225
15	1.3	1.6	0.1	0.35	0.01	0.1225
16	1.5	1.5	0.3	0.25	0.09	0.0625
17	1.3	1.2	0.1	-0.05	0.01	0.0025
18	0.9	1.1	-0.3	-0.15	0.09	0.0225
19	0.9	0.8	-0.3	-0.45	0.09	0.2025
Суммы:	22.8	23.7	0	-0.05	0.72	1.2675
Среднее:	1.2	1.25				

Результат: $t_{Эмп} = 0.7$
Критические значения

$t_{кр}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2.03	2.72

Ось значимости:



Полученное эмпирическое значение t (0.7) находится в зоне незначимости. Наличие направленной флуктуирующей асимметрии не подтвердилось
 $A_{3п} = 0,1632$

Процент асимметричных особей составляет 84,2%

Результаты исследования характеристик флуктуирующей асимметрии в выборках двустворчатых моллюсков представлена в таблице 10.

Табл. 11. Средние значения флуктуирующей асимметрии на площадках

Вид	Район отбора проб	Объем выборки, шт	Выраженность флуктуирующей асимметрии	Доля асимметричных особей в выборке (%)
<i>Anodonta cygnea</i>	ПП1	11	0,1636	100,0
<i>Anodonta cygnea</i>	ПП2	8	0,1500	100,0
<i>Anodonta cygnea</i>	ПП3	19	0,2368	89,5
<i>Unio pictorum</i>	ПП1	15	0,2000	93,3
<i>Unio pictorum</i>	ПП2	7	0,1857	100,0
<i>Unio pictorum</i>	ПП3	19	0,1632	84,2

Среднее значение показателей флуктуирующей асимметрии преобладает на ПП3 - 0,2368 для *Anodonta cygnea* и ПП1- 0,2000 для вида *Unio pictorum*. Следовательно, мы можем сказать что факторы среды по-разному влияют на каждый вид. У обоих видов доля асимметричности особей ниже на ПП3. Что говорит о большей онтогенетической стабильности популяции моллюсков и меньшем геномном и средовом стрессе на ПП3.

Двустворчатые моллюски *Anodonta cygnea* и *Unio pictorum* по определению являются, не равностворчатыми моллюсками во всех случаях наблюдалась небольшая асимметрия. Однако статистически значимые различия между высотой правой и левой створок у этих видов обнаружено не было, что свидетельствует о флуктуирующем характере асимметрии различий высоты створок.

Максимальные значения флуктуирующей асимметрии вида *Anodonta cygnea* наблюдались на ПП3 в размерных значениях 2 и 3 (5,1 – 9 см). Минимальные значения показателя флуктуирующей асимметрии наблюдались для значения 1 (<5 см) размерного ряда на ПП3 и значения 4 (9,1-11 см) на ПП1.

Отсутствуют моллюски 1 размерного значения (<5 см) на площадках ПП1 и ПП2 и 4 размерного значения (9,1-11 см) на площадках ПП2 и 11.1-13 на ПП1 и ПП3.

У обоих видов показатели флуктуирующей асимметрии изменяются с возрастом, что отображено на графике. Общая тенденция возрастание в средних значениях и дальнейшего снижения.

Таким образом, наибольшие значения флуктуирующей асимметрии на ПП3 для вида *Anodonta cygnea* говорят о том, что это место наиболее подвержено антропогенным нагрузкам. На ПП2 отсутствуют моллюски 1 и 4 размерного ряда (<5 см и 9,1-11 см). Это говорит об эпизодическом абиотическом или антропогенном воздействии, что могло повлиять на возрастную структуру популяции моллюсков.

На ПП1 и ПП3 отсутствуют крупные моллюски что говорит о том, что продолжительность жизни моллюсков по тем или иным факторам сокращается.

Флуктуирующая асимметрия рассматривается как мера онтогенетического нестабильности, которая увеличивается под влиянием геномного или средового стресса.

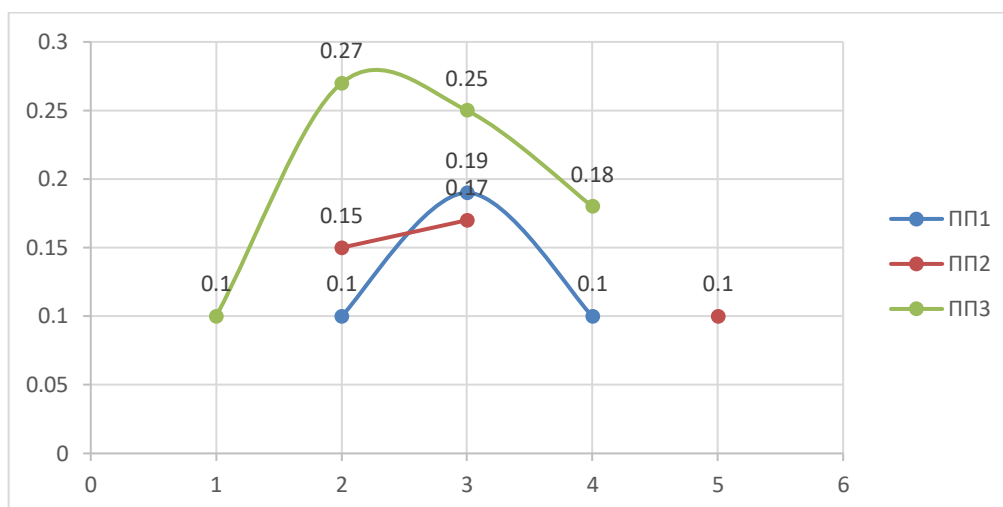


Рис. 7. Значения флуктуирующей асимметрии популяции *Anodonta cygnea* на трех площадках по размерным рядам

Таким образом, мы можем сказать, что все моллюски находятся в состоянии онтогенетической нестабильности и наибольшее значение стресса приходится на моллюсков среднего размерного ряда. При этом, под действием стресса, моллюски размерный ряд которых больше 4 (9.1-11 см) погибают и отсутствие моллюсков размерного ряда 1 (<5 см) на ПП2 говорит о низкой возобновляемости данной популяции. Следовательно, популяция находится в критическом состоянии, а это говорит о достаточно серьезных воздействиях стрессовых факторов. Таким образом популяции ПП2 является нестабильной.

Для вида *Unio pictorum* влияние факторов среды выглядит несколько иначе (рисунок 8).

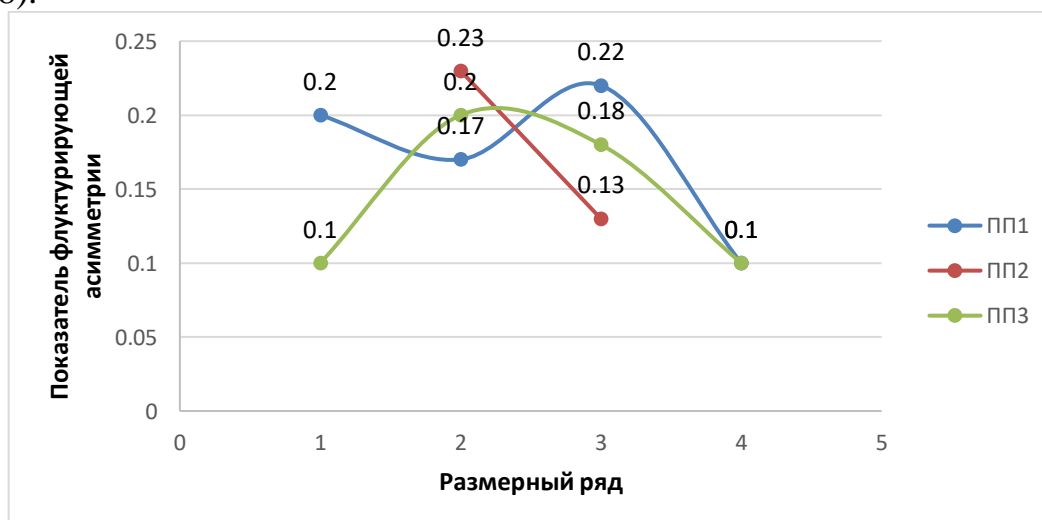


Рис. 8. Значения флуктуирующей асимметрии популяции *Unio pictorum* на трех площадках по размерным рядам.

Значение флуктуирующей асимметрии находится примерно в одинаковом числовом диапазоне (0,20-0,23), однако на ПП2 полностью отсутствуют особи размерного значения 1 и 4 (<5 и более 9см) как и у вида *Anodonta cygnea* на той же площадке. Это говорит о том, что отсутствуют молодые и более старые особи.

Так как молодь значительно более чутко реагирует на загрязнение чем взрослые моллюски, все это говорит о загрязнённости ПП2 и нестабильности популяции моллюсков на этой площадке.

Анализ всех значений флуктуирующей асимметрии говорит, что вид *Anodonta cygnea* более чувствителен к изменению окружающей среды. Отсутствие молодых и старых моллюсков у обоих видов говорит о возможности полного исчезновения популяции, так как нарушена онтогенетическая вариативность, что снижает возможность репродуктивной самовозобновляемости популяций моллюсков на всех исследуемых площадках. Более низкие значения показателей флуктуирующей асимметрии на ПП1 говорят о более благоприятной экологической обстановке выше города Муром по течению. На графиках видно, что значения флуктуирующей асимметрии на площадке ПП1 для размерных рядов 2 и 3 ниже чем на других площадках. Это может говорить об улучшении экологической обстановки и стабилизации онтогенетической структуры популяции моллюсков.

Таким образом, анализ состояния популяций моллюсков реки Оки в районе города Муром показывает неудовлетворительное состояние малакофауны. Отсутствие особей маленького и большого размера, величина значения флуктуирующей асимметрии говорит о снижении онтогенетической стабильности популяций и уменьшении самоочищающей способности речной экосистемы на изученном участке р.Оки.

5. Выводы

Суммируя результаты проведенного исследования, можно сделать следующие выводы.

1. Изученный участок среднего течения р. Оки в районе г.Мурома характеризуется обильно развитой малакофауной, представленной крупными двустворчатыми моллюсками: перловицами рода *Unio*, а также беззубками рода *Anodonta*.
2. Наиболее благоприятными для роста и нормального развития являются участок литоральной зоны на пробной площади со слабо заиленным песчаным дном и обильной водной растительностью ППЗ.
3. Наиболее высокие показатели численности и плотности популяции крупных двустворчатых моллюсков-фильтраторов установлены в заводях реки, отличающихся качеством донного грунта ППЗ.
4. Участки реки на ПП1 и ППЗ, характеризующиеся высокой численностью популяций моллюсков-фильтраторов, имеют более высокие потенциалы к естественному самоочищению от загрязнений.
5. Среднее значение показателей флуктуирующей асимметрии преобладает на ППЗ(0,2368) для *Anodonta cygnea* и ПП1(0,2000) для вида *Unio pictorum*. Следовательно, мы можем сказать, что факторы среды по-разному влияют на каждый вид. У обоих видов доля асимметричности особей ниже на ППЗ. Что говорит о большей онтогенетической стабильности популяции моллюсков и меньшем геномном и средовом стрессе на ППЗ.
6. На ПП2 у *Unio pictorum* встречаются особи только размерного ряда 2 (5,1<7 см) и 3 (7,1<9см). Это говорит о выживаемости особей наименее чувствительных к изменениям окружающей среды и гибель менее устойчивых особей. Это характеризует ПП2 как более загрязненную, что может привести к полному исчезновению популяции моллюсков на этой площадке.
7. Для вида *Anodonta cygnea* наблюдается отсутствие моллюсков размерного ряда меньше 5 см и более 13 см. Показатели флуктуирующей асимметрии выше чем для вида *Unio pictorum*. Следовательно, вид *Anodonta cygnea* более чувствителен к изменению окружающей среды.
8. Наиболее оптимальные условия для жизни вида *Unio pictorum* наблюдаются на ПП1 так как там наименьшие показатели флуктуирующей асимметрии. А площадка ПП2 (район городского пляжа) обладает самым низким репродуктивным потенциалом, так как там отсутствуют особи размерами до 7 см.
9. Анализ состояния популяций моллюсков реки Оки в районе города Муром показывает неудовлетворительное состояние малакофауны. Отсутствие особей маленького и большого размера, величина значения флуктуирующей асимметрии говорит о снижении онтогенетической стабильности популяций и уменьшении самоочищающей способности речной экосистемы на изученном участке р.Оки.

Заключение.

Проведенное исследование показало, что флуктуирующая асимметрия является обычным феноменом у двустворчатых моллюсков р. Оки в районе города Муром. Показатель флуктуирующей асимметрии может помочь в анализе изменчивости природных популяций двустворчатых моллюсков, но для этого необходимо дальнейшее исследование. Доступность этого метода биомониторинга делает его весьма перспективным для широкого использования, что крайне важно в решении современных задач сохранения биоразнообразия. В будущем на основе использования флуктуирующей асимметрии можно будет разработать корректные методы индикации состояния природных популяций моллюсков.

Список использованной литературы

1. Глаголев С.М., Харитонов Н.П., Чертопруд М.В., Ямпольский Л.Ю. Летние школьные практики по пресноводной гидробиологии: Методическое пособие / Под ред. канд. биол. наук М.В. Чертопруда. – М.: Добросвет, МЦНМО, 1999. – 288с.
2. Ихер Т.П., Шиширина Н.Е., Тарарина Л.Ф. Экологический мониторинг объектов водной среды: Методическое пособие для педагогов, студентов и школьников / Под ред. докт. биол. наук, проф. Л.Ф. Тарариной. – Тула: Гриф и К, 2013. – 92 с.
3. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. М.: Учпедгиз, 1950. – 347с.
4. Машкин П.В. Биологические методы оценки состояния водных экосистем. – Пушино, ПГУ, 1996. – 32с.
5. Ласуков Р.Ю. Обитатели водоемов: Карманный определитель водных животных средней полосы Европейской части России (беспозвоночные, амфибии, рептилии). – 2- изд., дополн. - М., Рольф, 2000. – 160с.
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – 10-изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600с.
7. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – 4-е изд. – СПб.: «Крисмас+», 2014. – 176с.
8. Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек: Учебное пособие для сети общественного экологического мониторинга / Под ред. д.б.н. В.В. Скворцова. – изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: «Крисмас+», 2006. – 176с.
9. Чертопруд М.В. Биоиндикация качества водоемов по составу сообществ беспозвоночных – М.: МГСЮН, 2007. – 24с.
10. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель пресноводных беспозвоночных центра Европейской России. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 367с.
11. Шиширина Н.Е., Ихер Т.П. Практическое руководство по комплексному исследованию экологического состояния малых рек / Под ред. проф., докт. биол. Наук Л.Ф. Тарариной. – Тула, Тульский ОЭБЦу, 2012. – 35с.
12. Симак М.С. Изучение плотности популяции крупных двустворчатых моллюсков, обитающих на Алексинском участке реки Оки. [Электронный ресурс]./ М. Симак – режим доступа:

Морфологические характеристики моллюсков на площадке 1

Anodontacygnea Uniopictorum

7,4	4,7	1,3	1,1
7,2	4,5	1	1,1
7,9	4,3	2,2	2,4
7,9	4,9	1,2	1,3
10,3	5,7	1,8	1,9
7,2	4,5	1,1	1,3
6,5	4	1	1,1
7,1	4,1	1,3	1
8,4	5	1,5	1,3
6,8	4,2	1	1,1
8,3	5	1,5	1,3

9	4,5	1,7	1,7
7,2	3,8	1,1	1,3
7,6	4,1	1,5	1,2
8,2	4,2	1,4	1,5
9	3,9	1,3	1,5
8,5	3,7	1,2	1,5
9,2	3,5	1,3	1,4
8,5	3,5	1,3	1,5
8,5	4,2	1,7	2,3
8,5	4,4	1,4	1,2
7,4	3,7	1,7	1,8
6,3	3,5	1,4	1,2
7	3,6	1,4	1,6
5	2,7	1	1,2
5,4	3	1,2	1,3

Морфологические характеристики моллюсков на площадке 2

7,6	4,4	1,2	1,3
8,1	4,8	1,6	1,4
6,5	4	1,1	1,2
6,6	4,7	1,2	1,4
8,9	5,2	1,7	1,5
12,1	6,9	2	2,1
6,6	3,8	1,1	0,9
6,5	2,7	0,5	0,6

8,3	3,5	1,3	1,4
6,1	2,9	1	1,2
6,4	3	1,2	1
7	3,4	1,1	1,2
8,1	3,9	1,3	1,4
8,2	3,7	1,4	1,2
5,3	3	0,8	1,3

Морфологические характеристики моллюсков на площадке 3

8,6	5,3	1,8	1,4
8,5	5	1,4	1
1,8	4,6	1,3	1,2
8	4,5	1,5	1,2
9,2	4,7	1,8	1,9
6,7	3,8	1,3	1,5
9,2	5,4	1,7	1,7
9,7	5,4	1,5	1,9
7,9	4,9	1,6	1,4
10,1	5,8	1,7	1,3
6,3	3,8	2	1,8
7,2	4,5	1,3	1,1
8,3	4,9	1,4	1,2
7,2	3,8	1,3	1,9
7,8	4,5	1,3	1,4
8,8	5,4	1,3	1,4
6,4	3,9	1,2	0,8
8,7	5,3	1,5	1,7
8,6	5,5	1,8	1,8

8,4	3,7	1,3	1,4
9,7	4	1,5	1,4
7,2	3,3	0,9	1,3
8,2	3,4	1,1	1,3
8,4	4,1	1,2	1,5
5,3	2,9	1	0,8
7,2	3,2	1	1,1
7,5	3,4	1,1	1,1
7,6	3,5	1,4	1,5
7	3,5	1,3	1,1
8	3,8	1,4	1,5
8,5	3,5	1,2	0,8
9,2	3,9	1,4	1,6
7,1	3,4	1,1	1,1
8,1	4,1	1,3	1,6
9,8	4	1,5	1,5
7,1	3,5	1,3	1,2
5,3	2,9	0,9	1,1
5	2,5	0,9	0,8

Фиолетовый цвет- <или= 5 см
 Оранжевый-5,1-7 см
 Желтый-7,1-9 см

Красный-9,1-11 см
 Голубой-11,1-13 см