

Научно-исследовательская работа

Краеведение

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ  
МОЛЛЮСКОВ-ФИЛТРАТОРОВ, ОБИТАЮЩИХ  
НА АЛЕКСИНСКОМ УЧАСТКЕ РЕКИ ОКИ

Выполнил  
Симаков Матвей Сергеевич,  
учащийся 8 класса, член НОУ «Поиск»  
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»  
Щекинского района Тульской области

Руководитель:  
Ихер Татьяна Петровна,  
учитель биологии и экологии,  
руководитель НОУ «Поиск»  
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»  
Щекинского района Тульской области,  
почетный работник общего образования РФ,  
советник Российской Академии Естествознания

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение .....	3
1. Объект исследования .....	5
2. Методика исследования .....	5
3. Результаты исследования и их обсуждение .....	6
3.1. Изучение морфологических особенностей крупных двустворчатых моллюсков .....	6
3.2. Описание биотопов пробных площадей .....	8
3.3. Изучение малакофауны пробных площадей и определение размеров раковин .....	12
3.4. Оценка самоочищающей способности речной экосистемы на изученном участке р. Оки .....	17
Выводы .....	19
Список использованной литературы .....	20
Приложение .....	21

## ВВЕДЕНИЕ

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].

Современное, преимущественно неблагоприятное состояние водных объектов объясняется поступлением чрезмерного количества загрязнений, намного превышающим допустимый барьер, за которым процессы естественного самоочищения, как правило, уже не в состоянии вернуть реку, озеро или пруд в исходное положение. Даже самая незначительная антропогенная нагрузка на водосбор того или иного водоема приводит к его загрязнению [7, 11].

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** заключалась в определении плотности популяции крупных двустворчатых моллюсков-фильтраторов, обитающих на Алексинском участке среднего течения реки Оки в пределах северной границы Тульской области.

**Задачи исследования:**

1. Изучить анатомо-морфологические особенности крупных двустворчатых моллюсков, обитающих в реке Оке, и их биотопическую приуроченность к речной экосистеме.

2. Заложить пробные площади на разных участках литоральных зон реки и сделать описание биотопов.

3. Провести сбор моллюсков-фильтраторов на пробных площадях с определением видов и последующим измерением их раковин.

4. Установить численность перловиц и беззубок на каждой изучаемой пробной площади в соответствии с размерами раковин и провести сравнительный анализ морфологических особенностей данных представителей малакофауны.

5. Вычислить плотность популяции моллюсков на каждой пробной площади и дать оценку самоочищающей способности речной экосистемы на изученном участке р. Оки.

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

**Сроки проведения исследования.** Первичный осмотр правобережной долины р. Оки произведен летом 2016 года, в период работы областного лагеря «Зеленый мир», действовавшего на базе ДОЛ «Сигнал» в окрестностях д. Юдинки Алексинского района. Далее в течение июня-июля 2017-2019 гг. в рамках программы пришкольного экологического лагеря выполнялись экспедиционно-полевые работы по теме исследования. В результате серии

однодневных выездов был собран первичный полевой материал с последующей камеральной обработкой и анализом полученных данных. В августе 2020 года проведено дополнительное обследование изучаемого участка р. Оки, позволившее существенно расширить базу полученных данных и уточнить предыдущие выводы.

## 1. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом нашего 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 по дну, оставляя за собой длинные следы в виде желобка, что хорошо заметно на отмелях (в литоральных зонах рек и озёр) ранним утром.



Фото 1 – 2. Общий вид раковин беззубки (слева) и перловицы (справа)

Указанные представители крупной малакофауны – активные фильтраторы, очищающие до 40 л воды в сутки.

## 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение плотности популяции крупных двустворчатых моллюсков проводилось методом закладки пробных площадей в литоральных зонах р. Дон

размером 50 кв. м (прямоугольник 10 х 5 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:

< 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; > 15,0 см

Для определения размеров раковин использовалась металлическая линейка с ценой деления 0,1 см, с помощью которой измерялись длина раковины (L см) и её высота (H см) в месте расположения макушки или вершины (то есть наиболее широкая часть). 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].

На основании сравнительного анализа численности популяций моллюсков-фильтраторов, населяющих литораль изученного участка низовья Дона, была дана оценка экологического состояния речной экосистемы [8, 11].

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

#### **3.1. Изучение морфологических особенностей крупных двустворчатых моллюсков**

В ходе рекогносцировочного обследования алексинского участка р. Оки протяженностью около 2,5 км, расположенного вблизи д. Егнышевка и санатория-курорта «Егнышевка», 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].

У перловиц рода *Crassiana* раковина бурого цвета, толстая, сильно горбатая (спинной край и лигамент, соединяющий створки по спинному краю, выступают выше макушки или находятся на уровне макушки). Передние зубы, расположенные у тупого конца раковины, довольно толстые, короткие, грубо насеченные. Данный род имеет 4 -5 видов моллюсков, обитающих в проточных водах (реках). Наиболее часто встречающийся вид – *Crassiana crassa* (раковина длиной 60 - 80 мм) [3, 10].

У перловиц рода *Unio* раковина без горба, поскольку спинной край ниже макушки, как правило, имеет желтую или зеленую окраску. При этом раковина нередко покрыта бурым налетом водорослей, более плоская и тонкая по сравнению с перловицами рода *Crassiana*. Передние зубы продолговатые, пластинчатые, с мелкими насечками [1, 10].

*Unio crassus* - один из видов часто встречающихся моллюсков перловиц, по-русски называемый перловицей толстой. Перловица обыкновенная *Unio pictorum* (раковина длиной 60 - 120 мм, нередко до 150 мм) и перловица клиновидная *Unio tumidus* (раковина длиной 50 – 110 мм) отличаются удлиненной твердостенной раковиной длиной до 150 мм оливкового цвета с верхушкой, выдающейся к переднему краю. С верхней стороны раковины на внутренней поверхности имеются, так называемые «зубы», образующие «замок» (Шиширина, Ихер, 2003).



**Фото 3.**  
**Общий вид раковины**  
**перловицы обыкновенной**

**Фото 4.**  
**Раскрытая раковина**  
**перловицы обыкновенной**  
**с телом моллюска**



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. В прудах, озёрах и реках встречаются 2 рода беззубок [1, 3].



**Фото 5 - 6. Беззубка обыкновенная, или лебединая, *Anodonta cygnea***

Беззубка обыкновенная (или лебединая) *Anodonta cygnea* имеет широкоовальную тонкостенную раковину до 200 мм в длину, 120 мм в высоту и 60 мм в толщину. Цвет раковины от зеленоватого до коричневого, с разными оттенками, верхушка слабо выдаётся, 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 последующим отфильтровыванием 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. Описание биотопов пробных площадей

В ходе выполнения настоящей научно-исследовательской работы в литоральной зоне р. Оки в окрестностях д. Егнышевка и санатория-курорта «Егнышевка» были заложены 4 пробные площади (ПП) размером 50 кв. м, в виде прямоугольников 10 x 5 м.

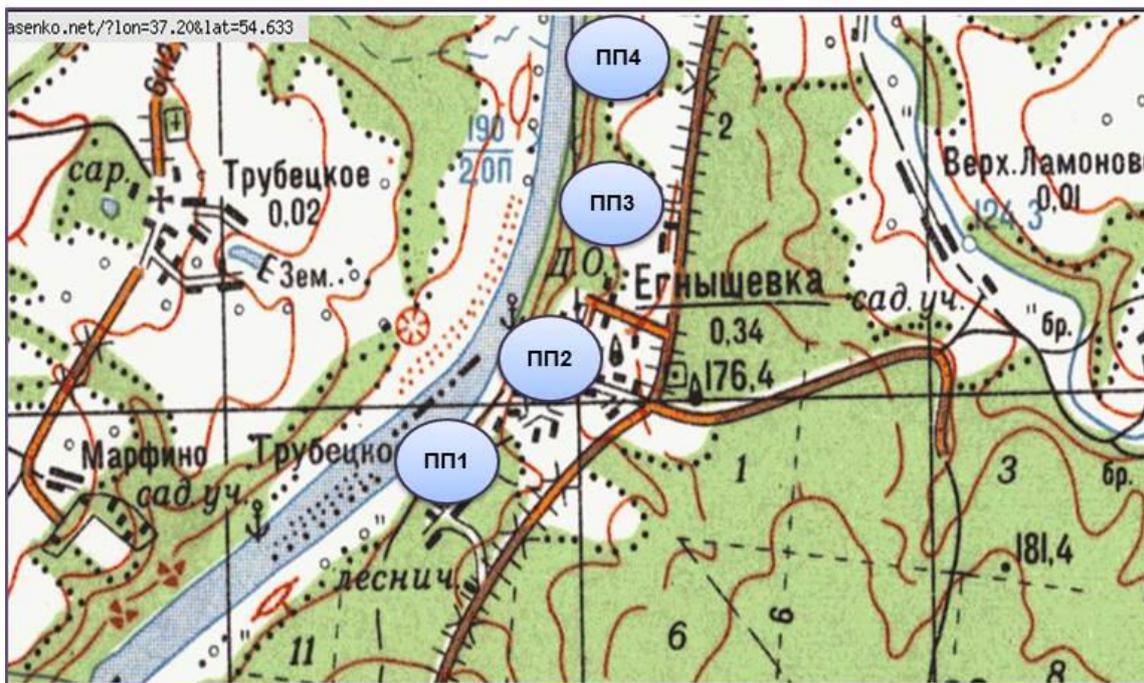


Рис. 1. Фрагмент карты Алексинского участка р. Оки с обозначением мест закладки пробных площадей литоральной зоны

#### Пробная площадь ПП1

ПП1 расположена вблизи усадьбы Сотинского участкового лесничества, в 1500 м выше территории д. Егнышевка. Ширина русла Оки составляет около 200 м, ширина литорали в заводи – 50,0 м, а протяженность заводи – 150 м. Вода слегка мутная из-за большого количества взвешенных частиц, со слегка уловимым болотным запахом (1,0 – 1,5 балла). Температура воды 20 °С.

Песчаное сильно заиленное дно реки имеет небольшой уклон в сторону коренного берега. Ил очень вязкий, черного цвета со слабым травянистым

запахом, органолептически оцененным в 1,5 – 2,0 балла, мощность иловых отложений колеблется от 0,20 до 0,50 м. Глубина литорали колеблется от 0,2 до 0,6 м; скорость течения реки 0,15 – 0,20 м/с.

На данном участке реки пойма практически отсутствует. В засушливые периоды времени при общем понижении уровня воды в русле вдоль склона речной долины обнажается неширокая полоска руслового берега, обильно заросшего древесной растительностью (ива ломкая, вяз шершавый, клен остролистный, липа сердцевидная, сосна обыкновенная) с редкими куртинами прибрежно-водных фитоценозов, состоящих из рогоза широколистного, осок острой, пузырчатой и береговой, стрелолиста обыкновенного, сусака зонтичного, частухи подорожниковой, ситников скученного и сплюснутого, горца земноводного, череды поникшей, тростника южного, камыша озерного, ириса водного, элодеи канадской (водяной чумы) и других растений-гидрофитов [6].

В заводи на поверхности и в толще воды имеются обильно разросшиеся фитоценозы растений-макрофитов, включающие разные виды рдестов (плавающий, гребенчатый, пронзеннолистный, курчавый), уруть мутовчатую, ежеголовник простой, хвостник обыкновенный (водяную сосенку), горец земноводный, ряску малую, многокоренник обыкновенный, а также одноклеточные нитчатые водоросли (зигонема, блестянка).

### **Пробная площадь ПП2**

ПП2 находилась вблизи причала «Егнышевка», в 300 м ниже территории санатория-курорта «Егнышевка» и на расстоянии 800 м от ПП1. Ширина реки на данном участке 250 м; ширина литоральной зоны небольшой заводи протяженностью не более 80 м составляет 50 – 60 м, глубина реки 0,2 – 0,5 м; скорость течения 0,15 – 0,25 м/с. Вода бесцветная, прозрачная, температура воды 18 °С. Донный грунт – песок с небольшим наилком светло-серого цвета, с очень слабым травянистым запахом, органолептически оцененным в 1 балл.

Русловый берег представляет собой полосу песчаного пляжа шириной от 20 до 100 м со сплошными зарослями ивняка с примесью крушины ломкой, черемухи, ольхи черной, вяза шершавого, березы бородавчатой. Редкая травянистая растительность, образующая куртины либо небольшие группы и

полосы, представлена вейником наземным, тростником южным, рогозом широколистным, ситниками, осоками, лапчаткой гусиной, цикорием обыкновенным, лопухом паутинистым, полынью обыкновенной, осотом болотным, бодяком полевым, подорожниками большим и ланцетным, донниками белым и лекарственным, дербенником иволистным, ослинником двулетним, льнянкой обыкновенной и другими травами.

Фитоценозы водных растений составляют рдесты плавающий, длиннейший, курчавый, гребенчатый, Фриза и узловатый, уруть мутовчатая, роголистник погруженный, ежеголовник простой, валлиснерия спиральная, одноклеточные водоросли зигонема и блестянка.

### **Пробная площадь ПП3**

ПП3 расположена на расстоянии 650 м от ПП2 в широкой заводи, где литоральная зона простирается на 200 м и имеет ширину около 70 – 90 м. Немного ниже по течению Оки в узкую пойму врезан неглубокий овраг, на восточном склоне которого находится знаменитый источник великомученика и целителя Пантелеймона. Глубина реки не превышает 0,5 м; скорость течения реки 0,15 – 0,25 м/с. Вода прозрачная, бесцветная; температура воды 17 – 19 °С.

Дно заводи имеет слабый уклон в сторону склона речной долины. Донный грунт – слабо заиленный песок, ил светло-серого цвета с едва ощутимым травянистым запахом, интенсивность которого не более 1 балла.

Вдоль склона речной долины произрастают ивы белая, ломкая и козья с примесью клена американского, вяза шершавого и гладкого, а также разновозрастные кусты крушины ломкой и орешника. Прибрежно-водная травянистая растительность отсутствует.

Обильная водная растительность представлена крупными фитоценозами, состоящими из рдестов (плавающего, длиннейшего, Фриза, курчавого, узловатого, маленького), роголистников донского и погруженного, ежеголовника прямого, урути мутовчатой, ряски малой, горца земноводного, обильных скоплений блестянки.

### **Пробная площадь ПП4**

ПП4 расположена на расстоянии около 500 м от ПП3, в небольшой заводи за излучиной реки. На данном участке русло характеризуется значительным уклоном к склону речной долины.

Ширина литоральной зоны в заводи протяженностью около 70 - 80 м составляет около 50 м, глубина реки не превышает 0,3 – 0,5 м; скорость течения – не более 0,15 – 0,20 м/с. Вода слегка мутная из-за большого количества взвеси, со слабым болотным запахом в 2 балла. Температура воды 18 °С.

Донный грунт – сильно заиленный песок, мощность отложений темно-коричневого ила составляет 0,20 – 0,40 м. Ил характеризуется болотным запахом, оцененным в 2 – 3 балла.

Речная пойма отсутствует. Вдоль коренного берега тянутся редкие куртины рогоза узколистного, тростника южного, осоки береговой, ириса водяного, стрелолиста обыкновенного, горца земноводного. Далее следуют сплошные заросли ивняка белого с примесью тополя черного, вяза шершавого, ясеня обыкновенного с примесью клена ясенелистного (американского).

Высшая водная растительность представлена сообществами рдестов (пронзеннолистного, гребенчатого, плавающего, маленького, курчавого), роголистника донского, урути мутовчатой, элодеи канадской, горца земноводного, хвостника обыкновенного, ряски малой, многокоренника обыкновенного с обильными скоплениями блестянки и зигонемы.

Таким образом, в результате описания пробных площадей изучаемой литоральной зоны реки выделено четыре биотопа:

- вязкое, сильно заиленное дно (ПП1);
- сильно заиленное песчаное дно (ПП4);
- слабо заиленное песчаное дно (ПП3);
- слегка заиленное песчаное дно (ПП2).

Необходимо отметить, что обильная водная растительность литорали играет очень важную роль в газовом режиме реки, особенно на мелководье.

Указанные экологические факторы водной среды (особенности донного грунта, наличие высшей водной растительности) способствуют развитию зообентоса, обеспечивая его видовое разнообразие.

### **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 практически на всех пробных площадях присутствовали представители перловиц рода *Crassiana* и рода *Unio*, а также беззубки *Anodonta cygnea*. При определении размеров раковин все крупные двустворчатые моллюски были разделены на две систематические группы: перловицы и беззубки.

**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, Н см		
			Lmin	Lmax	Lср.	Hmin	Hmax	Hср.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
III1	<b>П Е Р Л О В И Ц Ы</b>							
	5	< 5,0	3,7	4,9	4,5	2,8	3,2	3,1
	8	5,1 – 7,0	5,1	6,9	6,5	2,5	3,5	3,3
	15	7,1 – 9,0	7,2	8,9	8,4	3,2	4,1	3,7
	23	9,1 – 11,0	9,2	10,8	10,3	4,7	5,5	5,1
	11	11,1 – 13,0	11,2	13,0	12,2	6,2	7,4	6,5
	7	13,1 – 15,0	13,3	14,8	14,3	6,0	8,5	7,2
	<b>Б Е З З У Б К И</b>							
	2	5,1 – 7,0	5,1	6,5	5,8	3,5	3,9	3,7
	7	7,1 – 9,0	7,2	8,8	7,9	4,5	6,2	5,3
	5	9,1 – 11,0	9,3	11,0	10,2	5,5	6,8	6,1
III2	<b>П Е Р Л О В И Ц Ы</b>							
	11	< 5,0	3,9	5,0	4,7	3,0	3,5	3,2
	15	5,1 – 7,0	5,3	7,0	6,7	2,8	3,2	3,5
	27	7,1 – 9,0	7,3	9,0	8,5	3,4	4,2	3,8
	31	9,1 – 11,0	9,4	11,0	10,3	5,0	5,8	5,3
	20	11,1 – 13,0	11,3	13,0	12,5	6,3	7,8	7,2
	26	13,1 – 15,0	13,2	14,9	14,4	6,7	8,7	7,4
	<b>Б Е З З У Б К И</b>							
	18	5,1 – 7,0	5,2	6,4	5,9	2,3	3,3	2,7
	16	7,1 – 9,0	7,1	8,9	8,3	3,0	3,8	3,4
	29	9,1 – 11,0	9,2	10,8	10,3	4,7	5,5	5,1
	31	11,1 – 13,0	11,3	12,9	12,4	6,2	7,8	7,0
	7	13,1 – 15,0	13,2	14,8	14,5	6,3	9,1	7,5
	3	> 15,0	15,1	15,9	15,3	6,5	9,3	7,7

Анализ таблицы 1 показал следующее (см. гистограммы в приложении):

- алексинский участок р. Оки вблизи д. Егнышевка характеризуется довольно обильным развитием крупной малакофауны;

- на всех изучаемых пробных площадях алексинского участка р. Оки выявлены популяции двустворчатых моллюсков, включающие разновозрастных перловиц и беззубок, о чём свидетельствуют морфологические характеристики их раковин;

Номер ПП	Всего особей моллюсков	Размерные ряды, см	Длина раковины, L см			Высота раковины, Н см		
			Lmin	Lmax	Lср.	Hmin	Hmax	Hср.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ППЗ	<b>П Е Р Л О В И Ц Ы</b>							
	2	< 5,0	3,7	4,8	4,4	2,7	3,3	3,1
	4	5,1 – 7,0	5,1	6,5	5,8	3,5	3,9	3,6
	29	7,1 – 9,0	7,1	9,0	8,4	3,6	4,2	3,8
	25	9,1 – 11,0	9,2	10,8	10,3	4,7	5,5	5,1
	19	11,1 – 13,0	11,2	13,0	12,2	5,1	5,7	5,3
	18	13,1 – 15,0	13,1	14,7	14,4	5,5	6,7	6,1
	<b>Б Е З З У Б К И</b>							
	11	5,1 – 7,0	5,2	7,0	6,7	2,5	3,5	3,3
	21	7,1 – 9,0	7,2	8,9	8,4	3,2	4,0	3,6
	37	9,1 – 11,0	9,3	11,0	10,1	5,4	6,9	6,2
	23	11,1 – 13,0	11,3	13,0	12,4	6,2	7,3	7,0
	15	13,1 – 15,0	13,3	14,7	14,2	6,4	8,0	7,3
	9	> 15,0	15,2	16,0	15,3	6,7	8,7	7,5
ПП4	<b>П Е Р Л О В И Ц Ы</b>							
	9	< 5,0	3,8	5,0	4,6	2,9	3,3	3,2
	17	5,1 – 7,0	5,3	7,0	6,7	3,1	3,8	3,5
	23	7,1 – 9,0	7,2	8,9	8,4	3,2	4,1	3,7
	36	9,1 – 11,0	9,2	10,8	10,3	4,7	5,5	5,1
	29	11,1 – 13,0	11,2	13,0	12,2	6,2	7,4	6,5
	25	13,1 – 15,0	13,3	14,8	14,5	6,0	8,5	7,2
	<b>Б Е З З У Б К И</b>							
	7	5,1 – 7,0	5,1	6,9	6,5	2,5	3,5	3,3
	19	7,1 – 9,0	7,2	8,8	8,3	3,0	3,9	3,4
	23	9,1 – 11,0	9,2	10,9	10,2	4,5	6,2	5,3

- на всех пробных площадях обнаружены перловицы, размеры раковин которых полностью укладываются в размерный ряд, соответствующий методике исследования;

- для беззубок, обитающих в литоральных ПП2 и ПП3, выявлены полные размерные ряды;

- размерные ряды раковин беззубок на ПП1 и ПП4 существенно укорочены из-за отсутствия наиболее крупных особей с длиной раковин более 11,0 см;

- на всех пробных площадях наибольшая численность особей перловиц установлена для средних размерных групп (от 7,1 до 13,0 см);
- наибольшим числом особей изучаемых родов малакофауны характеризуются ПП2 и ПП3;
- численность сообществ крупной малакофауны на ПП2 и ПП3 в 1,5 – 3,0 раза больше, чем на ПП1 и ПП4.

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. 2 и представлены на гистограммах (см. рис. 1 – 2).

Таблица 2

**Характеристика сообществ крупных двустворчатых моллюсков на изученных пробных площадях литоральной зоны низовья р. Дон**

Номер пробной площади	Перловицы		Беззубки			Всего особей моллюсков на ПП	Плотность популяции моллюсков на ПП, особей/кв.м	
	Кол-во особей	Средние размеры раковин, см		Кол-во особей	Средние размеры раковин, см			
		Лср.	Нср.		Лср.			Нср.
ПП1	69	9,4	4,9	14	8,0	3,9	83	1,66
ПП2	130	9,6	5,1	104	11,5	5,6	234	4,68
ПП3	97	9,3	4,6	116	11,2	5,8	213	4,26
ПП4	139	9,5	4,9	49	8,4	4,1	188	3,76

Данные таблицы 2 свидетельствуют:

- наибольшей численностью выделяется сообщество крупной малакофауны на ПП2 (234 особи), несколько меньшей численностью – сообщество малакофауны на ПП3 (213 особей);
- минимальная численность моллюсков-фильтраторов зарегистрирована на ПП1 – 83 особи, что в 2,8 раза меньше, чем на ПП2;
- в литорали ПП1 перловиц в 4,9 раза больше, чем беззубок;
- в литорали ПП4 перловиц в 2,8 раза больше, чем беззубок;

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



Рис. 2. Характеристика сообществ изучаемой двустворчатой малакофауны по средней длине раковин



**Рис. 3. Характеристика сообществ изучаемой двустворчатой малакофауны по средней высоте раковин**

- на ПП1 и ПП4 средние размеры раковин беззубок примерно в 1,3-1,4 раза меньше средних размеров раковин беззубок, обитающих в литоральных ПП2 и ПП3;

- плотность популяции моллюсков-фильтраторов на ПП2 максимальная (4,68 особей на кв.м), соизмерима с аналогичным показателем ПП3 (4,26 особей на кв.м);

- минимальная плотность популяции перловиц и беззубок зарегистрирована на ПП1 (1,66 особей на кв.м), что в 2,3 раза меньше, чем данный показатель, вычисленный для ПП4 (3,76 особей на кв.м).

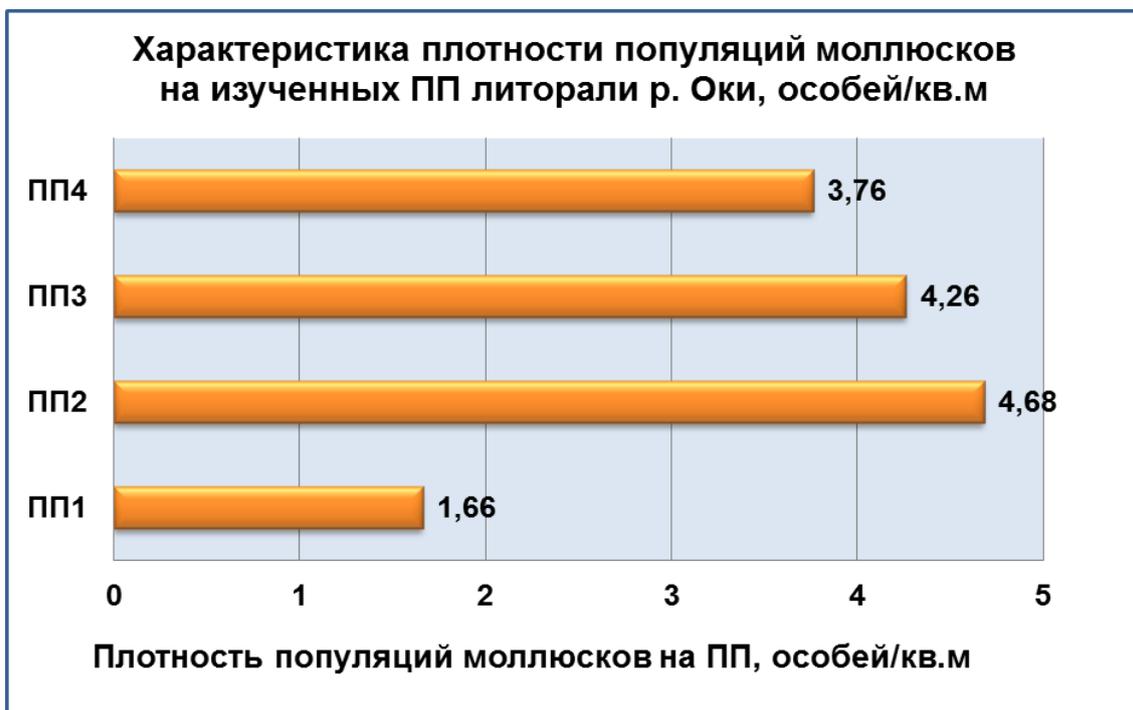


Рис. 4. Распределение показателей плотности популяций малакофауны на изученных пробных площадях литорали р. Оки

### 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 Тульской области свидетельствуют о разной степени загрязнения речных вод и донного грунта.

На участках с песчаным слабо заиленным дном выявлены наиболее многочисленные сообщества крупных двустворчатых моллюсков, характеризующихся примерно 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].

Систематическое накопление илов на песчаном дне заводов ухудшает качество донного грунта, что негативно отражается на численности перловиц, относительно стойких к загрязнениям. Об этом свидетельствуют результаты наших наблюдений, когда на ПП1, характеризующейся максимальной мощностью отложений ила, было найдено перловиц в 2,0 раза меньше, чем на менее загрязненном донном грунте ПП4.

При сравнении численности систематических групп малакофауны ПП1 и ПП4 установлено, что беззубки, более требовательные к качеству донных отложений, встречаются на ПП4 в 3,5 раза чаще, чем на ПП1; следовательно, данный участок реки меньше пригоден для обитания изучаемых представителей моллюсков-фильтраторов.

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 алексинского Поочья (см. табл. 3).

*Таблица 3*

**Характеристика самоочищающей способности  
моллюсков-фильтраторов, обитающих  
в литоральной зоне низовья р. Дон**

<b>Номер пробной площади</b>	<b>Всего особей моллюсков на ПП</b>	<b>Объем речных вод, отфильтрованных в течение суток, л</b>
ПП1	83	3320
ПП2	234	9360
ПП3	213	8520
ПП4	188	7520

Как видно из табл.3, наилучшей самоочищающей способностью характеризуются сообщества крупных моллюсков на ПП2 и ПП3.

Наименьшим показателем самоочищения выделяется ПП1, где выявлена самая низкая плотность популяции изученной двустворчатой малакофауны.

## ВЫВОДЫ

Суммируя результаты проведенного исследования, можно сделать следующие выводы.

1. Изученный участок среднего течения р. Оки в Алексинском Поочье характеризуется обильно развитой малакофауной, представленной крупными двустворчатыми моллюсками: перловицами рода *Crassiana* и рода *Unio*, а также беззубками рода *Anodonta*.

2. Наиболее благоприятными для роста и нормального развития являются участки литоральной зоны на двух пробных площадях со слабо заиленным песчаным дном и обильной водной растительностью (ПП2 и ПП3).

3. Наиболее высокие показатели численности и плотности популяции крупных двустворчатых моллюсков-фильтраторов установлены в заводях реки, отличающихся более высоким качеством донного грунта (ПП2 и ПП3).

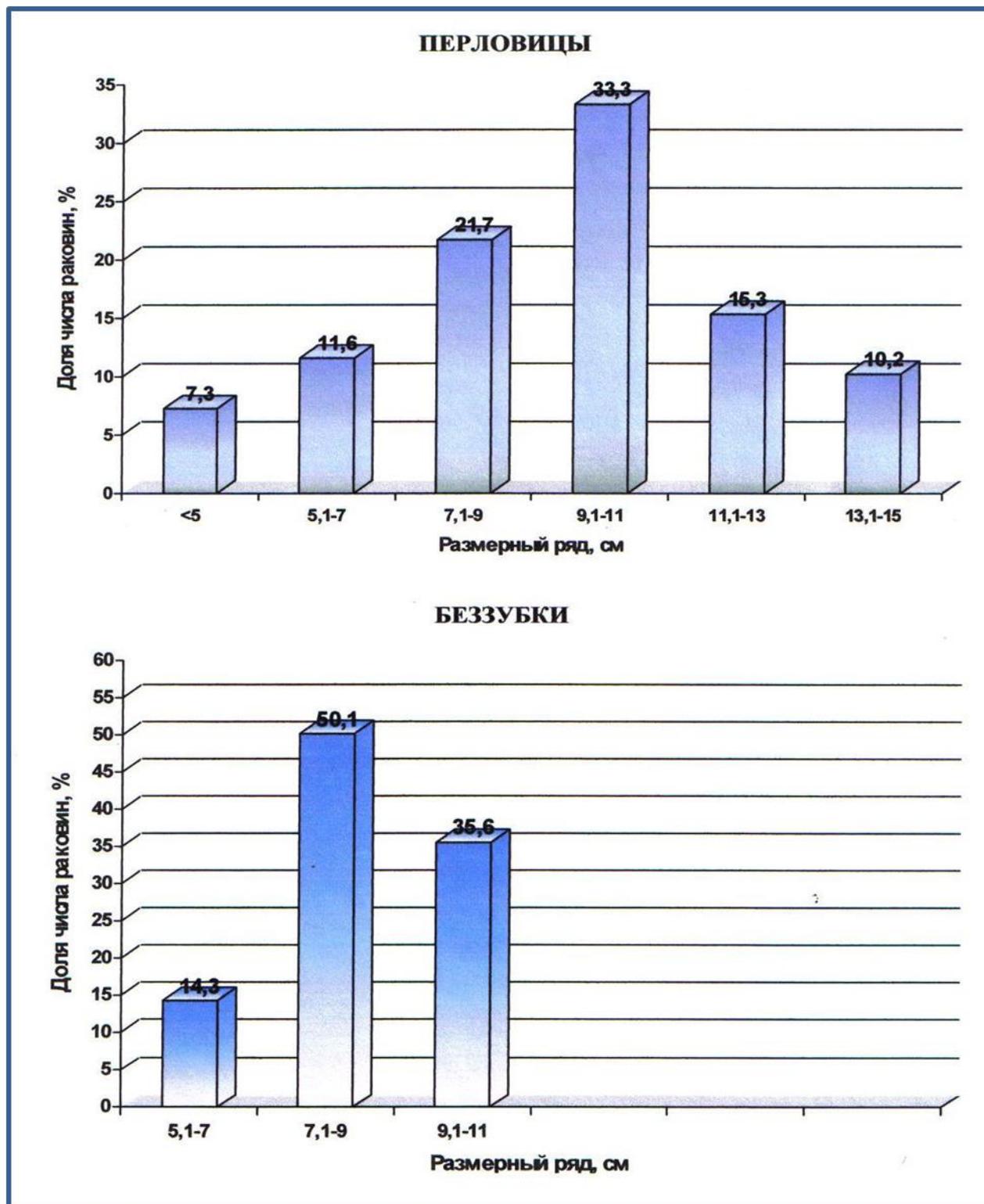
4. На остальных пробных площадях изученного участка реки Оки, характеризующихся менее качественной средой обитания, в сообществах малакофауны преобладают перловицы, более толерантные к загрязнению донного грунта и воды.

5. Участки реки Оки на ПП2 и ПП3, характеризующиеся большей численностью популяций моллюсков-фильтраторов, имеют более высокие потенциалы к естественному самоочищению от загрязнений.

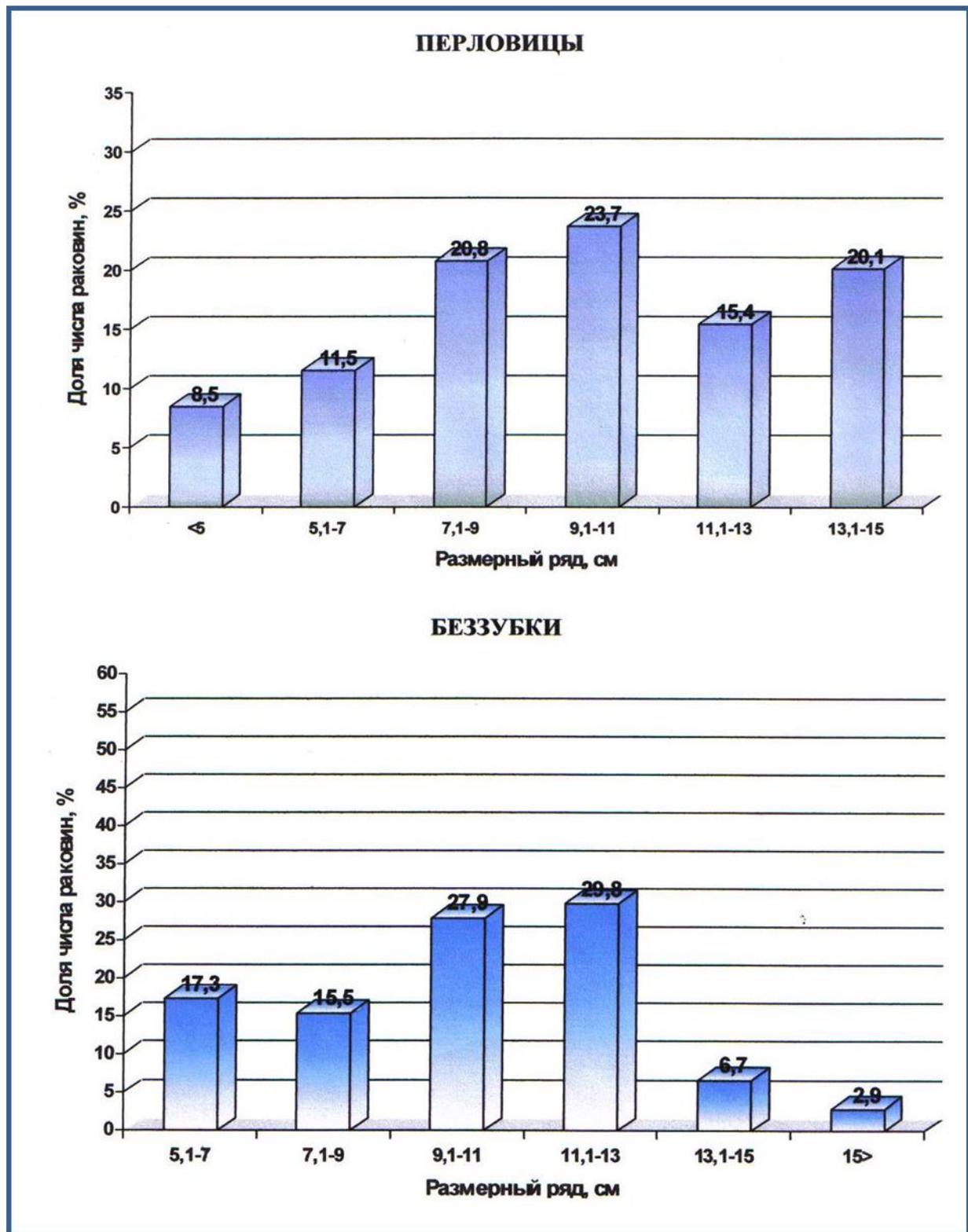
## Список использованной литературы

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. – 288 с.
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. – 347 с.
4. Машкин П.В. Биологические методы оценки состояния водных экосистем. – Пущино, ПГУ, 1996. – 32 с.
5. Ласуков Р.Ю. Обитатели водоемов: Карманный определитель водных животных средней полосы Европейской части России (беспозвоночные, амфибии, рептилии). – 2- изд., дополн. - М., Рольф, 2000. – 160 с.
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – 10-е изд. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
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. – 176 с.
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. – 176 с.
9. Чертопруд М.В. Биоиндикация качества водоемов по составу сообществ беспозвоночных – М.: МГСЮН, 2007. – 24 с.
10. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель пресноводных беспозвоночных центра Европейской России. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 367 с.
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. – 35 с.
12. Шиширина Н.Е., Ихер Т.П., Тарарина Л.Ф. Макрозообентос водоемов: Методическое пособие для педагогов, студентов и школьников / Под ред. докт. биол. наук, проф. Л.Ф. Тарариной. – Тула: Гриф и К., 2013. – 56 с.

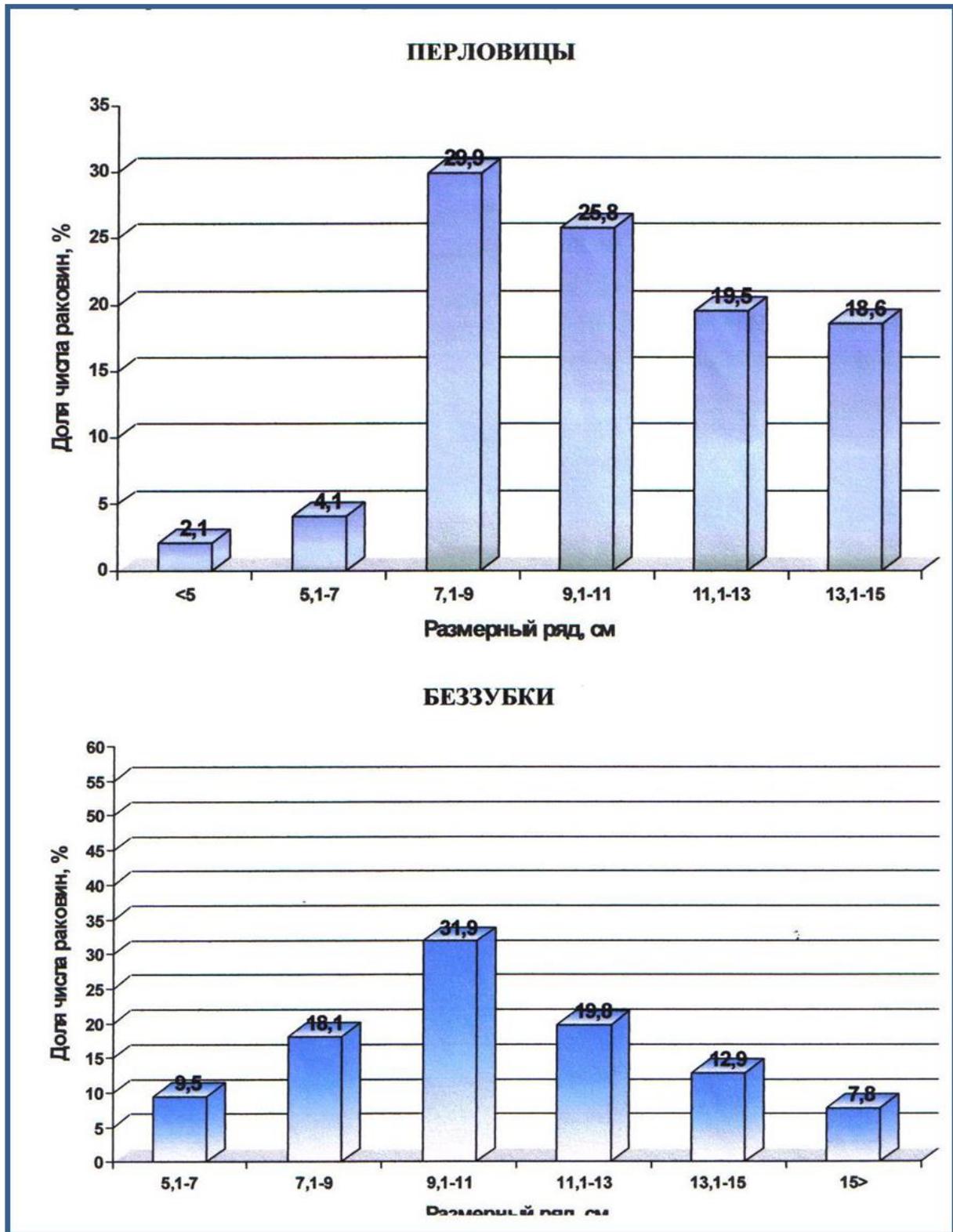
Распределение крупных двустворчатых моллюсков  
на изучаемой ПШ литорали р. Оки  
в соответствии с размерами раковин



Распределение крупных двустворчатых моллюсков  
на изучаемой ПП2 литорали р. Оки  
в соответствии с размерами раковин



Распределение крупных двустворчатых моллюсков  
на изучаемой ППЗ литорали р. Оки  
в соответствии с размерами раковин



**Распределение крупных двустворчатых моллюсков  
на изучаемой ПП4 литорали р. Оки  
в соответствии с размерами раковин**

