

Всероссийский конкурс «Моя малая родина: природа, культура, этнос»
Управление общего и профессионального образования
Администрация Чайковского муниципального района Пермского края
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 7»

Номинация «Этноэкологические исследования»

Определение качества воды по количественному и качественному составу зообентоса реки Белая Республики Башкортостан

Автор работы:

Чальшева Полина Алексеевна

ученица 9 класса

МБОУ СОШ №7

Руководитель:

Калмыкова Вера Викторовна,

учитель биологии МБОУ СОШ №7

617765 Пермский край

г. Чайковский, Пр. Победы, 2

тел.(факс) 2-34-241-2-50-00

e-mail moysoh7@mail.ru

Оглавление

	стр.
Введение.....	3
1 Обзор литературы.....	3 - 5
2 Методики исследования.....	5 - 9
3 Физико-географический обзор.....	9 - 11
4 Результаты исследования.....	11 - 15
Выводы.....	15
Рекомендации.....	15
Список используемой литературы.....	16–17
Приложение.....	17
Карта районов исследования.....	17 - 18
Фотоматериал.....	19 - 24
Фотоматериал экологического рейда на рабочих площадках левого берега р.Кама г.Чайковский Пермского края, 2018 г.	24
Спутниковая фотосъемка местности р.Белой Республики Башкортостан, маршрутная нитка: с.Байназарово д.Акбулатово – п.Шульган-Таш.....	25

Введение

Вода – самое распространенное вещество на нашей планете. По мнению В.И. Вернадского (1967): «Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Все земное вещество ею проникнуто и охвачено». Биологическое значение воды достаточно велико. Эта бесценная жидкость является основной средой для протекающих в организме внутренних процессах.

В организме человека вода составляет около 80% массы тела. Дефицит чистой пресной воды человек будет остро ощущаться уже через семь часов (Зверев, 2013). Поэтому очень важно следить за состоянием водных экосистем, которые, к сожалению, подвергаются высокому антропогенному загрязнению (Хотунцев, 2011).

Во время сплава по р.Белой на маршруте: с.Байназарово – д.Тимириво – д.Старосубхагулово – д.Миндигулово – д.Акбулатово – п.Шульган-Таш нас заинтересовали живые водные индикаторы, по которым определяют состояние чистоты воды. Поэтому мы выбрали данную тему исследования.

Объект исследования – качество воды р. Белой.

Предмет исследования – влияние степени загрязнения воды на количественный и качественный состав зообентоса р. Белой.

Гипотеза исследования – в верховьях реки Белой вода чище, поэтому видовое разнообразие донных организмов и их количественный состав больше, чем в низовьях.

Целью нашей работы стала оценка качества воды на туристском маршруте по количественному и качественному составу зообентоса.

В ходе нашей работы решались следующие задачи:

1. описать биотопы исследуемых участков р.Белой на маршруте: с.Байназарово –д.Тимириво –д.Миндигулово – п.Шульган-Таш;
2. взять пробы и определить видовое разнообразие донных беспозвоночных на рабочих площадках р.Белой;
3. оценить состояние воды по видовому составу зообентоса методом Вудивисса;
4. провести диагностику качества воды рабочих площадок по индексу Гуднайта и Уотлея и индикаторным видам моллюсков.

Шесть намеченных рабочих площадок были приурочены к местам стоянок туристического маршрута по р. Белой.

1. Обзор литературы

Оценка качества воды на туристском маршруте осуществляется самыми разнообразными методами и методиками: химическими, органолептическими и биоиндикационными методами (Бровкина, 2014). Самые точные данные о состоянии воды дает химический анализ, к сожалению, в походных условиях мы не смогли его провести.

Из сборника методик экологического мониторинга Т.Я. Ашихминой (2015) мы установили, что в ходе исследования водных объектов рекомендуется определять следующие органолептические свойства: прозрачность, цветность, цвет, запах, содержание взвешенных веществ.

Биологический метод оценки качества воды основан на изучении качественного и количественного состава населения водоема. Этот метод позволяет получить более полное представление о взаимосвязях и взаимоотношениях живых организмов в водной среде и наглядно увидеть зависимость живого мира от степени антропогенного воздействия на него (Алексеевнина, 2003; Озеров, 2005).

Идеей биомониторинга является то, что гидробионты отражают сложившиеся в водоеме условия среды: виды, для которых эти условия неблагоприятны, погибают, заменяясь новыми видами с иными потребностями (Ашихмина, 2015). Из методики М.С. Алексеевниной (2003) мы установили, что самыми точными индикаторами в этом отношении являются организмы зообентоса, так как у большинства данных представителей продолжительный жизненный цикл, благодаря чему они интенсивнее аккумулируют химические вещества в клетках.

По данным М.С. Алексеевниной (2003) первую индикаторную систему организмов сапробности воды создали Кольквитц и Марссон (1908-1909). На наш взгляд данная система биологического анализа качества воды детально разработана, поэтому позволяет получить самые точные данные, так как:

- рассматривает прямую и обратную динамику изменения качества воды: от чистого к загрязненному и в обратном направлении;
- определяет и характеризует четыре зоны загрязнения;
- для каждой зоны сапробности приведен подробный список организмов-индикаторов.

Однако данной методике присущ ряд недостатков:

- требует наличия квалифицированных специалистов для определения гидробионтов;
- занимает много времени при детальной обработке проб;
- наличие или отсутствие того или другого вида не всегда характеризует тип загрязнения водоема, поэтому нуждается в дополнительных методах оценки качества воды;
- трудоемок.

Метод Вудивисса лишен данных недостатков. Он доступен и легок в апробации (не требует обязательного определения до вида изучаемых организмов зообентоса). Единственный минус: уступает в точности системе Кольквитца-Марссона, но все же позволяет достаточно надежно оценить степень загрязнения различных участков водоема. В работе Т.Я. Ашихминой (2015) данный метод представлен под названием «Определение биотического индекса пресноводных экосистем по донным беспозвоночным», но ссылки на Вудивисса, в ней мы не обнаружили.

В работе А.Г. Озерова (2005) мы встретили еще две биоиндикационные системы оценки качества воды в водоемах:

- по индикаторным таксонам, что довольно легко и доступно, но заметно уступает методу Вудивисса, так как не учитывает количество видов и групп зообентоса.
- по индексу Шеннона, к сожалению, апробировать ее невозможно, так как автор не расшифровал обозначения в представленной им формуле.

На основании индикаторной системы организмов сапробности воды Кольквитца-Марссона Т.Я. Ашихмина (2015) составляет упрощенную методику оценки качества воды по видовому разнообразию моллюсков. Данная методика школьного мониторинга также характеризуется доступностью и легкостью в апробации.

Ряд биоиндикационных методик оценки качества воды основывается на количестве и массе олигохет (малощетинковых кольчатых червей), которые являются основным компонентом фауны грунтов различного типа. Подробные методики определения сапробности воды по олигохетам представлены в работе М.С. Алексевниной (2003):

- по индексу Гуднайта и Уотлея, где о состоянии качества воды судят по соотношению численности олигохет к количеству видов других обитателей дна;
- по количеству численности олигохет на 1 м²;
- по индексу, показывающему соотношение массы олигохет к массе личинок насекомых.

По данным А.Д. Ханнановой (2015) данные методы не всегда могут быть использованы, так как в районах исследования малощетинковых червей может не оказаться. Данный факт подтверждают результаты нашего исследования.

В ходе литературного обзора было проанализировано 16 литературных источников. Идеи и методики М.С. Алексевниной (2003) и Т.Я. Ашихминой (2015) легли в основу данного исследования.

2. Методика исследования

Органолептические свойства воды: содержание взвешенных частиц, определение цвета, прозрачности, запаха и водородного показателя (рН) определяли по методикам А.Г. Озерова (2005) и Т.Я. Ашихминой (2015).

2.1. Отбор и обработка проб для анализа

На каждой рабочей площадке было взято по 5 проб, площадью облова 0,2м² (20см x 1м). В итоге, в каждом районе исследования площадь облова составила 1м². Участки сбора проб располагались через 1 м друг от друга (в целях техники безопасности расстояние корректировалось на 50-60 см.).

Пробы грунта отбирали с помощью сачкового скребка (h=20см). Движение сачка осуществляли против течения, чтобы отловленные организмы не вымывались из них водой. Отобранные пробы грунта промывали непосредственно в скребке, прополаскивали грунт до тех пор, пока промывная вода не стала светлой. Оставшийся зообентос сортировался и помещался в пластмассовые емкости с крышками. Отбор организмов из промытого грунта осуществлялся на месте отбора проб. Все пробы разбирались в «живом виде». После проведения исследований животных выпускали в места их обитания.

2.2. Описание растительности и зообентоса

Описание береговых и водных растений проводилось при помощи определителя И.А.Губанова (2003; 2004). Для этого использовались бланки простого геоботанического описания (Боголюбов, 2017). Определение водных животных осуществлялось с помощью определителей Е.М. Хейсена (1962), Н.Н. Плавильщикова (1994), М. С. Алексевниной (2003), Р. Ласукова (2009).

2.3. Оценка состояния воды по составу зообентоса методом Вудивисса

Для учета разнообразия фауны введено условное понятие группа. В исследуемой пробе определяют ключевые виды и группы сопутствующих видов. Под группой сопутствующих видов в одних случаях понимают род, или семейство, или класс беспозвоночных, в других – каждый вид. Например, под группой подразумевают весь класс малощетинковых кольцецов (кроме рода трубочников), семейство ручейников, семейство хирономид (кроме рода комаров-дергунов), каждый вид плоских червей, пиявок, моллюсков, ракообразных, стрекоз, мух, жуков, водных клещей. В соответствии с количеством групп и качественным составом населения рассчитывают значение так называемого биотического индекса, который характеризует определенный класс вод по степени загрязнения. Самый высокий биотический индекс определяется числом 10, он отражает качество воды экологически чистых водоемов, вода которых содержит оптимальное количество биогенных элементов и кислорода, в ней отсутствуют вредные газы и химические соединения, способные ограничить обитание беспозвоночных животных. Для определения биотического индекса пользуются таблицей 2.3.1.

Таблица 2.3.1.

Рабочая шкала для определения биотического индекса (по Вудивиссу)

Состав биогеоценоза по ключевым группам	Обилие	Общее число присутствующих групп		
		0-1	2-5	6-10
		Биотический индекс		
Личинки веснянок	Более одного вида	-	7	8
	Только один вид	-	5	7
Личинки поденок	Более одного вида	-	6	7
	Только один вид*	-	5	6
Личинки ручейников	Более одного вида	-	5	6
	Только один вид**	4	4	5
Бокоплавцы, (семейство Гаммариды)	Все прочие виды отсутствуют	3	4	5
Водяные ослики (азеллус)	Все прочие виды отсутствуют	2	3	4
Хирономиды (семейство двукрылых)	Разные виды	2	4	5
Пиявки	Все прочие виды отсутствуют	2	3	5
Вивипариды (надсемейство моллюсков)	Все прочие виды отсутствуют	2	2	3
Тубифициды (семейство малощетинковых червей) и личинки мотыля	Трубочник обыкновенный (<i>Tubifex tubifex L.</i>), личинка комара драгунца – мотыль (<i>Chironomus plumosus L. Tendipes Thummi</i>)	1	2	3
Все другие ключевые группы отсутствуют	Некоторые другие организмы, не требующие растворенного кислорода, могут присутствовать (личинки мух напр. <i>Eristalis</i>)	0	1	2

Величина биотического индекса зависит от числа присутствующих «групп» и их состава. Например, если на станции обнаружено от 2-х до 5-ти групп и среди них есть личинки веснянок, то индекс равен 7. Если при таком же количестве «групп» личинки насекомых и ракообразных отсутствуют, а в пробе зообентоса преобладают трубочники и мотыль, то индекс будет равен 2.

При очень сильном загрязнении индекс будет равен 0. Грязные воды имеют биотический индекс 1-0; загрязненные воды – 2-1; умеренно загрязненные воды – 4-3, чистые воды – 7-5; очень чистые воды – 10-8 (Алексеевнина, 2003). Существенным дополнением к биотическому индексу может стать определение численности особей ключевых видов. Единичные особи ключевых видов свидетельствуют об ухудшении условий жизни. Чем больше число особей ключевого вида, тем экологически чище водоем (Ашихмина, 2015).

2.4. Определение степени загрязнения воды по индексу Гуднайта и Уотлея

Индекс Гуднайта и Уотлея (а) вычисляется по формуле: $a = M/V \times 100\%$

где М – численность малощетинковых червей;

В – численность всех видов организмов.

Затем по таблице 2.4.1. определяют степень загрязнения водоема.

Таблица 2.4.1.

Рабочая шкала для определения степени загрязнения воды по индексу Гуднайта и Уотлея (Ашихмина, 2015)

Степень загрязнения воды	Индекс Гуднайта и Уотлея (%)		
	80-100	60-79	30-59
Сильное загрязнение	х		
Умеренное загрязнение		х	
Слабое загрязнение			х
Хорошее состояние			

2.5. Индикация сапробности водоема по видовому разнообразию пресноводных моллюсков

Пресноводные моллюски чувствительны к содержанию в воде органических веществ и кислорода. Соответственно выделяют α -мезосапробов, β -мезосапробов и олигосапробов. Полисапробов среди моллюсков нет.

К α -мезосапробам относится роговая шаровка. β -мезосапробами являются обыкновенный прудовик, ушковый прудовик, яйцевидный прудовик, физа ключевая, лужанка настоящая, лужанка полосатая, затворка обыкновенная, битиния щупальцевая, катушка роговая, катушка окаймленная, катушка завернутая (закрученная), или круглая, катушка килевая, катушка гладкая, горошина, дрейссена полиморфная, перловица вздутая, беззубка лебединная. Типичными олигосапробами являются чашечка речная, перловица живописцев, утиная беззубка. Створки погибших моллюсков могут служить показателем залповых сбросов загрязняющих веществ предприятиями (Ашихмина, 2015).

По данным А.Р. Ляндсберга (2011) зоны сапробности имеют свои качественные характеристики, которые представлены в таблице 2.5.1.

Таблица 2.5.1.

Характеристики зон сапробности по данным А.Р. Ляндсберга (2011)

Степень сапробности	Состояние водоема	Класс качества воды	Аммонийный азот, мг/л	Азот нитратов, мг/л	Фосфаты, мг/л	Кислород(% насыщения)	БПК, мг/л	Coli-индекс (клеток на мл)
Олигосапробная зона	Чистое	1-2	<<0,04	<0,03	<0,05	90-100	0-3,3	< 50
Бетамезосапробная зона	Умеренно загрязненное	3	0,04-0,08	0,03-0,05	0,05-0,07	80-90	3,3-5	50-100
Альфамезосапробная зона	Загрязненное	4	0,08-1,5	0,05-1,0	0,07-0,1	50-80	5-7,7	100-1000
Полисапробная зона	Грязное, очень грязное	5-6	1,5-5,0	1,0-8,0	0,1-0,3	5-50	7,7-10	1000-20000

БПК — биохимическое потребление кислорода. Показатель степени загрязнения воды органикой. Это количество кислорода, необходимое микроорганизмам для окисления содержащихся в воде органических веществ (чем больше в воде органики, тем больше кислорода требуется на ее окисление).

Coli-индекс — количество кишечных палочек, один из показателей бактериального загрязнения.

2.6. Определение биомассы зообентоса на единицу площади

Биомассу крупных представителей зообентоса (моллюсков, стрекоз, ранатры) определяли с помощью учебных лабораторных весов. Массу более мелких экземпляров устанавливали по таблицам расчета биомассы зообентоса по размерам организмов Мордухай-Болтовской (Алексеевнина, 2003). Биомасса зообентоса на 1 м² находится по сумме биомасс каждого организма, встреченного на данной площади исследуемого водоема.

Для изучения моллюсков применялись методы и методики количественного учета животных А.С. Боголюбова (2017). Вся статистическая обработка проводилась в программе Microsoft Excel 2010.

3. Физико-географическое описание районов исследования

Исследование проходило с 13 по 18 июня 2018г. на р.Белая в Республике Башкортостан, расположенной на востоке Европы в южной части Уральских гор.

Река Белая – самый крупный приток Камы. Исток находится в болотах к востоку от горы Иремель на северо-востоке Белорецкого района Башкортостана. Начало берёт у подножия хребта Аваляк на высоте 744 метров, близ деревни Новохусаиново Учалинского района (Пономарев, 2018).

Район исследования (маршрутная нитка: с.Байназарово – д.Тимириво – д.Старосубхагулово – д.Миндигулово – д.Акбулатово – п.Шульган-Таш) располагается в зоне континентального климата, с теплым летом (средняя температура в январе -15оС, в июне +20оС), погода меняется часто из-за положения края между циклонами, идущими из умеренных широт с Атлантики, вторжений арктического воздуха и зимних антициклонов из Сибири (Пономарев, 2018).

Исследование качества воды по животному населению мы проводили на 6 рабочих площадках р.Белой (прилож. 1). Рабочие площадки были приурочены к местам стоянок туристического маршрута:

площадка №1 – левый берег в 2.5 км после д.Тимириво;

площадка №2 – левый берег у скалы Три брата;

площадка №3 – левый берег в 2км после д. Миндигулово;

площадка №4 – левый берег за островом Талпык;

площадка №5 – правый берег, в 1 км юго-восточного направления от д. Акбулатово;

площадка №6 – правый берег у поселка Шульган-Таш (прилож. 6-11).

Органолептические характеристики воды на рабочих площадках представлены в таблице 3.1. (прилож. 2-5). На всех рабочих створах отсутствует зарастание.

Береговую растительность р.Белой характеризуют следующие виды:

- I ярус: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*), береза бородавчатая (*Betula pendula L.*), ива (*Sailix L.*), липа мелколиственная (*Tilia coidata L.*), ольха серая (*Alnus incana L.*), дуб черешчатый (*Quercus robur L.*);
- II ярус: туя западная (*Thuja occidentalis L.*), малина обыкновенная (*Rubus ideus L.*), чёрная смородина (*Rubus nigrum L.*), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa Scop. L.*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*);

Таблица 3.1.

Органолептические свойства воды, грунт и питание рабочих площадок р.Белая Республики Башкортостан, 13-18 июня 2018г.

Местоположение Показатель	Площадка №1	Площадка №2	Площадка №3	Площадка №4	Площадка №5	Площадка №6
рН	Нейтральная					
Содержание взвешенных частиц, мг/л	0,34	0,26	0,27	0,26	0,41	0,21
Запах воды	Землистый	Болотный	Землистый			
Интенсивность запаха, баллы	1	3	1	3	2	1
Цветность, № пробы	VII					
Градус цветности, °	30	35	30	30	35	35
Средняя температура воды, °С	11	14	15	16	15	17,5
Дно водоема	Илистое	Каменно-илистое	Илистое	Илистое	Каменно-илистое	Каменное
Питание водоема	За счёт атмосферных осадков в виде дождя и снега, подземных вод, а также высокогорных снегов и ледников					

- III ярус был образован страусником обыкновенным (*Matteuccia struthiopteris*, L.), хвощами земноводным и полевым (*Equisetum fluviatile* L., *E. arvense* L.), купеной лекарственной (*Polygonatum officinale* L.), майником двулистным (*Mainthemum bifolium* L.), первоцветом весенним (*Primula veris* L.), ветреница лесная (*Anemone sulvestris* L.), купальницей европейской (*Trollius europaeus* L.), вероникой лекарственной (*Veronica officinale* L.), будрой плющевидной (*Glechoma hederacea* L.), снытью обыкновенной (*Aegopodium podagraria* L.), чистотелом большим (*Chelidonium majus* L.), валерьяной лекарственной (*Valeriana officinalis* L.), лютиком едким (*Ranunculus acris* L.), калужницей европейской (*Caltha palustris* L.), звездчаткой жестколистной (*Stellaria longifolia* L.), гравилатом городским (*Geum urbanum* L.), земляникой обыкновенной (*Fragaria vesca* L.), фиалкой горной (*Viola montana* L.), горцами перечным и птичьим (*Polygonum hydropiper* L., *P. aviculare* L.), молодилом русским (*Sempervivum ruthenicum* L.), астрой альпийской (*Aster alpinus* L.), васильком Маршалла (*Centaurea marschalliana Spreng* L.), полынью горькой (*Artemisia absinthium* L.), пыреем ползучим (*Agropyron repens* L.), мятликом однолетним (*Poa annua* L.), ежой сборной (*Dactylis glomerata* L.), тростником обыкновенным (*Phragmites communis* L.), осокой пузырчатой (*Carex vesicaria* L.) (прилож. 12-21).

Водная растительность представлена: ряской малой (*Lemna minor L.*), хвощем болотным (*Equisetum palustre L.*), камышом лесным (*Scirpus sylvaticum L.*), стрелолистом обыкновенным (*Sagittaria sagittifolia L.*).

Мертвый покров представлен хвоей, шишками, корой деревьев, поваленными стволами деревьев, ветками, отмершей листвой.

Животный мир здесь очень разнообразен. Мы встретили большое многообразие членистоногих: кузнечика зелёного (*Tettigonia viridissima L.*), бабку (*Cordulia sp.*), симпетриум жёлтый (*Sympetrum flaveolum L.*), комара обыкновенного (*Culex pipiens L.*), дождевку обыкновенную (*Haematopota pluvialis L.*), слепню полуденного (*Hybomitra bimaculata Latreille*), львинку (*Stratiomyia sp.*), боярышницу (*Aporia crataegi L.*), крапивницу (*Aglaia urticae L.*), голубянку икар (*Polyommatus icarus Rottenburg*), бронзовку обыкновенную (*Cetonia aurata L.*) (прилож. 22-25).

Зообентос был представлен: трубочником обыкновенным (*Tubifex Tubifex L.*), 9 видами моллюсков: горошинкой речной (*Pisidium amnicum L.*), шаровкой роговой (*Sphaerium corneum L.*), перловицей обыкновенной, или живописцев (*Unio pictorum L.*), живородкой речной (*Viviparus viviparus L.*), прудовиком ушковым (*Lymnaea auricularia L.*), катушкой скрученной (*Anisus contortus L.*), катушкой завернутой (*Anisus (Planorbis) vortex L.*), битинией щупальцевой (*Bithynia tentaculata L.*), физой пузырьчатой (*Physa fontinalis D.*) и многочисленными видами членистоногих: дафнией обыкновенной (*Daphnia pulex L.*), поденкой обыкновенной (*Ephemera vulgate L.*), ручейниками (*Phryaena sp.*), личинкой плавунца окаймленного (*Dytiscus marginalis L.*), вертячкой дневной (*Gyrinus marinus L.*), полоскуном бороздчатым (*Acilius sulcatus L.*), личинками стрекоз: бабки (*Corduliidae L.*), коромысло (*Aeschnidae L.*), симпетриума жёлтого (*Sympetrum flaveolum L.*), личинкой комара дергуна – мотылем (*Chironomus plumosus L. Tendipes Thummi*) (прилож. 26-34).

Антропогенная нагрузка представлена тропами, костровищами, большим скоплением бытовых отходов (прилож. 35-36).

4. Результаты исследования

Исследование качества воды по зообентосу было проведено 13-18 июня 2018г. на 6 рабочих площадках р.Белая Башкирской республики.

В ходе нашей работы было собрано и проанализировано 30 проб зообентоса, определено 18 экземпляров зообентоса до вида и 4 экземпляра до рода. Таксономическое описание зообентоса представлено в таблице 4.1. Из таблицы 4.1. видно, что:

- самое богатое видовое разнообразие зообентоса зарегистрировано на рабочих площадках № 2,5, а самое бедное – на № 1;
- процветающей группой организмов является вертячка дневная (*Gyrinus marinus L.*);
- самая большая биомасса зообентоса выявлена на рабочих площадках № 5,6, здесь мы встретили перловицу обыкновенную (*Unio pictorum L.*), биомасса которой определила лидирующее положение по данному параметру; самая наименьшая биомасса зообентоса установлена на рабочей площадке № 3.

Таблица 4.1.

Таксономическое описание и биомасса зообентоса шести рабочих площадок на р. Белой, 13 – 18 июня 2018г.

Исследуемый участок Таксон	Площадь №1 N / Bm (мг)	Площадь №2 N / Bm (мг)	Площадь №3 N / Bm (мг)	Площадь №4 N / Bm (мг)	Площадь №5 N / Bm (мг)	Площадь №6 N / Bm (мг)
Класс Малощетинковые черви (Oligochaeta) Отряд Хаплотаксиды (Haplotaxida) Трубочник обыкновенный (<i>Tubifex Tubifex L.</i>)	-	-	1/ 0.01	1/ 0.01	-	2/ 0.02
Класс Двустворчатые моллюски (Bivalvia) Отряд Настоящие пластинчатожаберные моллюски (Eulamellibranchia) Горошинка речная (<i>Pisidium amnicum L.</i>)	-	-	-	-	1/89.1	1/32.0
Шаровка роговая (<i>Sphaerium corneum L.</i>)	-	2/4.3	-	1/6.4	-	-
Перловица обыкновенная, или живописцев (<i>Unio pictorum L.</i>)	-	-	-	-	3/ 9268.2	2/ 6143.1
Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda) Отряд Легочные (Pulmonata) Прудовик ушковый (<i>Lymnaea auricularia L.</i>)	-	1/7.62	-	-	1/8.59	-
Катушка скрученная (<i>Anisus contortus L.</i>)	-	-	-	-	1/0.34	-
Катушка завернутая (закрученная), или круговая (<i>Anisus (Planorbis) vortex L.</i>)	-	-	2/1.58	-	-	-
Отряд Переднежаберные (Prosobranchia) Битиния щупальцевая (<i>Bithynia tentaculata L.</i>)	-	3/23.73	-	-	-	-
Живородка речная (<i>Viviparus viviparous L.</i>)	-	1/6.93	-	-	-	-
Отряд Сидячеглазые, или Пресноводные улитки (Basommatophora) Физа пузырчатая (<i>Physa fontinalis D.</i>)	-	3/1.74	2/1.936	-	-	-
Отряд: Улитки с глазами на концах щупалец, или Стебельчатоглазые (Stylommatophora) Янтарка обыкновенная (<i>Succinea putris L.</i>)	-	1/0.464	-	-	-	-

Таблица 4.1. (окончание)

Класс Ракообразные (Crustacea) Отряд Двусторчатые листоногие (Conchostraca). Дафния обыкновенная (<i>Daphnia pulex</i> L.)	-	-	-	4/0.12	-	-
Класс Насекомые (Insecta) Отряд Поденки (Ephemeroptera) Личинка поденки (<i>Ephemera</i> L.)	-	-	-	-	-	2/2.44
Личинка поденки обыкновенной (<i>Ephemera vulgate</i> L.)	2/6.80	-	-	1/3.40	-	1/3.40
Отряд Ручейники (Trichoptera) Ручейник (<i>Phryaena</i> sp.)	-	5/5.35	-	-	1/ 1.89	-
Отряд Жуки (Coleoptera) Личинка плавунца окаймленного (<i>Dytiscus marginalis</i> L.)	-	-	-	-	1/1.5	-
Вертячка дневная (<i>Gyrinus marinus</i> L.)	32/ 0.064	-	4/ 0.012	-	41/ 0.082	63/ 0.063
Полоскун бороздчатый (<i>Acilius sulcatus</i> L.)	1/ 0.016	-	2/ 0.023	-	-	-
Отряд Стрекозы (Odonata) Личинка бабки (<i>Corduliidae</i> L.)	1/3.1	4/11.8	1/2.7	-	-	-
Личинка коромысло (<i>Aeschnidae</i> L.)	-	2/5.82	1/2.86	-	-	-
Личинка симпетриума жёлтого (<i>Sympetrum flaveolum</i> L.)	-	2/5.44	-	-	1/2.14	3/7.65
Отряд Двукрылые (Diptera) Личинка комара дергуна – мотыль (<i>Chironomus plumosus</i> L. <i>Tendipes Thummi</i>)	-	-	-	2/0.06	-	2/0.06
Всего: Зарегистрировано классов:	1	3	3	4	3	3
Определено организмов до рода	1	3	2	-	1	-
Определено организмов до вида	3	7	5	5	8	8
Количество групп по Вудивиссу	4	10	7	5	9	8
Вм (мг) на 1м ²	9.98	73.19	9.12	9.99	9371.84	6188.73

По полученным данным были высчитаны биотические индексы по Вудивиссу, определяющие качество воды (табл. 4.2).

Из таблицы 4.2 следует, что самая чистая вода зарегистрирована на рабочих площадках № 1,2,5 (биотический индекс Вудивисса 5-6), а самая грязная - на № 4 (биотический индекс Вудивисса - 2).

В ходе исследования малощетинковые черви были обнаружены только на рабочих площадках № 3,4,6. По формуле были высчитаны индексы Гуднайта и Уотлея, значения которых не превышают 25%, что согласно методике Т.Я Ашихминой (2015) свидетельствует о хорошем состоянии воды в этих районах.

**Оценка качества воды р.Белая на маршруте: с.Байназарово – д.Ти-
мирово –д.Миндигулово – п.Шульган-Таш по
индексу Вудивисса, 13 – 18 июня 2018г.**

Показа- тели Рабочие площадки	Число при- сутствующих групп	Число при- сутствующих классов	Преобладающая индикаторная группа (число особей)	Биотиче- ский индекс	Характери- стика каче- ства воды
Площадка №1	4	1	Личинки поденок только 1-ого вида	5	Чистые воды
Площадка №2	10	3	Ручейники, более одного вида	6	Чистые воды
Площадка №3	7	3	Трубочник обыкно- венный (<i>Tubifex tubifex L.</i>), только 1- ого вида	3	Умеренно загрязнен- ные воды
Площадка №4	5	4	Трубочник обыкно- венный (<i>Tubifex tubifex L.</i>), личинка комара драгунца – мотыль (<i>Chironomus plumosus L. Tendipes Thummi</i>)	2	Загрязнен- ные воды
Площадка №5	9	3	Ручейник, только 1- ого вида	5	Чистые воды
Площадка №6	8	3	Трубочник обыкнов енный (<i>Tubifex tubifex L.</i>), личинка комара драгунца – мотыль (<i>Chironomus plumosus L. Tendipes Thummi</i>)	3	Умеренно загрязненны е воды

В ходе работы не были обнаружены моллюски на рабочем створе № 1. При анализе малакофауны водоемов было установлено, что на рабочих площадках № 2,3,5,6, преобладают пресноводные моллюски-индикаторы β-мезосапробной зоны: ушковый прудовик, битиния щупальцевая, катушка завитая, горошинка речная. По данным А.Р. Ляндсберга (2011) вода на этих рабочих участках соответствует 3 классу качества (умеренно загрязненная вода) и характеризуется следующими показателями: концентрацией аммонийного азота - 0,04-0,08 мг/л, азота нитратов - 0,03-0,05 мг/л, фосфатов - 0,05-0,07 мг/л; насыщением кислорода - 80-90 %; биохимическим потреблением кислорода - 3,3-5, мг/л; количеством кишечных палочек (Coli-индексом) - 50-100 клеток на мл.

На рабочей площадке № 4 была найдена шаровка роговая, которая является индикатором α-мезосапробной зоны. Согласно методике А.Р. Ляндсберга (2011) здесь вода загрязнена, она относится к 4 классу качества воды, где: содержание аммонийного азота - 0,08-1,5 мг/л, азота нитратов - 0,05-1,0 мг/л, фосфатов - 0,07-0,1 мг/л; насыщение кислорода в воде - 50-80%; биохимическое потребление кислорода - 5-7,7 мг/л; количество кишечных палочек (Coli-индекс) - 100-1000 клеток на мл. Данный факт мы объясняем наличием в этом районе

большого количества сельскохозяйственных угодий (прилож. 38, карта 4). Эти результаты подтверждают высчитанные индексы Вудивисса, Гуднайта и Уотлея.

Итак, наша гипотеза частично подтвердилась: наилучшее качество воды на рабочих площадках № 1, 2, 5, а наихудшее - на 4. Из результатов мониторинга установлено, что вода р.Белой на рабочих створах № 1, 2, 5 обладает хорошими питьевыми качествами.

Выводы

1. Самое большое видовое разнообразие зообентоса зарегистрировано на рабочих площадках № 2,5, а самое бедное – на № 1.
2. По методике Вудивисса на рабочих площадках № 1,2,5 вода чистая (биотический индекс 5-6), на № 3,6 – вода умеренно загрязненная (биотический индекс 3), а на № 4 – вода загрязнена (2 биотический индекс).
3. По индексу Гуднайта и Уотлея на рабочих площадках № 3,4,6 качество воды в хорошем состоянии.
4. По малакоиндикации на рабочих площадках № 2,3,5,6 выявлена β -мезосапробная зона – умеренно загрязненная вода (3 класс качества воды), на рабочей площадке № 4 – α -мезосапробная зона – вода загрязнена (4 класс качества воды).
5. Гипотеза частично подтвердилась: наилучшее качество воды на рабочих площадках № 1, 2, 5, а наихудшее - на 4.

Рекомендации

Из результатов мониторинга установлено, что вода р.Белой на рабочих створах:

- № 1, 2, 5 обладает хорошими питьевыми качествами, ее можно использовать для приготовления пищи;
- № 3, 6 – вода умеренно загрязненная, поэтому рекомендуется использовать в данных районах бутылизированную воду или при приготовлении пищи воду р.Белой основательно фильтровать и кипятить;
- № 4 – вода загрязнена, поэтому рекомендуется использовать в данном районе только бутылизированную воду.

В ходе исследования было организовано и проведено 3 трудовых десанта, в процессе которых было очищено 650 м² прибрежной территории, собрано и вывезено до санкционированной свалки 19 мешков мусора (прилож. 35-36).

Для поддержания состояния чистой воды в реке Белая мы рекомендуем:

- аграрным предприятиям и фермерам разрабатывать сельскохозяйственные угодья в 500м от берега;
- отдыхающим и туристам: разводить костровища в ранее оборудованных местах, территорию бивуака оставлять после себя чистой; вывозить долго разлагающийся мусор: пластик, целлофан, стекло с берегов на санкционированные свалки;
- местным жителям, туристам организовывать и проводить экологические десанты на берегах р.Белая.

С целью формирования у подрастающего поколения бережного отношения к природе мы организуем просветительские и природоохранные мероприятия:

экоуроки, экобеседы, экодесанты в Завокзальном лесу, на берегах р.Камы и р.Белой (прилож. 35-37).

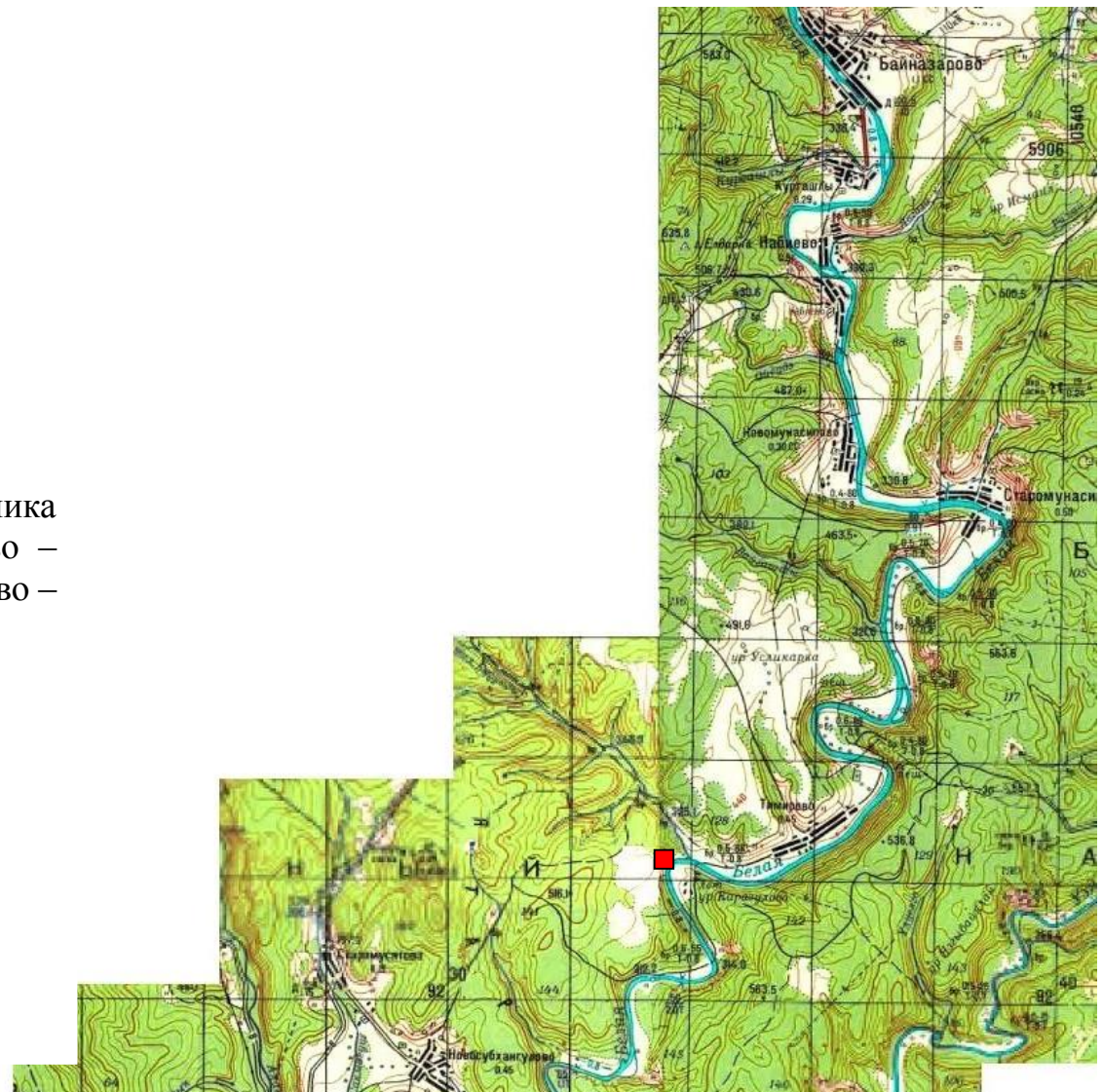
Список используемой литературы

1. Алексеевнина М.С. Методика сбора и обработки зообентоса водоемов и оценка их экологического состояния по биологическим показателям. Пермь: СПУ «МиГ», 2003. – 49 с.
2. Ашихмина Т. Я. Школьный экологический мониторинг. М.: Агар, 2015. с. 182-194; с. 202-208.
3. Боголюбов А.С. Методика простого геоботанического описания. М.: Экосистема, 2017. – 26 с.
4. Бровкина Е.Т, Сивоглазов В.И. Атлас родной природы. Животные водоемов и побережий.: Учебное пособие для школьников младших и средних классов. – М.: Эгмонт Россия, 2014. с. 6-31.
5. Вернадский В.И. Биосфера. Избранные труды по биогеохимии. – М.: Мысль, 1967. – с.13.
6. Губанов И. А, Киселёва К. В и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России; Том 2: Покрытосеменные М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований. 2003. - 665 с.
7. Губанов И. А, Киселёва К. В и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России; Том 3: Покрытосеменные М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований. 2004. – 520 с.
8. Зверев А.Т., Зверева Е.Г. Экология: учеб. для 7-9 кл. общеоб. школ. – М.: Дом педагогики, 2013. – с. 141.
9. Ласуков Р. Обитатели водоемов. - М.: Рольф, 2009. с. 22-100.
10. Ляндсберг А. Р. Биоиндикация состояния пресноводного водоема с помощью донных организмов. - СПб.: Крисмас, 2011. с. 6-11.
11. Озеров А.Г. Исследовательская деятельность учащихся в природе. М.: ФЦДЮ-ТиК, 2005. с. 77-81.
12. Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых: Краткий определитель наиболее распространенных насекомых европейской части России. М.: Топикал.1994. с. 9-420.
13. Пономарев Е.С. Софьянченко М.В., Климат Башкортостана [Электронный ресурс] / ГЕО портал Южноуралья - Самара: 2018. - Режим доступа: http://www.uralgeo.net/klimat_ba.htm, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.
14. Ханнанова А.Д. Оценка качества воды Завьяловского водоема, Зеленого озера г.Чайковский Пермского края и водоема п.Новый Удмуртской республики по зообентосу. / ПГНИУ, «Географические исследования и открытия»: сб. тез. докл. IV Науч. конф. школьников - Пермь: 2015. С. 200-202.
15. Хейсин Е.М. Краткий определитель пресноводной фауны. М.: Государственное учебно-педагогическое издательство просвещения РСФСР, 1962. 148 с.
16. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. Заведений. – М.: Академия, 2011. – с. 177.

Приложение 1. Карта р.Белой, Республика Башкортостан, маршрутная нитка: с.Байназарово – д.Тимириво – д.Старосубхагулово – д.Миндигулово – д.Акбулатово – п.Шульган-Таш (М – 1: 1666,66).

Условные обозначения:

■ - рабочие площадки.



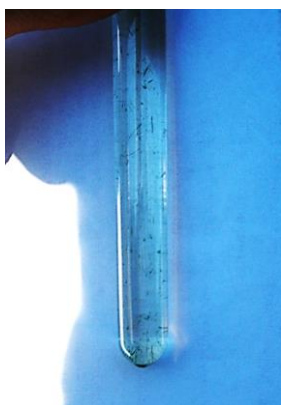




Приложение 2. Подготовка оборудования для определения содержания взвешенных частиц в воде и биомассы зообентоса, 13 июня 2018 года, автор фото: Чальшева Полина.



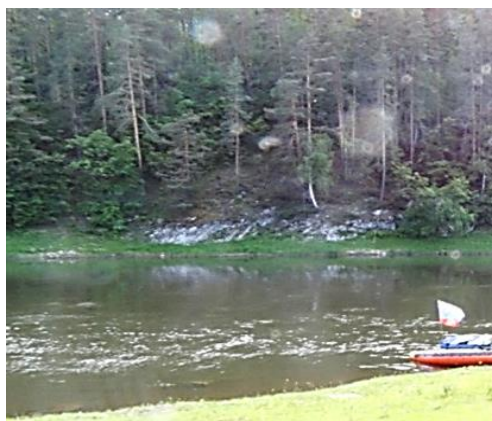
Приложение 3. Определение показателя прозрачности воды с помощью диска Секки на рабочей площадке № 5, правый берег р.Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Чальшева Полина.



Приложение 4. На рабочей площадке № 1 градус цветности воды составил 30°, левый берег р.Белой, 13 июня 2018 года, автор фото: Чальшева Полина.



Приложение 5. Определение содержания взвешенных частиц в воде, 17 июня 2018 года, автор фото: Чальшева Полина.



Приложение 6. Рабочая площадка № 1 располагалась в 2.5км после д.Тимирово, левый берег р.Белой, 13 июня 2018 года, автор фото: Чальшева Полина.



Приложение 7. Рабочая площадка № 2 была заложена у скалы Три брата, левый берег р.Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Чальшева Полина.



Приложение 8. Рабочая площадка № 3 располагалась в 2км после д.Миндигулово, левый берег р.Белой, 15 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 9. Промывание грунта на рабочей площадке № 4, которая находилась за островом Талпык, левый берег р.Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Шабурова Наталья.



Приложение 10. Рабочая площадка № 5 располагалась в 1 км юго-восточного направления от д.Акбулатово, правый берег р.Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 11. Рабочая площадка № 6, п.Шульган-Таш, правый берег р.Белой, 18 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 12. Василек Маршалла (*Centaurea marschalliana Spreng*), рабочая площадка № 1, левый берег р.Белой, 13 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 13. Первоцвет весенний (*Primula veris L.*), рабочая площадка № 1, левый берег р.Белой, 13 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 14. Флора скальника Три брата: васильки (*Centaurea sp.*), астры (*Aster sp.*), незабудки (*Myosotis sp.*), рабочая площадка № 2, левый берег р.Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 15. Молодило русское (*Sempervivum ruthenicum L.*), рабочая площадка № 2, скала Три брата, левый берег р. Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 16. Фиалка горная (*Viola montana L.*), рабочая площадка № 2, скала Три брата, левый берег р. Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 17. Туя западная (*Thuja occidentalis L.*), рабочая площадка № 3, левый берег р. Белой, 15 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 18. А́стра альпийская, или А́стра Коржинского (*Aster alpinus L.*), рабочая площадка № 3, левый берег р.Белой, 15 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 19. Калужница европейская (*Caltha palustris L.*), рабочая площадка № 4, левый берег р.Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 20. Купальница европейская (*Trollius europaeus* L.), рабочая площадка № 6, правый берег р.Белой, п.Шульган-Таш, 18 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 21. Ветреница лесная (*Anemone silvestris* L.), рабочая площадка № 6, п.Шульган-Таш, правый берег р.Белой, 18 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 22. Бронзовка обыкновенная (*Cetonia aurata* L.) на соцветии валерьяны (*Valeriana officinalis* L.), рабочая площадка № 2, скала Три брата, левый берег р. Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 23. Зелёный кузнечик, (*Tettigonia viridissima* L.), рабочая площадка № 3, район левого берега р.Белой, 15 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 24. Обыкновенная поденка (*Ephemera vulgata* L.), рабочая площадка № 4, левый берег р.Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 25. Симпетриум жёлтый (*Sympetrum flaveolum* L.), рабочая площадка № 5, правый берег р. Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



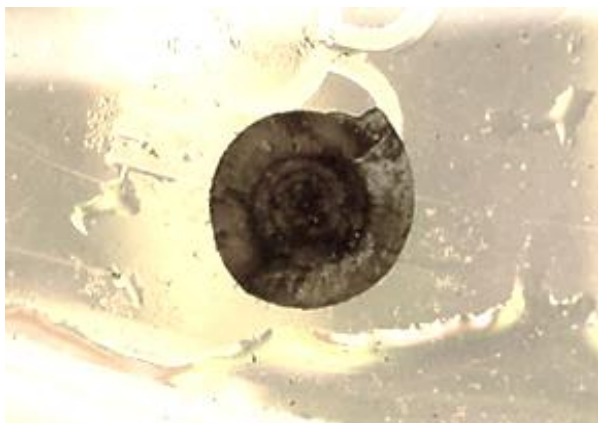
Приложение 26-27. Ручейники (*Phryganea* sp.), рабочая площадка № 2, скала Три брата, левый берег р. Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 28. Личинка бабки (*Corduliidae* L.), рабочая площадка № 2, левый берег р.Белой (площадка № 2), 14 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 29. Живородка речная (*Viviparus viviparus* L.), рабочая площадка № 2, скала Три брата, левый берег р. Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 30. Катюшка скрученная (*Anisus contortus* L.), рабочая площадка № 5, правый берег р.Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 31. Перловица живописцев (*Unio pictorum* L.), рабочая площадка № 5, правый берег р.Белой, 17 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 32. Горошинка речная (*Pisidium amnicum L.*), рабочая площадка № 6, п.Шульган-Таш, правый берег р.Белой 18 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 33. Прудовик ушковый (*Lymnaea auricularia L.*), рабочая площадка № 5, правый берег р.Белой (площадка №5), 17 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 34. Вертячка дневная (*Gyrinus marinus L.*), рабочая площадка № 1, левый берег р.Белой, 13 июня 2018 года, автор фото: Чалышева Полина.



Приложение 35. На рабочей площадке № 2 мы провели экологический десант, где было собрано и утилизировано 6 мешков мусора, левый берег р.Белой, 14 июня 2018 года, автор фото: Шабурова Наталья.



Приложение 36. Экологический десант на рабочей площадке № 3, левый берег р.Белой, 15 июня 2018 года, автор фото: Шабурова Наталья.



Приложение 37. Экологический десант в г. Чайковский, Завокзальный лес, сентябрь 2018 год, автор фото: Шабурова Наталья.



Приложение 27. Спутниковая фотосъемка местности р.Белой Республики Башкортостан, маршрутная нитка: с.Байназарово – д.Тимириво – д.Старосубхагулово – д.Миндигулово – д.Акбулатово – п.Шульган-Таш (М – 1 : 1189,98).