

СЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

40 + 12 = 52
27

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 1

1. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу

(Каждый правильный ответ – 1 балл. Всего за задачу 2 балла)

• эконоты

• ~~экологические~~ ~~ресурсы~~ ~~экономики~~ ~~страны~~

Проверил Тестякова Н.В.

баллов 2

2. Ответьте на вопрос

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Экономическое развитие должно соответствовать нормам жизни. Различные предприятия должны иметь экологов в рабочем составе для более рационального использования ресурсов.

Проверил

баллов 2

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 2

3. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Фиттоксикология изучает роль отдельных живых организмов в экосистеме. Раздел зоологии, изучающий роль живых организмов и продуктов их жизнедеятельности в образовании биосферы, называется миктоксикологией.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

Проверил	баллов	3
		<i>Севид</i>

4. Продолжите фразы

(Каждый ответ – 0-1-2 балла. Всего за задачу 6 баллов)

• саморегуляция

• устойчивость

• пластичность

Проверил

баллов

2

Севид

5. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу

(Правильный ответ – 1 балл)

Проверил

баллов

2

Севид

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

6. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу

(1-ый ответ – 0-1-2 балла, 2-ой ответ – 0-1-2 балла. Всего за задачу 4 балла)

• *уровня в воде и*

• *поштвенного ρ , разряженности воздуха.*

Проверил

баллов

1 *Гоним*

7. Ответьте на вопрос

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

*Биомасса в природных системах обеспечивается за счет
высокого биоразнообразия, разветвленных пирамид сетей.*

Проверил

баллов

1 *Гоним*

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 3

8. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Утверждение верно. Использование терра и угля как источников энергии приводит к огромным выбросам CO_2 (при их сжигании). Углекислый газ – самый многочисленный парниковый газ на планете. Соответственно, при увеличении концентрации CO_2 в воздухе увеличивается количество отраженных от Земли солнечных лучей, задерживающихся в атмосфере. Вследствие этого температура на планете постепенно повышается.

Однако нельзя забывать, что и вырубка лесов является одной из главных причин увеличения количества CO_2 .

Проверил

баллов

3

Томас

9. Обоснуйте правильность/неправильность утверждения

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Утверждение верно. При данном раскладе сократятся использование традиционных источников энергии (угля, нефти, газа), а значит сократится количество выбросов CO_2 в атмосферу, что напрямую связано с потеплением климата, поскольку CO_2 – основной парниковый газ.

Проверил

баллов

3

Томас

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

10. Продолжите фразы

(Каждый ответ – 0-1-2-3 балла. Всего за задачу 9 баллов)

• увеличиваются затраты невозобновляемых природных ресурсов (нефти, газа, угля); увеличивается число безотходных производств, а значит уменьшается количество вредных веществ.

2

• увеличиваются затраты на добычу и обработку ископаемых нерудных; замкнутой циклы производства позволяет использовать некоторые компоненты большее количество раз; безотходное производство позволяет использовать ресурсы в полном объеме.

2

•

Проверил

баллов

4

Толкач

11. Ответьте на вопрос

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

В связи с развитием промышленности увеличивается количество предприятий, выбрасывающих в атмосферу CO_2 – основной парниковый газ. Соответственно, увеличивается концентрация в атмосфере парниковых газов с потеплением планеты. Поэтому так важно сокращение выбросов, ведь наша – «маленькая» планета, там сосредоточено основное количество озонодефицитных организмов –

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

- Большая ^{часть} количество растений.		
Проверил	баллов	2

12. Ответьте на вопрос (Обоснование – 0-1-2-3 балла)		
Роль лесов на планете велика. Прежде всего это связано с фотосинтезирующими организмами – контроль концентрации CO ₂ . Для человека лес играет огромную роль как строительный материал. Также в тропических лесах сконцентрировано 80% всего биоразнообразия планеты. Внеклеточная биоразнообразие – основной составляющая устойчивой экосистемы. Наконец, в лесах обитает множество животных (как расте – организмов, способных обитающих на определенной территории. Большинство из них степобионты, поэтому при вырубке леса вид подвергается полному исчезновению.		
Проверил	баллов	3

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 4

13. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу (Правильный ответ – 1 балл)		
ООПТ – особо-охраняемая природная территория		
Проверил	баллов	1

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

14. Ответьте на вопрос

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

- 1) сохранение естественного природного ландшафта
- 2) сохранение биоразнообразия определенного биоценоза и планеты в целом
- 3) сохранение эндемичных видов - видов, обитающих на определенной территории; сохранение реликтов - видов, ~~еще~~ существовавших на планете еще до появления человека.
- 4) сохранение видов, включенных в перечень Красной книги (редких, вымирающих),

Проверил

баллов

2

Труф

15. Продолжите фразы

(Каждый ответ – 0-1-2-3 балла. Всего за задачу 9 баллов)

- Жизнь на разных материках и в разных климатических поясах существенно различается, поэтому организмы обитающие в разных районах планеты развивались по разным путям эволюции для приобретения определенных приспособлений и адаптаций.

3

- Территория ^{части суши} Австралия имеет большую роль, так, например, Австралия, отколовшаяся первой от древнего материка, имеет уникальной видовой состав. В свое время предки современных животных по причине изменений климата по другому пути эволюции, что привело к образованию новых видов. То же можно сказать и про остров Мадагаскар.

2

- Эволюция шла по разному пути, поскольку организмы обитали различные среды: водную, наземно-воздушную, воздушную, подземную.

3

7772

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

Проверил	баллов	8

16. Вставьте пропущенное слово/данные и продолжите фразу
(Правильный ответ – 1 балл)

существования. Биоразнообразие – наиболее важный компонент устойчивой (климатической) экосистемы.

Проверил	баллов	1

17. Ответьте на вопрос
(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Черуго экосистема, еще не находясь в состоянии климакса – последней стадии сукцессии, находится в „поддержке“. Человек проводит искусственные рубки, контролирует численность организмов, ведется работа на ООПТ.

Проверил	баллов	1

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП 2016-2017 ГГ.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
11 КЛАСС

18. Ответьте на вопрос

(Обоснование – 0-1-2-3 балла)

Решитрукция - возвращение особей вида на их историческое местообитание. Волк в Вишневецком парке, является интродуцентом - видом, завезенным из своей естественной среды обитания, возможно, не имея естественных конкурентов, поэтому по численности неуклонно росла и приходится проводить меры по искусственной регуляции численности волка.

Проверил

баллов

1
Томас

ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК 5

19. Обоснуйте правильность/неправильность всех вариантов ответов

(Обоснование каждого ответа – 0-1-2-3 балла. Всего за задачу 12 баллов)

а) Увеличение "экологического следа" связано с вырубкой лесов, т.к. большая площадь вырубки лесов (особенно восточных хвойных массивов) ведет к увеличению количества промышленных предприятий, а значит и выбросов CO_2 , приводит к тому, что растения не успевают поглощать весь объем CO_2 , а значит его концентрация в воздухе повышается, следовательно, нарушается баланс атмосферы.

б) Развитие и более широкое применение энергоберегающих технологий, напротив, связано с уменьшением "экологического следа", т.к. в этом случае применяются возобновляемых природных ресурсов сокращается.

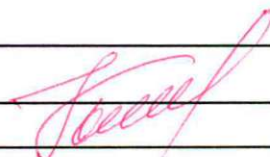
в) Утверждение верно. С развитием промышленности увеличивается количество отходов, которые зачастую утилизируются неверно либо просто закапываются или сбрасываются в океан. Также увеличивается количество выбросов CO_2 , а растения "не успевают" и приводят его к концентрации в воздухе. Еще один важный аспект заключается в том, что с развитием промышленности увеличивается площадь земель, занятых под застройку заводами, фабриками и т.д. А эта территория, соответственно, нарушается связана с вырубками лесов, сокращением числа растений и животных.

г) Увеличение "экологического следа" не может быть связано с уменьшением площади населения планеты, поскольку с конца XIX по XXI век население планеты увеличилось примерно в 3 раза и сейчас продолжает неуклонно расти.

Проверил

баллов

12



Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №132 с углубленным изучением
предметов естественно-экологического профиля» г. Перми

Структура и распределение макрозообентоса ручья Светлый и его прудов (ООПТ «Черняевский лес»)

Автор: Азанова Алена,
ученица 11 класса

Научный руководитель:
Буравлева Валентина Петровна,
учитель биологии высшей
категории

Научный консультант:
Алексевнина Маргарита
Степановна, профессор кафедры
зоологии беспозвоночных ПГНИУ,
кандидат биологических наук

Пермь, 2016

Оглавление

Введение.....	3
1. Физико-географическая характеристика района исследования.	5
2. Материал и методы исследования.....	9
3. Литературный обзор.....	15
3.1 Особенности сообществ водных организмов.....	15
3.2 Фауна зообентоса пресноводных водоемов.....	17
3.3 Характеристика прудов как водных экосистем.....	18
4. Результаты и их обсуждение.....	20
4.1 Таксономический состав и количественная структура донных сообществ системы ручья Светлый.....	20
4.2. Пространственное распределение основных групп донных животных системы ручья Светлый.....	22
4.3. Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса зообентоса.....	24
4.4. Многолетняя диагностика зообентоса системы ручья Светлый.....	26
4.5 Оценка экологического состояния ручья Светлый и его прудов..	28
Выводы.....	30
Список литературы.....	31
Приложения.....	33

Введение

Возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду выделяет ряд проблем, связанных с установлением характера, масштабов и последствий воздействия загрязняющих веществ на водные экосистемы. Для решения таких задач необходима информация о состоянии водных экосистем. Такую информацию могут дать биологические методы контроля. Изучение водных сообществ имеет важное значение, так как они в наиболее полной мере отражают особенности динамики качества воды. Актуальность изучения биоразнообразия в настоящее время возрастает в связи с усилением антропогенного давления на водные экосистемы. Основными следствиями этого влияния являются изменения структуры сообществ, круговорота веществ, функциональных характеристик и основных направлений развития экосистем (Одум, 1986).

Исключительное богатство водного фонда, прежде всего речного (более 30 тыс. рек), разнообразие природных условий, обширные болота, уникальные озера и кристально чистые реки, наряду с давним и современным производством, обуславливающим загрязнение вод – все это делает Пермский край чрезвычайно интересным в экологическом, ихтиологогидробиологическом, биогеографическом отношении (Зиновьев, 2011). В гидробиологических исследованиях континентальных водоемов внимание традиционно уделяется достаточно крупным водным объектам – озерам, рекам и водохранилищам. Малые водотоки до последнего времени оказывались практически без внимания. При этом родники и родниковые ручьи составляют до 95% от общего числа постоянных водных объектов умеренной зоны (Allan, Castillo, 2007). Ручьев в г. Перми в настоящее время около тысячи. Однако число их постоянно меняется, так как некоторые из них пересыхают по разным причинам: антропогенным или климатическим (Водные объекты и их роль в формировании экологической обстановки города Перми, 2001).

Гидрологическая сеть Черняевского леса – особо охраняемой природной территории (ООПТ) местного значения – до середины XX века состояла из двух ручьев – р. Светлый и р. Костянка с притоками. Сегодня единственным устойчивым водотоком в Черняевском лесу остается лишь ручей Светлый. Остальные водотоки в безводные периоды года пересыхают (Особо охраняемые..., 2012). В этой связи для Черняевского леса актуальным является исследование экологических аспектов видового разнообразия и распространения бентофауны в ручьях, исследования закономерностей структурной организации сообществ зообентоса и характера ее динамики в

условиях природных и антропогенных факторов. Это интересно еще и потому, что разнообразие сообществ пресноводного бентоса в малых водоемах, в частности лесных ручьев, до сих пор нашей наукой изучено слабо (Глаголев, Чертопруд, 1999). Ключи, родники и ручьи принадлежат к числу наиболее распространенных и многочисленных вод, являющихся существенным звеном гидрографической сети (Липин, 1950). Поэтому исследование таких водоемов имеет большое научное и практическое значение.

Цель данной работы: изучение таксономической структуры, пространственного распределения, сезонной и межгодовой динамики зообентоса ручья Светлый и его прудов, оценка экологического состояния ручья. Для достижения данной цели были решены следующие **задачи:**

- 1) изучить структурные характеристики (таксономический состав, численность, биомассу) зообентоса ручья Светлый и его прудов;
- 2) охарактеризовать пространственное распределение зообентоса в ручье;
- 3) выявить сезонную и межгодовую динамику зообентоса ручья и его прудов;
- 4) определить качество воды в ручье по организмам зообентоса с помощью биотического индекса Вудивисса;
- 5) оценить экологическое состояние ручья.

Благодарности. Автор работы выражает благодарность в выполнении научно-исследовательской работы своему учителю В.П. Буравлевой за помощь и поддержку во всех начинаниях, М. С. Алексевниной, В.С. Котельниковой за помощь в определении видов, ценные консультации.

1. Физико-географическая характеристика района исследования

Город Пермь, являясь высоко урбанизированной территорией, оказывает сильное антропогенное воздействие на окружающую природную среду. Территория города составляет 799,68 км², из них на долю зеленых насаждений приходится 40 452,6 га, в том числе: 39 887,0 га – площадь городских лесов; 558,6 га – площадь объектов озеленения общего пользования (менее 1,5%). Основные лесообразующие породы деревьев лесов города – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). В парках и скверах города встречаются представители родов *Salix*, *Populus*, *Acer*, *Malus*, *Sorbus*. В объектах озеленения общего и ограниченного пользования значительно преобладают интродуцированные виды растений, имеющие высокие декоративные качества и высокую устойчивость к загрязнителям (Молганова, Овеснов, 2011).

Черняевский лес – лесопарк, расположенный в черте города Перми, на территории Индустриального и Дзержинского районов. Общая площадь лесопарка по состоянию на 2003 год – 689,9 га. Охраняемый природный ландшафт «Черняевский лес» является особо охраняемой природной территорией местного значения, которая создана решением Пермской городской Думы от 22.12.2009 №321. Режимы охраны, защиты, содержания и использования ООПТ «Черняевский лес» определены Положением об особо охраняемой природной территории местного значения – охраняемом природном ландшафте «Черняевский лес», утвержденным постановлением Администрации г. Перми от 25.06.2010 № 354 (Особо охраняемые.., 2012).

В соответствии с Генеральным планом города Перми, утвержденным решением Пермской городской Думы от 17.12.2010 № 205, территория ООПТ расположена в границах функциональной зоны экологического природного ландшафта, предназначенной для формирования защитной природно-экологической системы, сохранения и воспроизводства лесных массивов.

ООПТ расположена в границах Черняевского участкового лесничества МКУ «Пермское городское лесничество». Эта территория представляет собой лесной массив, сохранившийся в большей своей части в естественном состоянии, находящийся в окружении жилых районов. Черняевский лес является одним из самых крупных внутригородских лесных массивов среди всех городов мира. Он защищает г. Пермь от огромных выбросов загрязняющих веществ предприятий Осенцовского промузла и от

автотранспорта. Лесные экосистемы аккумулируют в себе значительную часть загрязнений, перерабатывают углекислый газ в кислород, выполняют средообразующие функции (Особо охраняемые..., 2012). В геоморфологическом отношении описываемая территория расположена на надпойменных террасах р. Кама. Ландшафты, сформированные под влиянием рек, похожи в разных регионах по формам рельефа и процессам, протекающим в них. Покровные отложения и условия дренажа имеют четкую зависимость от основных типов и форм рельефа.

Высота поймы, прилегающей на западе к лесному массиву – 92-96 м. Первая надпойменная терраса прослеживается в виде узкой полосы вдоль юго-западной и западной части леса и расширяется до 500-700 м. в северной части, имея относительно выровненный мезорельеф с общим уклоном в 1-2° в сторону р. Мулянка. Абсолютные высоты составляют 96-100 м., в долине ручья до 95 м. Глубина залегания грунтовых вод не менее 2 м. Часть террасы, вблизи р. Костянка, постоянно заболочена. Поверхность второй надпойменной террасы характеризуется наличием неглубоких логов, к которым приурочены заболоченные участки леса. Абсолютные высоты поверхности составляют 110 м. Ширина террасы в юго-западной части леса 200-600 м., на севере до 1100 м. Здесь глубина залегания грунтовых вод составляет 2-4 м. Третья надпойменная терраса характеризуется отметками 110-125 м и эрозионно-аккумулятивным характером поверхности, она выражена в северо-восточной и южной частях леса. На выступе третьей надпойменной террасы, на юго-западе, глубина залегания грунтовых вод достигает 6 м.

В ООПТ протекает р. Костянка и несколько ручьев. Существует также 4 искусственных водоема. Водотоки «Черняевского леса» являются притоками р. Мулянка. По материалам ПЦГМС их вода относится к 4-му классу качества (непригодна для питья и рыболовства даже после предварительной подготовки). На выходе с территории леса р. Костянка в летний период представляет собой сухое русло, что объясняется высокой испаряемостью и застаиванием воды на заболоченных участках. Водотоки характеризуются гидрокарбонатным типом и имеют среднюю жесткость, поэтому район верхних горизонтов донных отложений изменяется от нейтральной до слабощелочной. Оторфованность, заиленность, а также присутствие катионов кальция в поверхностных временных водотоках пониженной части территории ООПТ способствуют накоплению здесь большого количества органического вещества. Здесь же, с повышением плотности скопления фитопланктона и бактериопланктона, наблюдается увеличение концентрации обменного аммония.

Гидрологическая сеть Черняевского леса до середины XX века состояла из двух ручьев – р. Светлый и р. Костянка с притоками. Бассейн ручья Костянка включал территории, ныне занятые застройкой жилого района «Балатово».

1950-1960-е г.г. При застройке новых кварталов двухэтажной застройки пос. Шпальный началась засыпка русла р. Светлый. Позднее воды ручья были направлены в ливневую канализацию, а русло было окончательно засыпано. Выполнена подсыпка проезжих частей Казанского тракта и ул. Встречной. Вдоль тракта были открыты дренажные траншеи, перегородившие естественные водотоки по всей длине леса. Водопропускная труба, устроенная в низовьях р. Костянка, не обеспечила пропуск его стоков. Началось заболачивание поймы.

1970-е гг. В верховья ручья Костянка был организован сброс ливневого стока с жилого района «Балатово». Расход воды в ручье резко увеличился. Естественное русло перестало с ним справляться, что привело к заболачиванию поймы в его верховьях.

2000-е гг. Завершено строительство ливневого коллектора, что привело к обезвоживанию ручьев в этой части леса. Началось осушение южной и центральной части лесного массива.

1980-е гг. Для пропуска ливневого стока внутри леса было начато строительство ливневого коллектора диаметром 1200 мм. Его прокладка создала запруды на ручье Костянка. Водопропускная труба в месте пересечения русла ручья с коллектором обеспечивает пропуск лишь части

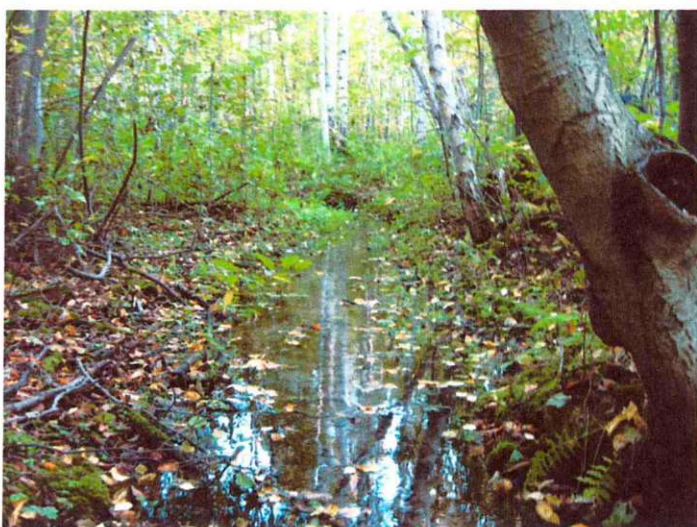


Рис. 1 Ручей Светлый (сентябрь, 2013)

вод и то только в периоды интенсивного снеготаяния или выпадения осадков. Большая часть водотока дренируется вдоль трассы трубопровода. Усилилось заболачивание южной части леса.

2000-е гг. В последние годы в низовьях ручья Костянка по прорытому каналу был организована переброска стоков ручья Светлый. Таким образом, бассейн Костянки представляет

собой искусственно созданную водосборную систему. **Единственным устойчивым водотоком остается лишь ручей Светлый (рис. 1).** Остальные водотоки в безводные периоды года пересыхают. Ручей Светлый берет

начало на территории квартала № 6 (водокачка компании «НОВОГОР»)
(Приложение 5), Это естественный родник, бьющий из-под земли. Ручей
протекает на протяжении 500 м и объединяет систему прудов, самый
крупный из которых находится в зоне отдыха под названием «Золотые
пески» (рис. 2-4).



**Рис. 2 Ручей Светлый, пруд №1
(сентябрь, 2014)**



**Рис. 3 Ручей Светлый, пруд №2
(сентябрь, 2014)**



Рис. 4 Пруд № 3 Место отдыха «Золотые пески» (сентябрь, 2014)

2. Материал и методы исследования

Сбор гидробиологического материала проводился на ручье Светлом (ООПТ «Черняевский лес») в 2013-2015 гг.:

- 11.10.13 – 25.11.13 (2013 г.), 6 проб
- 16.09 – 25.10 (2014 г.), 12 проб (6 на ручье и 6 на прудах)
- 15.06 – 06.10 (2015 г.), 14 проб (6 на ручье и 8 на прудах)

Таким образом, за исследуемый период было собрано и обработано 32 пробы макрозообентоса. Прежде чем проводить биологический сбор материала, на каждой станции определялась глубина в метрах, измерялась температура воды (водным термометром), составлялось описание места взятия проб, метеорологические особенности дня, и все это записывалось в дневник наблюдений.

Нами был использован наиболее простой и удобный в условиях школьных исследований инструмент – скребок (рис. 4). Это железная рамка на ручке с прикрепленной к рамке сеткой. В нижней части рамки скребка имеет металлическую пластинку длиной 20-25 см и шириной 2-3 см (длина и ширина могут быть произвольны, но эти размеры наиболее оптимальны). Рамку обшивают грубой тканью, к которой пришивают мешок из специальной ячеистой ткани – мельничного газа № 17-29. Рамка насаживается на ручку длиной 1,5-2 м.

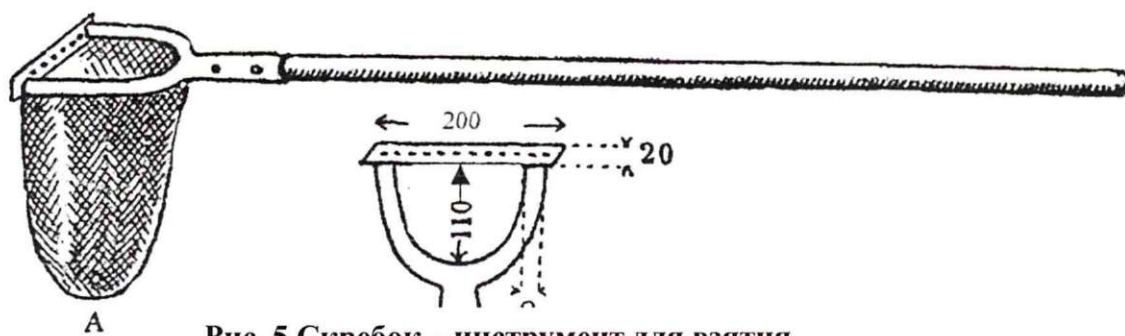


Рис. 5 Скребок – инструмент для взятия проб зообентоса

Скребок мы отбирали качественные пробы грунта, то есть без учета численности организмов. Отобранные пробы грунта промывали непосредственно в «мешке» скребка, прополаскивая грунт до тех пор, пока промывная вода не становилась светлой. Все организмы зообентоса вместе с детритом оставались в скребке.

Собранный материал – организмы макрозообентоса – складывали в банки и консервировали (фиксируют) этиловым спиртом. Концентрация спирта в пробе была не менее 70%. На каждой банке ставился номер пробы, а в полевом дневнике под номером этой пробы указывалось:

- 1) номер пробы; название и тип водоема;
- 2) число, месяц, год отбора проб;
- 3) пункт наблюдения (название сообщества или участка);
- 4) тип грунта и площадь «облова»;
- 5) дополнительная информация (глубина в м, t и др.).

Обработку зообентоса проводили в лаборатории кабинета гидробиологии, на кафедре зоологии беспозвоночных и водной экологии Пермского государственного университета. При сборе и анализе материала руководствовались «Методикой сбора и обработки зообентоса...» (Алексеевнина, 2003). Определение животных до отрядов, семейств проводилось под руководством М.С. Алексеевниной.

Для обработки материала по зообентосу было использовано следующее оборудование: эмалированная ванночка (кювета), чашки Петри, пенициллиновые пузырьки, пинцет, пипетка, бинокляр (типа МБС) или лупа, микроскоп. Фиксированную пробу зообентоса промывали проточной водой, используя «промывалку» (маленький сачок с капроновым ситом). При этом устранялась «муть», затем небольшую порцию грунта переносили в кювету и заливали небольшим слоем чистой воды. Всех животных выбирали пинцетом и сразу раскладывали на «группы». Само понятие «группы» устанавливали с разной степенью точности, в зависимости от того, как легко определяются и как часто встречаются организмы. Когда проба была разобрана, животных каждой группы просчитывали и взвешивали на торсионных весах. Данные обработки проб заносили в карточки обработки проб зообентоса.

Биологические методы оценки – это характеристика состояния водной экосистемы по растительному и животному населению водоема. Для определения экологического состояния ручья нами были использованы различные индексы оценки качества воды по макрозообентосу (Сибегатуллина А. М., Мазуркин П. М., 2009).

Биотический индекс Вудивисса (таблица 1). Для оценки качества вод по показателям зообентоса наибольшее распространение получил метод расчета биотического индекса для р. Трент, разработанный Ф. Вудивиссом в 1964 г. Индекс используется только для исследования рек умеренного пояса и дает оценку их состояния по пятнадцатибальной шкале. Его значение изменяется от 0 до 15 и измеряется в баллах. Состояние водоема определяется так: 0-2 балла – очень сильное загрязнение (5-7 класс качества), водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии; 3-5 баллов –

значительное загрязнение (4-5 класс качества); 6-7 баллов – незначительное загрязнение водоема (3 класс качества); 8-10 баллов и выше – чистые реки (1-2 класс качества). Согласно биотическому индексу Вудивисса, по мере повышения уровня загрязненности вод происходит изменение видовой структуры бентосных организмов. Вследствие чего происходит отмирание индикаторных таксонов, достигших предела толерантности.

Таблица 1.

Биотический индекс Вудивисса

Наличие видов-индикаторов	Количество видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	20...
Личинки веснянок (Plecoptera)	более 1	-	7	8	9	10	11-...
	1 вид	-	6	7	8	9	10-...
Личинки поденок (Ephemeroptera)	более 1	-	6	7	8	9	10-...
	1 вид	-	5	6	7	8	9-...
Личинки ручейников (Trichoptera)	более 1	-	5	6	7	8	9-...
	1 вид	4	4	5	6	7	8-...
Бокоплав		3	4	5	6	7	8-...
Водяной ослик (<i>Asellus aquaticus</i>)		2	3	4	5	6	7-...
Олигохеты или личинки звонцов		1	2	3	4	5	6-...
Отсутствуют все приведенные выше группы		0	1	2	-	-	-

Метод крупных таксонов широко применяется в практике гидробиологического мониторинга благодаря простоте вычислений, отсутствию трудоемких таксономических определений. Теоретическим обоснованием и условием универсальности метода является повсеместное распространение используемых таксонов в водоемах разных типов с разным уровнем загрязнения. Такими группами являются олигохеты и личинки хирономид.

Показателем качества воды в озерах и прудах является ее трофность, понимаемая как количество органических веществ, накопленных в процессе фотосинтеза в условиях наличия биогенных элементов (азот, фосфор, калий). Органическое вещество обеспечивает существование животного населения и его видовое разнообразие, численность популяций зависит от количества пищи. После смерти животных возникают проблемы с разложением их трупов и изменением газового состава воды. Процесс повышения трофности

водоема называется эвтрофикацией. К наиболее заметным проявлениям эвтрофикации относятся летнее «цветение» водоемов, зимние заморы, быстрое обмеление и зарастание водоемов. Эвтрофикацию можно выявить в процессе исследования с применением биоиндикаторов.

Индекс Гуднайта-Уотлея. Классический вариант олигохетного индекса (ОИ) впервые был предложен Гуднайтом и Уотлеем в 1961 г. Эта простая, но надежная методика биоиндикации используется только для определения загрязнения водоема органическими веществами. Значение индекса a равно отношению количества обнаруженных в пробе олигохет (малощетинковых червей) к общему количеству организмов (включая и самих червей) в процентах по формуле

$$a = \frac{N_{\text{Олигохет}}}{N_{\text{Все организмы}}} \cdot 100\%$$

Степень загрязнения воды органикой определяли по таблице 2. По показателю обобщенного индекса делали вывод о степени эвтрофикации водоема.

Таблица 2

Олигохетный индекс Гуднайта–Уотлея

Значение индекса, %	Степень загрязнения воды	Класс качества
Менее 30	Отсутствие загрязнения	1–2
30–60	Незначительное	2–3
60–70	Умеренное	3–4
70–80	Значительно	4–5
Более 80	Сильное	5–6

Модифицированный олигохетный индекс. Э.А. Пареле применила ОИ для малых рек, ранжировав его в соответствии с классификацией качества вод С. М. Драчева. На основании значений модифицированного ОИ, названного индексом D , Пареле было выделено шесть групп в исследованных водотоках: очень чистая – 0,01-0,16 (или 1-16%); чистая – 0,17-0,33 (17-33%); умеренно загрязненная – 0,34-0,50 (34-50%); загрязненная – 0,51-0,67 (51-67%); грязная – 0,68-0,84 (68-84%); очень грязная – 0,85-1 (свыше 85%).

Индекс D_I . В малых быстротекущих водотоках с разнообразной донной фауной предлагается использовать коэффициент D_I – соотношение численности тубифицид и всего бентоса в пробе. При $D_I = 0,01-0,16$ – очень чистая вода; 0,17-0,33 – чистая; 0,34-0,50 – слабозагрязнённая; 0,51-0,67 – загрязнённая; 0,68-0,84 – грязная; 0,85-1,0 – очень грязная.

Индекс Майера. Наиболее простая методика биоиндикации. Эта методика подходит для любых типов водоемов. Она более простая и имеет большое преимущество – в ней не надо определять беспозвоночных с точностью до вида. Метод основан на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности. При этом организмы – индикаторы относят к одному из трех разделов, представленных в табл. 3.

Таблица 3

Индекс Майера		
Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров – долгоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски-катушки, моллюски-живородки	Личинки мошки
		Малоцетинковые черви

Нужно отметить, какие из приведенных в таблице групп обнаружены в пробах. Количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего раздела – на 1. Получившиеся цифры складывают:

$$X \cdot 3 + Y \cdot 2 + Z \cdot 1 = S$$

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов – водоем чистый и имеет 1 класс качества; 17-21 баллов – 2 класс качества; 11-16 баллов – умеренная загрязненность, 3 класс качества; менее 11 – водоем грязный, 4-7 класс качества. Простота и универсальность метода Майера дают возможность быстро оценить состояние исследуемого водоема. Точность метода невысока. Но если проводить исследования качества воды регулярно в течение какого-то времени и сравнивать полученные результаты, можно уловить, в какую сторону изменяется состояние водоема.

В результате анализа методов биоиндикации, по оценке загрязнения поверхностных вод можно выделить основные достоинства и недостатки, табл. 4. Все перечисленные методы биоиндикации широко используются для оценки антропогенного воздействия биоценозы наземных и водных экосистем. При любых неблагоприятных условиях разнообразие видов в биоценозе уменьшается, а численность устойчивых видов возрастает.

Таблица 4

Характеристика биологических методов оценки загрязнения вод

Наименование	Преимущества	Недостатки
Биотический индекс Вудивисса	Учитывает частую последовательность исчезновения групп индикаторных организмов по мере увеличения загрязнения.	Не подходит для озер и прудов. Необходимо выяснить, какие индикаторные организмы имеются в исследуемом водотоке, в зависимости от чувствительности к загрязнению. Происходит изменение видовой структуры бентосных организмов по мере повышения уровня загрязненности воды, следовательно, наблюдается отмирание индикаторных таксонов. Пригодна в прибрежной зоне, где донная фауна разнообразна
Индекс Гуднайта-Уотля	Используется для определения загрязнения водоема органическими веществами	Используются для анализа только материалы дночерпательных проб. Следует иметь в виду, что изменения в донных отложениях происходят медленнее, чем меняется качество воды в водной среде
Модифицированный олигохетный индекс (Э. А. Пареле)	Основаны на отношении отдельных семейств олигохет к общей численности всех олигохет.	Используется только для крупных рек в условиях Русской равнины. Индекс D_1 применяется для малых рек с быстрым течением и разнообразной флорой. Индекс D_2 для рек и водоемов с неблагоприятным кислородным режимом и бедным составом олигохет.
Индекс Майера	Подходит для любых типов водоемов. Используются организмы-индикаторы, чувствительные к различным условиям водной среды (обитатели чистых вод, организмы средней чувствительности и обитатели загрязненных водоемов).	Точность метода невысока.

3. Литературный обзор

3.1 Особенности сообществ водных организмов

Сообщества водных организмов по своим условиям обитания и структурно-функциональным характеристикам имеют ряд ключевых особенностей по сравнению с наземными биогеоценозами, которые в основном заключаются в следующем (Шитиков и др., 2003):

1. Гидробионты, окруженные водой, подвергаются значительно меньшим колебаниям температуры (обычно в пределах от 2 до 40°C), чем обитатели биогеоценозов. Однако для них имеет большое значение содержания кислорода, который часто бывает в дефиците, а временами может вовсе исчезать. В связи с этим, существующие классификации экосистем учитывают, в первую очередь, содержание кислорода в водоеме.
2. Водные организмы находятся в условиях более слабой освещенности, чем наземные, а расположенные на глубинах водоемов (и в подземных водах) совершенно лишены света и их живые компоненты могут существовать только за счет поступления органических веществ извне. Поэтому в системе гидробиоценозов гораздо сильнее выражена вертикальная дифференциация (стратификация). В связи с вертикальной расчлененностью водной среды типы водных сообществ выделяются по совершенно иному принципу, чем типы биогеоценозов. Типы гидробиоценозов различаются главным образом по их положению в пространстве. Например, различают следующие «жизненные формы»:
 - планктон (*planktos* – парящий) и нектон (*nektos* – плавающий) – население пелагиали, проводящее жизнь во взвешенном состоянии и активно передвигающееся в толще воды;
 - *бентос* (*bentos* – глубина) – организмы, живущие на дне водоемов или в грунте;
 - *перифитон* (*peri* – вокруг, *phyton* – растение) – гидробионты, поселяющиеся на плотных субстратах и приспособленные к обитанию на границе раздела между субстратом и водой.
3. Организмы в водоемах биохимически и осмотически более тесно связаны с окружающей их средой и зависят от содержания в ней растворимых веществ. Благодаря значительно большей, чем у воздуха, плотности воды, многие водные организмы пребывают в свободно плавающем или парящем состоянии, поскольку вода содержит пространственно-распределенный источник пищи в виде взвешенной

массы органических веществ и микробов. Вода одновременно создает возможность биохимических связей между сообществами гидробионтов за счет выделения многими организмами в воду кислорода, углекислоты и различных продуктов метаболизма. Эти вещества, токсичные, либо, наоборот, стимулирующие другие организмы, образуют как бы сеть, по которой организмы общаются косвенно, не вступая друг с другом в прямой контакт.

4. Население гидросферы значительно разнообразнее, чем наземное, хотя во внутренних водоемах состав флоры и фауны сильно обеднен по сравнению с морями из-за выпадения многих групп. Основную массу первичных продуцентов составляют взвешенные в воде микроскопические водоросли, в то время как на суше – это почти исключительно крупные растения, с корнями в почве. Несмотря на чрезвычайно мелкие размеры планктонных водорослей, они обладают весьма высоким темпом размножения и могут давать очень высокую первичную продукцию, за счет которой развивается местами богатейшее животное население.
5. В горизонтальном направлении водные сообщества, как и биогеоценозы, также неоднородны. Биотопы определяются преимущественно физическими свойствами среды и группируются по экологическим зонам, на которые делятся водоемы: например, в озерах бенталь подразделяется на литораль (прибрежная зона), сублитораль (до нижней границы распространения высших растений), профундаль. Внутри каждой зоны может быть выделено по несколько биотопов и соответствующих им биоценозов (например, на разных грунтах).
6. Гидробиоценозы, как и наземные экосистемы (в первую очередь, фитоценозы), обладают хорошо выраженной изменчивостью во времени. Сезонная (годовая, суточная или иная циклическая) динамика, вызванная изменениями температуры, наблюдается как в ценозах высшей водной растительности, отмирающей с наступлением осени, так и в планктонных сообществах, состоящих из видов с кратким жизненным циклом. В меньшей мере выражены сезонные изменения в бентосе, остающемся в крупных водоемах на зиму в почти полном составе и количестве, хотя в некоторые периоды его гетеротопные группы (насекомые) покидают водоем.
7. Межгодовые (или многолетние) изменения в водоемах выражены не менее, если не более ярко, чем в биогеоценозах, и, в основном, происходят в результате тех же причин: изменения климатических условий и деятельности человека. В гидробиоценозах постоянно

происходят также изменения в соотношении видов и их обилии, причины которых часто не удается установить. Эти ненаправленные изменения колебательного типа называют флуктуациями, противопоставляя их сукцессиям – изменениям в течение ряда лет, направленным в одну сторону. Сукцессии часто наблюдаются в гидробиоценозах и представляют собой обычно продолжающийся в течение ряда лет процесс постепенного приспособления сообществ гидробионтов к сильно изменившимся абиотическим условиям. Мы наблюдаем их при различных естественных изменениях режима водоемов, а в еще большем масштабе – при возникновении новых водоемов или водохранилищ (на затопляемой, например, вследствие сооружения плотины, долине реки).

3.2 Фауна зообентоса пресноводных водоемов

Макрозообентос является постоянным компонентом практически любой водной экосистемы (Захаров Е.В., 2005). Признано, что в экосистемах малых рек и ручьев зообентос, исключая бактерий, является самой богатой по видовому разнообразию и количественному обилию группировкой гетеротрофных организмов. Высокая информативность, ряд особенностей биологии и значительная роль в функционировании экосистем малых водотоков и верхних участков крупных рек определяют удобство и необходимость использования зообентоса как объекта мониторинга водных экосистем, что подтверждается его использованием как необходимого объекта мониторинга в государственной сети Росгидромет.

Фауна донных беспозвоночных большинства водотоков России характеризуется богатством видового разнообразия, высокой плотностью и биомассой сообществ. Основное значение в функционировании их экосистем принадлежит бентоценозам (Алимов, 2000). В свою очередь доминирующее положение в них занимают амфибиотические насекомые: ручейники (*Trichoptera*), поденки (*Ephemeroptera*), веснянки (*Plecoptera*), хирономиды (*Chironomidae*) и другие двукрылые (*Diptera*). Они обитают практически во всех типах водоемов и их практическое значение велико во многих аспектах. Благодаря массовому развитию личинок этих групп насекомых, имеющих жизненные циклы от нескольких недель до 1-2 лет, они играют заметную роль в экономике водоема. Перерабатывая поступающее в водоем органическое вещество в минеральное, они наиболее активно участвуют в самоочищении водоема. Представляя важнейшие объекты питания бентосоядных рыб и их молоди, личинки насекомых определяют основу кормовой базы рыб и биологические ресурсы водоема. Их успешно используют в качестве

биоиндикаторов степени загрязнения рек и оценке экологического состояния водных экосистем.

3.3 Характеристика прудов как водных экосистем

Пруды могут быть плотинными, образующимися в результате запруживания речек и оврагов; копаными, питающимися атмосферными осадками, а также грунтовыми водами; наливными, наполняемыми водой через специальные каналы из рек и ручьев. Во всех случаях пруды – мелкие водоемы с небольшой площадью водного зеркала, часто спускаемые на зиму. Вследствие мелководности вода в прудах сильно перемешивается ветром, взмучивание грунта резко снижает ее прозрачность, ограничивая проникновение солнечной радиации вглубь. Поэтому не смотря на мелководность в летнее время температура у поверхности часто на несколько градусов выше, чем у дна. Взмучивание грунта резко усиливает процессы взаимодействия между ложем и водной толщей, увеличивает поступление в нее биогенов и других веществ из донных отложений.

Население прудов отличается видовым однообразием, хотя по своей численности и биомассе оно часто богаче озерного. Ведущую роль в фауне прудов играют вторичноводные организмы, преимущественно представленные эврибионтными формами, что отражает большую неустойчивость температурного, кислородного и других факторов среды, в которой они обитают. Число бактерий в прудах может достигать нескольких десятков миллионов в 1 мл, как это, например, наблюдается в случае внесения органических удобрений. Фитопланктон в основном представлен зелеными водорослями, особенно протококковыми и сине-зелеными, меньшее значение имеют диатомовые. Из отдельных форм наиболее характерны для наших прудов зеленые *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Closterium* и *Cosmarium*, сине-зеленые *Aphanizomenon*, *Anabaena* и *Microcystis*. Зоопланктон складывается главным образом из инфузорий, коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков.

В прудах средней полосы России наблюдается сезонная смена в составе ветвистоусых рачков, которые весной преимущественно представлены видами *Moina*, *Scapholoberis* и *Simocephalus*, а позже эти формы исчезают и взамен их появляются *Daphnia* и *Bosmina*. Летом фауна ветвистоусых резко обедняется, и они могут исчезать из прудов, по-видимому, в связи с понижением численности бактерий и протококковых, которыми они в основном питаются. Численность инфузорий в прудовой воде может достигать 500 тысяч экз/л.

Если пруды не спускные, фитобентос в них достигает значительного обилия. В наших прудах в зарослях макрофитов наиболее обычны тростник,

рогоз, осоки, рдесты, роголистник и некоторые другие, на которых появляется богатая фитофильная фауна, состоящая из личинок насекомых, моллюсков, губок и мшанок.

Особенно богата фауна мягкой растительности. Зообентос представлен преимущественно инфузориями и другими представителями микрозообентоса, личинками комаров *Chironomus* и *Glyptotendipes*, личинками стрекоз *Aeschna* и *Lestes*, жуками *Dytiscus* и другими насекомыми, олигохетами *Tubifex* и *Limnodrilus*, моллюском *Limnaea*. Распределяется зообентос по ложу пруда довольно равномерно как в видовом, так и в количественном отношении. Большинство организмов инфауны находится в поверхностном слое грунта толщиной 10-20 см, причем днем животные находятся на больших глубинах, чем ночью. Зимой донные организмы проникают в грунт глубже, чем летом. Нектон прудов представлен немногочисленными рыбами, в частности карасем, сазаном, линем (Константинов, 1979).

4. Результаты и их обсуждение

4.1 Таксономический состав и количественная структура донных сообществ системы ручья Светлый

В работе обобщены и систематизированы результаты трехлетних гидробиологических исследований зообентоса прудов и ручья Светлый. Первичным материалом явились 32 пробы зообентоса, отобранные в период с 2013 по 2015 гг. на 15 станциях в 4 водных объектах (ручей и 3 пруда), испытывающих разную степень антропогенного влияния.

В 2015 году в ручье Светлый нами зарегистрированы 11 групп донных животных, относящихся к 3 типам (кольчатые черви, моллюски, членистоногие) и 4 классам животного царства: малощетинковые черви, пиявки, брюхоногие моллюски и насекомые (Приложение 1). Одним семейством представлены пиявки и моллюски (сем. *Glossiphoniidae* и сем. *Limnaeidae* соответственно), двумя семействами – олигохеты (сем. *Lumbriculidae* и сем. *Tubificidae*). Наиболее разнообразны личинки насекомых (6 семейств, относящихся к 5 отрядам: *Plecoptera*, *Heteroptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera* и *Diptera*). Личинки двукрылых в ручье представлены 3 семействами (*Chironomidae*, *Limoniidae*, *Psichodidae*).

При сравнительном анализе макрозообентоса ручья и прудов обнаруживаются отличия. Зообентос прудов представлен 12 группами беспозвоночных животных, относящихся к 3 типам и 5 классам животных. Фауна олигохет представлена 3 семействами (в ручье не были зарегистрированы олигохеты из сем. *Naididae*). В пруду были отмечены также ракообразные (сем. *Asellidae*), личинки жесткокрылых (сем. *Scirtidae*) и мокрецов (сем. *Psichodidae*). Из насекомых в прудах, в отличие от ручья, не встретились личинки веснянок (сем. *Perlodidae*), клопов и комаров-бабочниц.

Биомасса зообентоса в изучаемых водоемах равна 6,2 г/м², при численности 758 экз./м²; биомасса зообентоса в прудах составила 3,1 г/м² при численности 1888 экз./м². Основу численности зообентоса в ручье определяют олигохеты (сем. *Tubificidae*) – 34%, личинки комаров-болотниц (сем. *Limoniidae*) – 28% и хирономид (18%); основу биомассы – брюхоногие моллюски (34%), в равной степени представлена биомасса личинок поденок (21%) и ручейников (21%). Численность бентоса в пруду в значительной мере складывается за счет хирономид (72%), олигохет – сем. *Tubificidae* (18%) и сем. *Lumbriculidae* (8%). На долю остальных групп донных животных приходится всего 2%. В прудах ведущее место в обеспечении биомассы занимают личинки хирономид (56%), пиявки (13%) и олигохеты – сем. *Tubificidae* (10%).

Не все организмы сообщества играют одинаково важную роль в определении его природы и функций. Данные по численности приводят к преувеличению значения мелких организмов, а данные по биомассе – к преувеличению роли крупных организмов. Индекс доминирования показывает вклад каждого таксона в энергоемкость водоема. Для определения индекса доминирования мы использовали комбинацию 3 параметров: биомасса (B , г/м²), численность (N , экз./м²), встречаемость (P , %).

В структурной организации бентоценозов в ручье Светлый (рис. 6), высокий индекс доминирования имеют несколько групп донных животных: сем. *Limoniidae* (25,3), сем. *Tubificidae* (16,4), сем. *Baetidae* (14,9), сем. *Limnephilidae* (13,7).

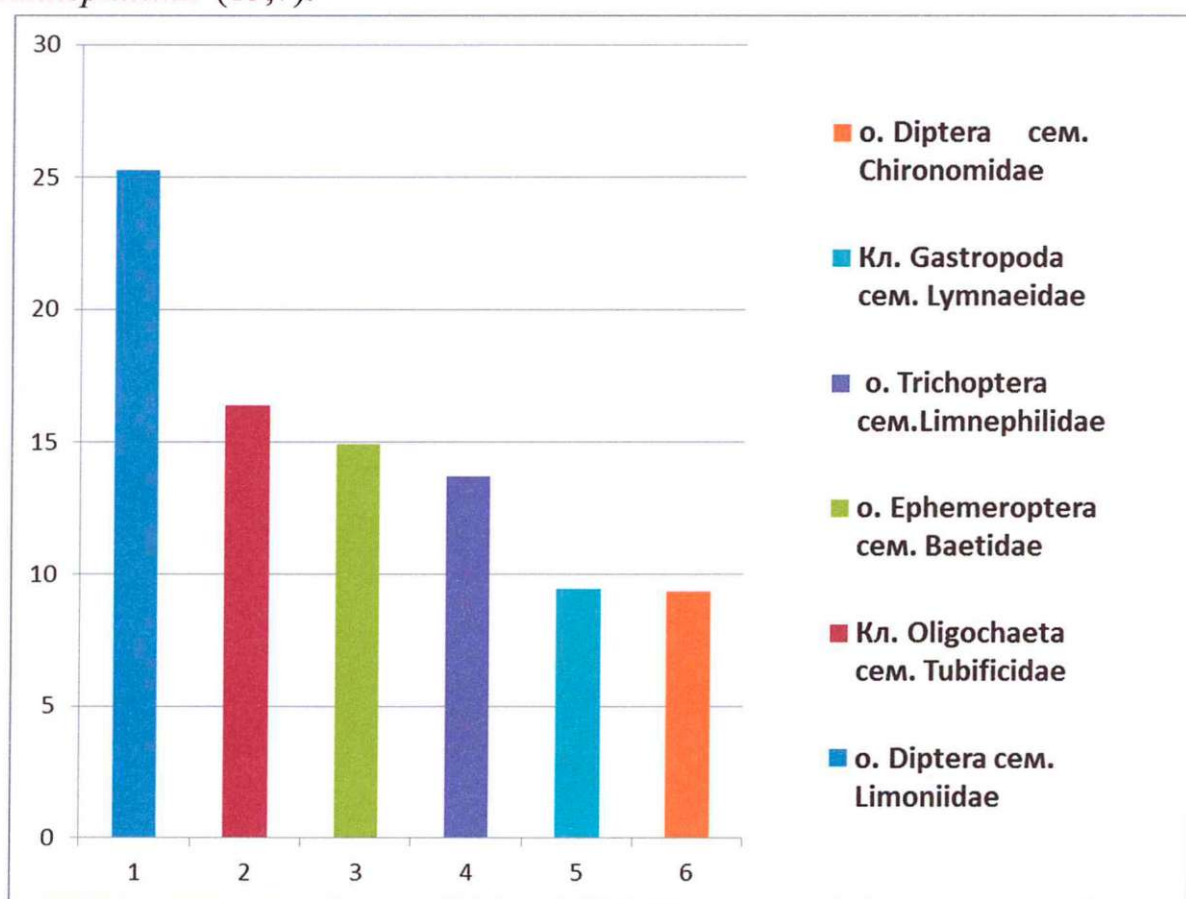


Рис. 6. Ранжирование групп донных сообществ в ручье Светлый, 2015 г.

Иную картину мы наблюдаем в прудах (рис. 7). Развитие зообентоса в прудах обеспечивается двумя доминирующими видами: личинками хирономид (индекс доминирования – 58,8) и олигохетами из сем. *Tubificidae* (индекс доминирования – 19,3). Таким образом, в ручье формируется более разнообразное полидоминантное сообщество. В прудах формируется сообщество с доминированием типично донных животных, которые нередко образуют массовые скопления, особенно многочисленные на илистых почвах.

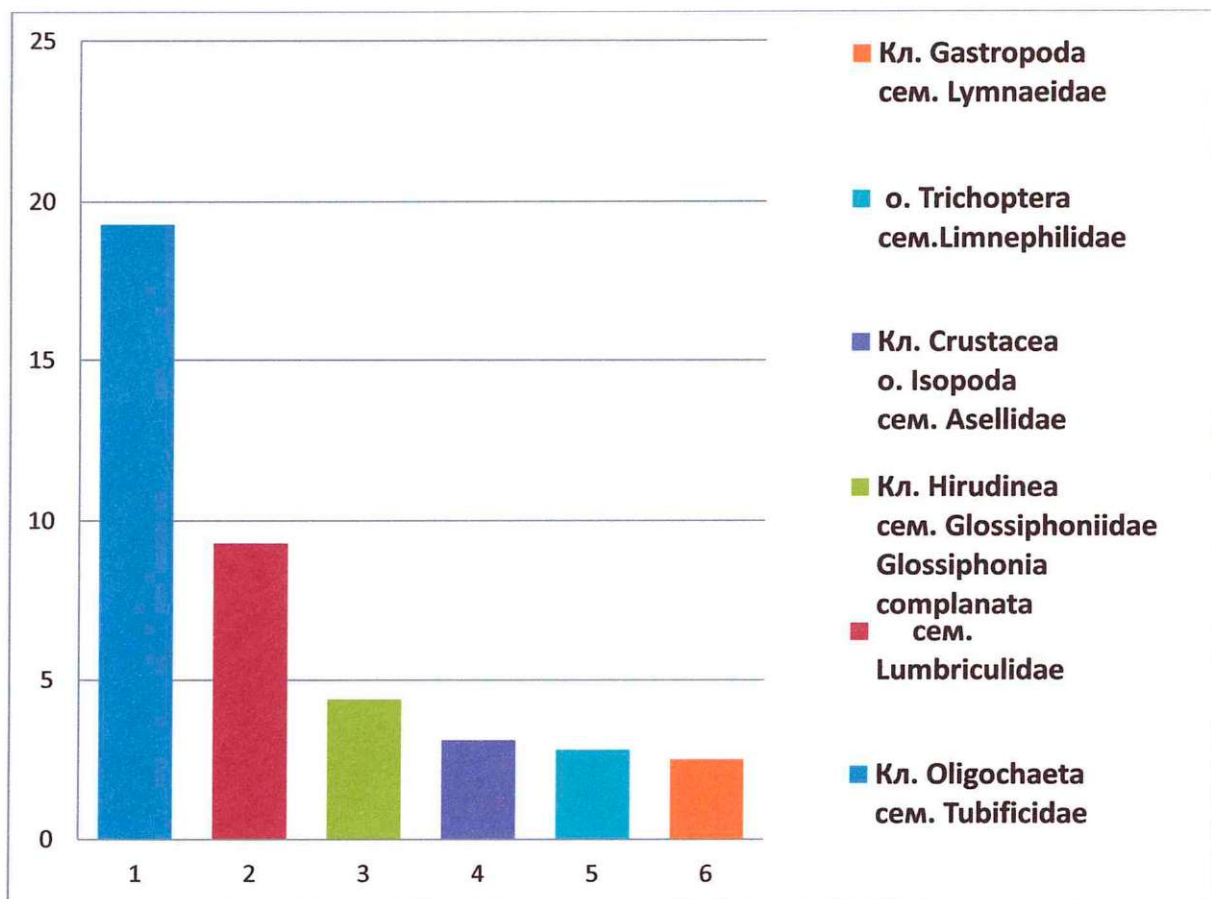


Рис. 7. Ранжирование групп донных сообществ в прудах, 2015 г.

4.2 Пространственное распределение основных групп донных животных в ручье Светлый и его прудах (2015)

Пространственная структура имеет важное экологическое значение. Оценка пространственного распределения зообентоса дает возможность проследить характер изменений таксономического состава и продуктивности донных сообществ в целом или отдельных групп животных на разных участках водоема. Основными факторами, влияющими на распределение зообентоса в водных экосистемах, является свойство грунта и скорость течения воды (Жадин, Герд, 1961). Эти условия обитания донных организмов в ручье Светлом и его прудах характеризуются значительной неоднородностью. Дно ручья характеризуется твердым песчаным грунтом, дно всех трех прудов глинистое, имеет различную степень заиления. С этим связана пространственная структура макрозообентоса (рис. 8, 9). Максимальная биомасса зообентоса наблюдалась на станции №4 – первый искусственный пруд – 12,41 г/м². В ручье биомасса колеблется: на самых верхних по течению станциях (№1, 2) биомасса составляет 2,6-2,0 г/м². В среднем течении, ниже первого искусственного пруда (станция №5), наблюдается максимальная биомасса бентосных животных – 5,2 г/м². На самой нижней по течению ручья станции (№7) биомасса зообентоса минимальная – 0,3 г/м².

Наиболее высокие показатели численности бентоценозов также, как и данные по биомассе, отмечались на станции № 5 в среднем течении ручья (3981 экз./м²) и в первом искусственном пруду (станция № 4) – 1735 экз./м² (Приложение 2).

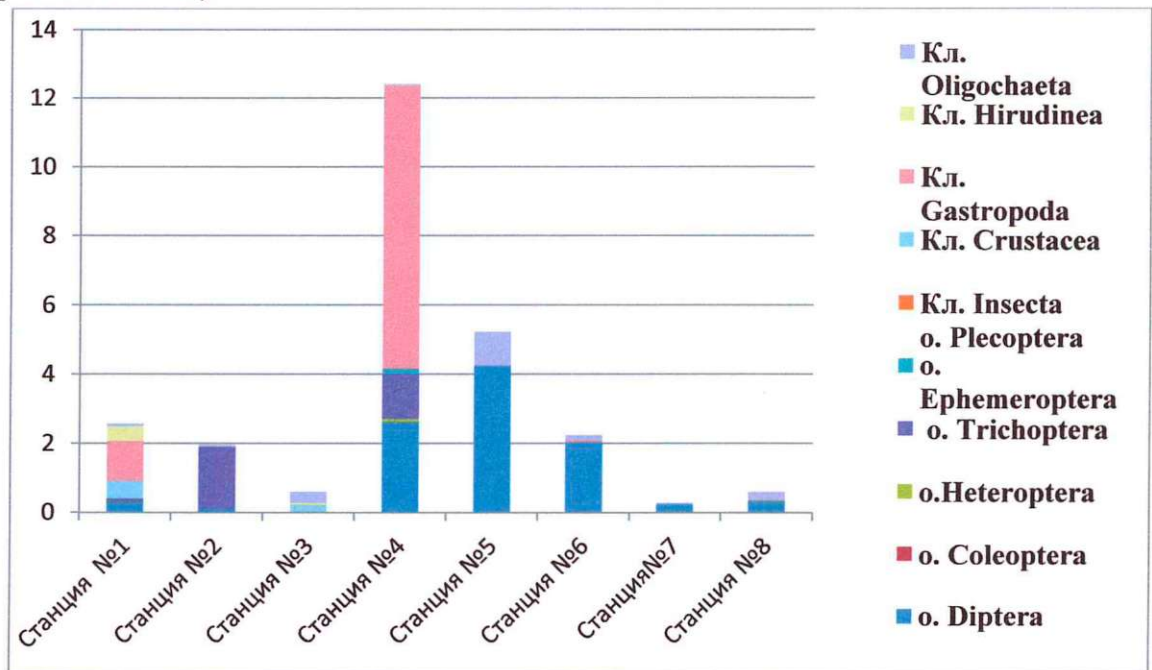


Рис. 8. Пространственное распределение зообентоса в ручье Светлый и его прудах по биомассе (2015)

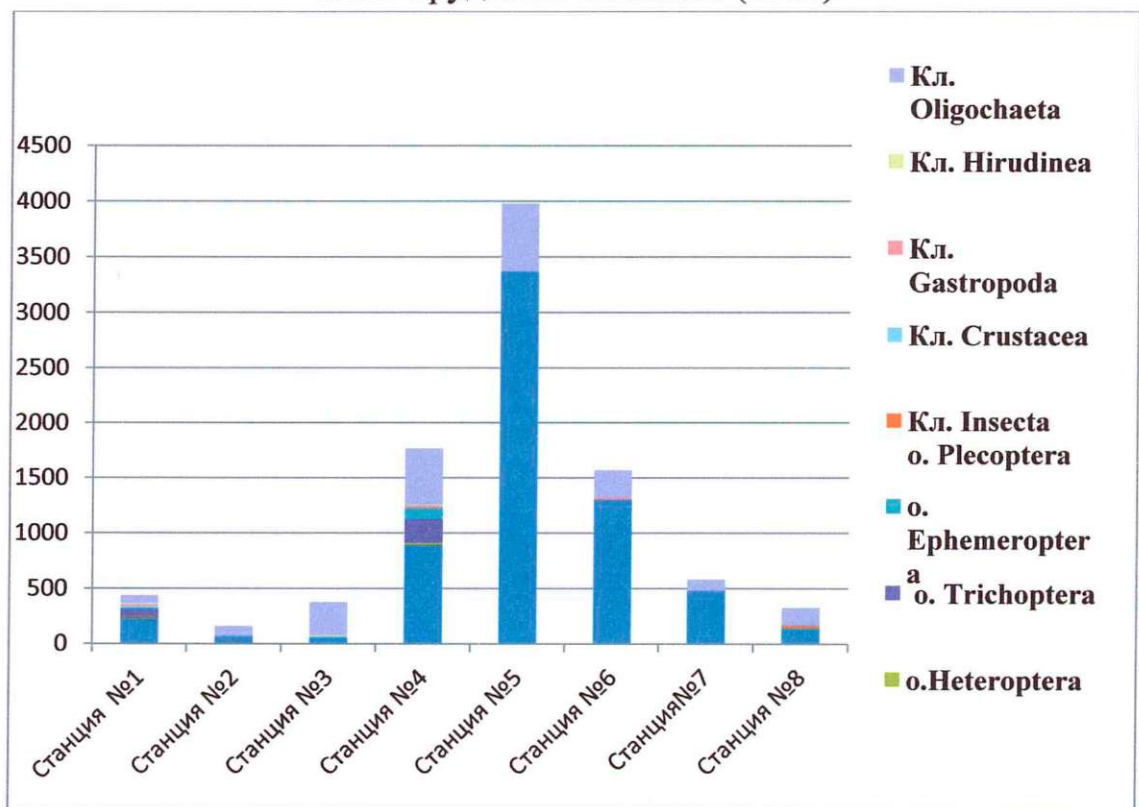


Рис. 9. Пространственное распределение зообентоса в ручье Светлый и его прудах по численности (2015)

В динамике распределения биомассы и численности сообществ зообентоса по продольному профилю ручья Светлый и его прудов прослеживается тренд повышения этих характеристик от верхнего к среднему течению и снижения к нижнему течению.

4.3 Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса в ручье и прудах (2015)

Изменения состояния донных сообществ во времени позволяют выявить сезонную динамику развития зообентоса водоемов или, если наблюдения достаточно продолжительные, многолетнюю динамику численности и биомассы зообентоса, что явится основой биологического мониторинга. Сезонные колебания численности и биомассы донных животных, в первую очередь зависят от особенностей их размножения, роста и выедания, а также от ряда абиотических факторов. В континентальных водоемах резкие колебания численности и биомассы популяций донных животных могут обуславливаться массовым вылетом насекомых. В прудах и озерах, где на долю личинок насекомых приходится нередко более половины всей биомассы бентоса, происходит обеднение бентофауны во время вылета имаго. Это подтверждается нашими исследованиями.

В осенний период численность зообентоса прудов составила всего 30% от численности в летний период. В прудах численность зообентоса летом и осенью в основном складывается за счет личинок хирономид: 70% и 76% соответственно (рис. 10). Олигохеты вносили значительный вклад в численность зообентоса летом – около 30%, при этом большую часть численности (21%) составляли трубочники (сем. *Tubificidae*). Осенью численность олигохет снижается до 6%, практически исчезли олигохеты из сем. *Lumbriculidae*.

В ручье сезонная динамика численности иная в количественном и качественном отношении (рис. 11). В летний и осенний периоды общая численность макрозообентоса изменяется незначительно: 974 экз./м² – летом и 806 экз./м² – осенью. В качественном отношении изменения более существенные. В летних пробах численность зообентоса в ручье складывается в основном за счет личинок двукрылых из сем. *Limoniidae* и сем. *Pediciidae*, а осенью в ручье были обнаружены только личинки из сем. *Chironomidae*. Летом биомасса зообентоса в ручье меньше, она составила 84% от осенних проб. Биомассу донных животных в ручье летом обеспечивают своим развитием личинки двукрылых (95%). Осенью в биомассу зообентоса основной вклад вносят брюхоногие моллюски (50%) и личинки поденок (31%). В прудах летом биомассу зообентоса обеспечивают своим развитием личинки двукрылых (сем. *Chironomidae*) – 75% от общей

биомассы в летних пробах. Осенью этот показатель снижается до 27%, увеличивается биомасса пиявок (сем. *Glossiphoniidae*) – 32%. Общая биомасса зообентоса в прудах осенью снижается и составляет 70% от биомассы проб летнего периода (Приложение 3).

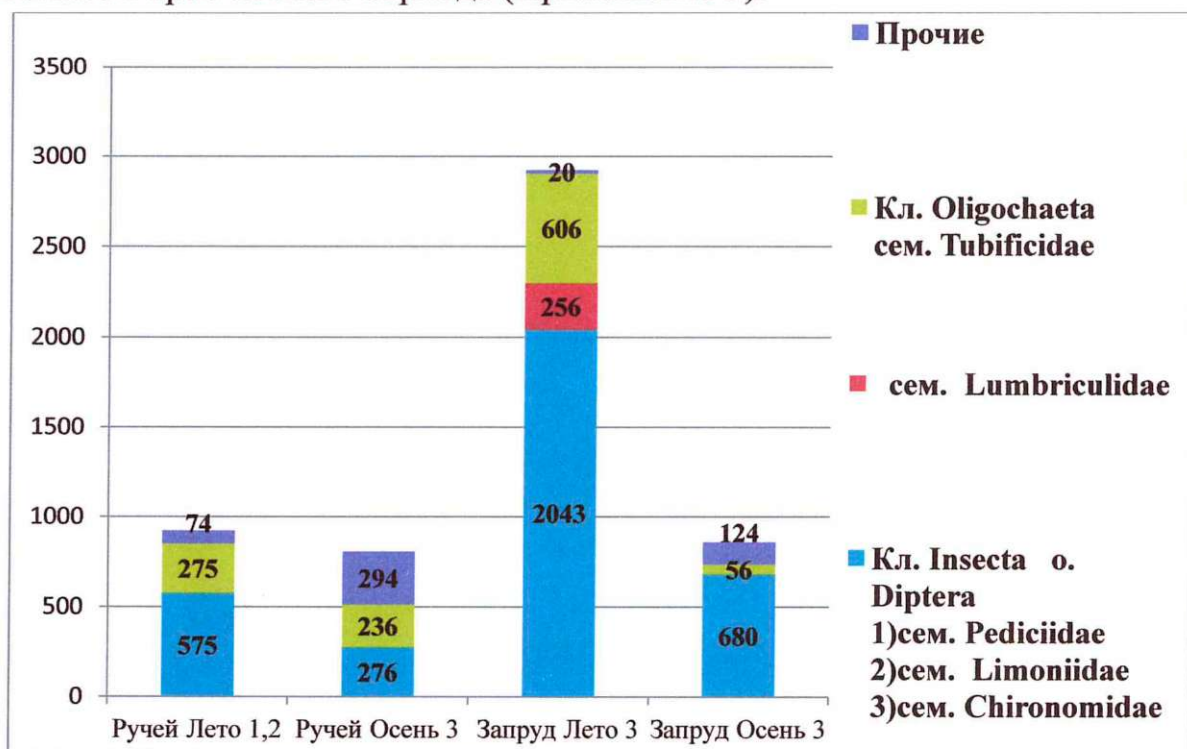


Рис. 10. Сезонная динамика численности зообентоса в ручье Светлый и его прудах (2015)

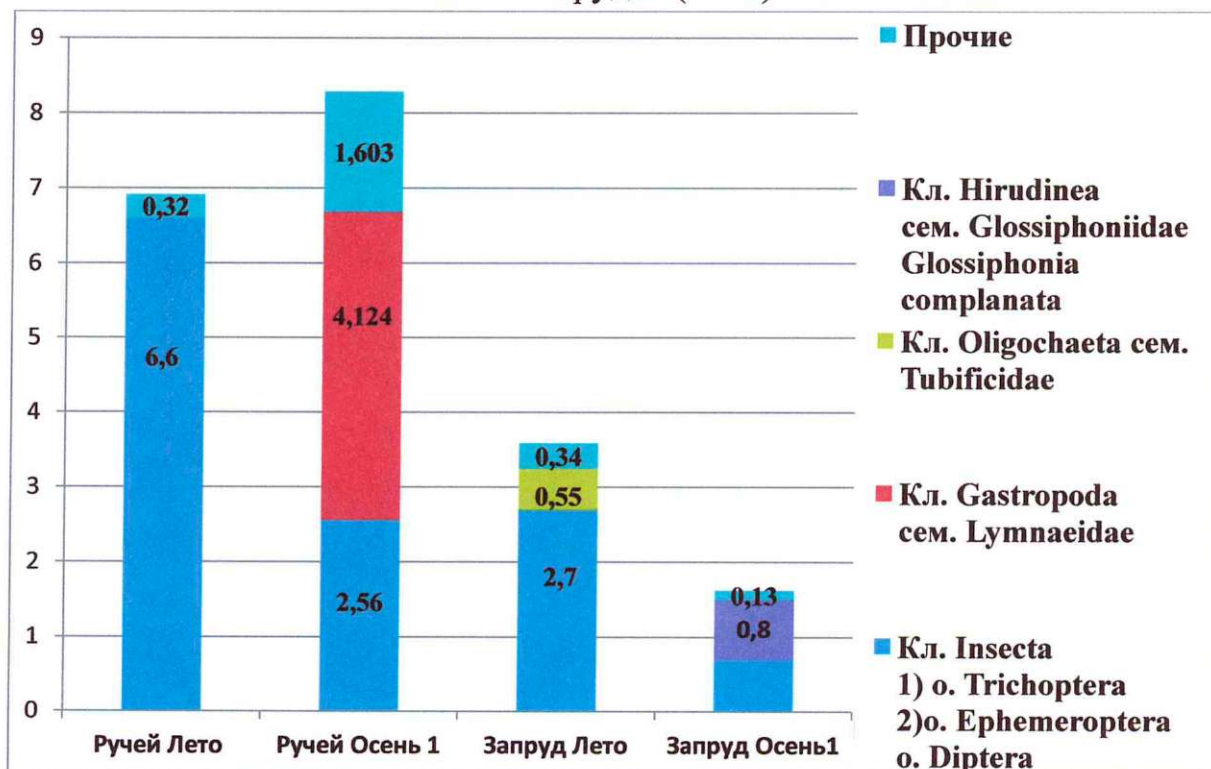


Рис. 11. Сезонная динамика биомассы зообентоса в ручье Светлый и его прудах (2015)

4.4 Многолетняя диагностика зообентоса

Динамику зообентоса ручья Светлый позволяют проследить осенние сборы 2013 г., 2014 г. и 2015 г. (Приложение 4). При анализе данных прослеживаются отличия в таксономическом составе, в численности и биомассы донных животных. По количеству групп донных животных бентофауна в сборах 2013 г. (12 групп), 2014 г. (11 групп), 2015г. (15 групп) отличаются незначительно. Таксономическое разнообразие за период исследований (2013-2015 г.) изменилось с 11 до 15 наименований. Среднемноголетняя биомасса зообентоса составила $6,4 \text{ г/ м}^2$. Величина по годам варьирует от $1,9 \text{ г/ м}^2$ до $14,1 \text{ г/ м}^2$. Минимальное значение было отмечено в 2014 году. Максимальный показатель зафиксирован в 2013 году. Численность за рассмотренный период варьировала от в пределах от 416 экз./ м^2 до 488 экз./ м^2 (рис. 12, 13).

В 2013 г. самый весомый вклад в обеспечение биомассы донного биоценоза ручья вносят насекомые, составляя 60% от общей биомассы зообентоса, а 70% биомассы насекомых обеспечивают своим развитием личинки ручейников. В численном отношении в зообентосе ручья Светлый преобладают личинки насекомых, составляя 90 % общей численности всех животных. Наиболее многочисленными группами являются ручейники (150 экз./кв. м. – 35%), а также личинки поденок (23%) и двукрылых (24%). Среди двукрылых, как и в других континентальных водоемах, личинки хирономид составляют около 80% численности и биомассы всех личинок комаров.

В осенних пробах 2014 года насекомые своим развитием вносят меньший вклад в общую биомассу зообентоса (около 35%). Наибольшая биомасса насекомых приходится на личинки двукрылых (95%), а личинки ручейников вообще отсутствуют. В численном отношении в зообентосе ручья преобладают олигохеты (47%) и личинки двукрылых (39%). Личинки хирономид в ручье составляют около 91% численности и 77% биомассы всех личинок комаров.

Осенью 2015 г. наибольшую биомассу и численность обеспечивают своим развитием личинки насекомых – 53% и 80% соответственно. Наибольший вклад в биомассу насекомых вносят личинки поденок (73%), биомасса двукрылых составила 17%, биомасса ручейников – 12%. В численном отношении в зообентосе преобладают личинки двукрылых (61%). Личинки хирономид составляют около 92% численности и 77% биомассы всех личинок комаров.

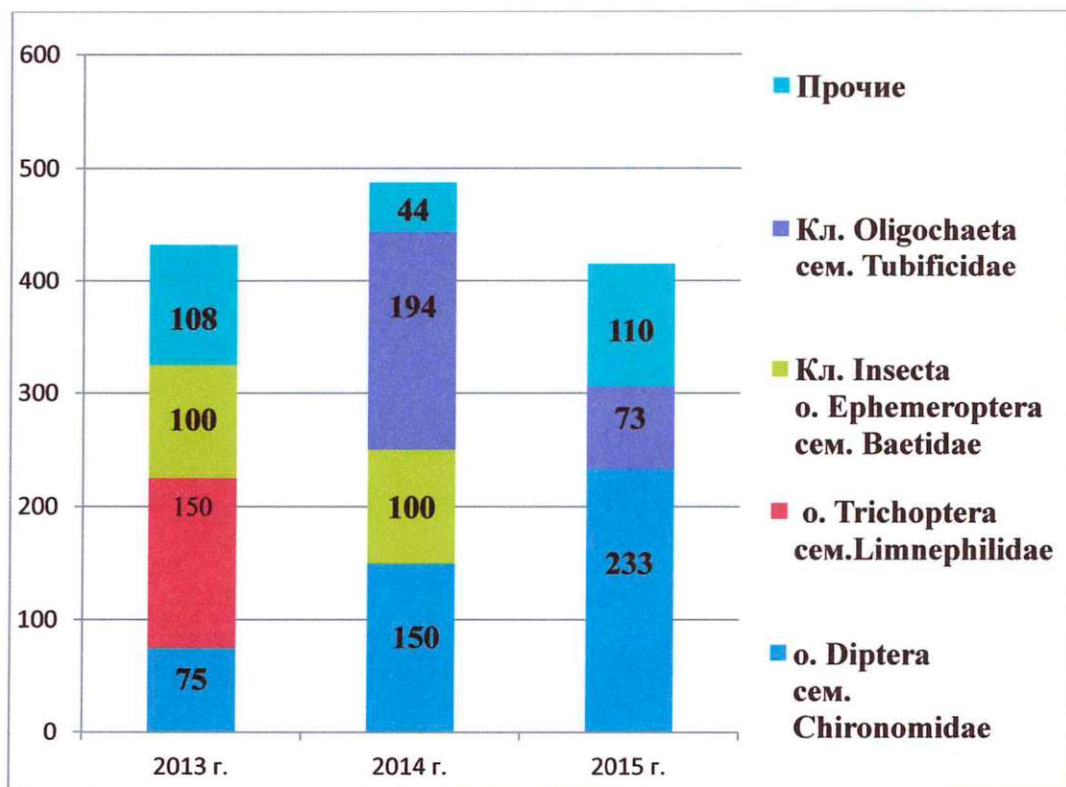


Рис. 12. Межгодовая динамика численности зообентоса в ручье Светлый и его прудах (2013-2015 г.)

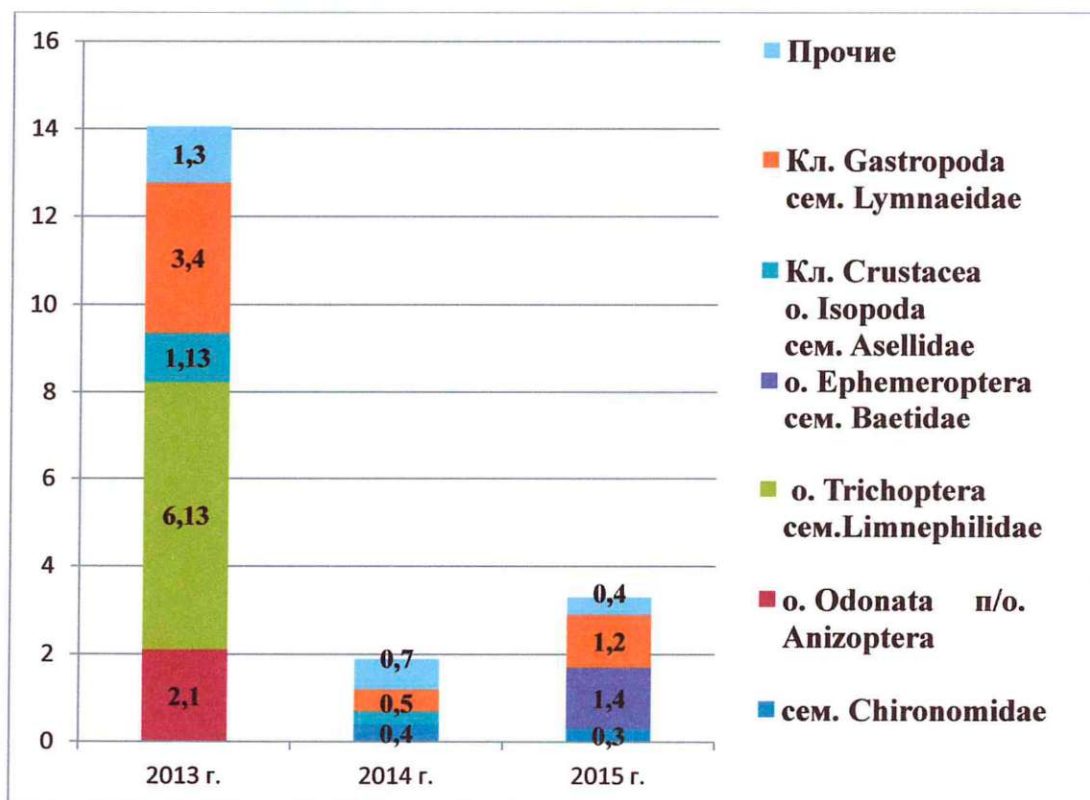


Рис. 13. Межгодовая динамика биомассы зообентоса в ручье Светлый и его прудах (2013-2015 г.)

4.5 Оценка экологического состояния ручья Светлый

Полученный материал позволяет оценить качество исследованных водоемов по биологическим показателям, широко используемым в практике анализа качества поверхностных вод. Малоподвижный образ жизни организмов бентоса позволяет проводить пространственный анализ влияния загрязнений. Благодаря длительным жизненным циклам зообентос позволяет оценивать наиболее существенные изменения в водных экосистемах, избегая при этом влияния случайных воздействий.

В 2015 году мы оценивали экологическое состояние ручья Светлый и его прудов отдельно. Для оценки качества вод были выбраны 4 индекса, основанных на видовом богатстве и структуре сообществ макрозообентоса: биотический индекс Вудивисса, индекс Гуднайта-Уотлея и модифицированный олигохетный индекс (Э. А. Пареле) и индекс Майера. Выбор индексов продиктован возможностью оценки качества вод по различным показателям состояния бентоценозов, характерных для исследованных водоемов. Каждый индекс имеет разную чувствительность на загрязнения различного рода и использование их в комплексе дает наиболее адекватную оценку качества вод.

Биотический индекс Вудивисса. В ручье присутствуют наиболее чувствительные к загрязнению индикаторные группы – веснянки, а общее разнообразие бентосных организмов составило 11 групп. Значение биотического индекса Вудивисса является высоким (8-9). Это позволяет отнести воды ручья Светлый к чистым. В прудах в 2015 году нами были отмечены личинки поденок, бентосные организмы представлены 12 группами. Значение биотического индекса Вудивисса также является высоким (7-8), что позволяет считать воду в прудах достаточно чистой.

Индекс Гуднайта-Уотлея (олигохетный индекс) в ручье составил 37%, что соответствует незначительному загрязнению (2-3 класс качества); в пруду – 25%, что свидетельствует об отсутствии загрязнения (1-2 класс качества). Согласно **модифицированному олигохетному индексу (Э. А. Пареле)** для малых рек, вода в ручье умеренно загрязненная, а в прудах – чистая.

Индекс Пареле D_I (для малых быстротекущих водотоков с разнообразной донной фауной) составил в ручье 0,34 – слабозагрязненная вода, а в прудах – 0,17 (чистая).

Индекс Майера. В изученных водоемах присутствовали обитатели чистых вод (личинки веснянок, поденок и ручейников), отсутствовали организмы средней чувствительности. В полном объеме были представлены обитатели загрязненных водоемов. Исходя из этого, индекс Майера в ручье равен 15 баллам,

в прудах – 12 баллам, что показывает умеренную загрязненность воды, 3-й класс качества.

Таким образом, анализируя качество воды в ручье и прудах по всему комплексу индексов, мы можем считать воду в ручье Светлый и его прудах достаточно чистой.

Выводы

1. В 2015 г. в структурной организации бентоценозов в ручье Светлый высокий индекс доминирования имеют несколько групп донных животных: сем. *Limoniidae*, сем. *Tubificidae*, сем. *Baetidae*, сем. *Limnephilidae*. Развитие зообентоса в прудах обеспечивается двумя доминирующими видами: личинками хирономид и олигохетами из сем. *Tubificidae*. Таким образом, в ручье формируется более разнообразное полидоминантное сообщество.
2. В динамике распределения биомассы и численности сообществ зообентоса по продольному профилю ручья Светлый и его прудов прослеживается тренд повышения этих характеристик от верхнего к среднему течению и снижения к нижнему течению.
3. В осенний период 2015 г. численность зообентоса прудов составила всего 30% от численности в летний период. Общая биомасса зообентоса в прудах осенью снижается и составляет 70% от биомассы проб летнего периода. Летом биомасса зообентоса в ручье меньше, она составила 84% от осенних проб, численность зообентоса изменилась в противоположном направлении – осенняя составила 83% от численности в летний период.
4. По количеству групп донных животных бентофауна в сборах 2013-2015 гг. отличаются незначительно. Таксономическое разнообразие за период исследований (2013-2015 г.) изменилось с 11 до 15 наименований. Среднемноголетняя биомасса зообентоса составила 6,4 г/ м². Величина по годам варьирует от 1,9 г/ м² до 14,1 г/м². Минимальное значение было отмечено в 2014 году. Максимальный показатель зафиксирован в 2013 году. Численность за рассмотренный период варьировала от в пределах от 416 экз./м² до 488 экз./ м².
5. По комплексу индексов (индекс Вудивисса, индекс Майера, индекс Гуднайта-Уотлея, индекс Пареле D₁) воду в ручье Светлый и его прудах можно считать достаточно чистой.

Литература

1. Allan J., Castillo M. Stream Ecology: Structure and function of running waters. : Springer Science & Business Media, 2007. 444 с.
2. Алексеевнина М.С. Методика сбора и обработки зообентоса водоемов и оценка их биологического состояния по биологическим показателям. Пермь, 2003. 49 с.
3. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб, Наука, 2000. 147 с.
4. Водные объекты и их роль в формировании экологической обстановки города Перми - Пермь, 2001. 76 с.
5. Гореликова Н.М. Олигохеты и пиявки. Животные Прикамья: Учебное пособие. – Пермь: «Книжный мир», 2001. С. 28-31.
6. Глаголев С.М., Чертопруд М.В. Летние школьные практики по пресноводной гидробиологии. Методическое пособие. М.: Добросвет, МЦНМО, 1999. 288 с.
7. Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера, водохранилища СССР, их фауна и флора. М., 1961.
8. Животные Прикамья: Учебное пособие. – Пермь: «Книжный мир», 2001. – 184 с.
9. Захаров Е.В. Сообщества макрозообентоса малых водоемов урбанизированных территорий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Самара – 2005. [Электронный ресурс]. URL: <http://earthpapers.net/soobschestva-makrozoobentosa-malyh-vodoemov-urbanizirovannyh-territoriy> (Дата обращения: 12.02.2016).
10. Зиновьев Е.А. Рыбы и беспозвоночные водоемов Прикамья: история изучения и библиография / Е.А. Зиновьев, В.Г. Костицын; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2011. 243 с.
11. Константинов А.С. Общая гидробиология. Учебник для биологических специальностей университетов. М.: Высшая школа, 1979. 480 с.
12. Липин А.Н. Жизнь пресных вод. – М.: Учпедгиз, 1950. – 337 с.
13. Одум Ю. Экология: в 2 т. / пер. с англ. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с., Т. 2. 376 с.
14. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. М., 1977, 376 с.
15. Особо охраняемые территории г. Перми: монография / Бузмаков С.А и др.; под ред. С.А. Бузмакова и Г.А. Воронова; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2012. – 204 с.

16. Паньков Н.Н. Веснянки, поденки, ручейники. Животные Прикамья: Учебное пособие. – Пермь: «Книжный мир», 2001. – с. 80-84; 90-95; 136-141.
17. Паспорт ООПТ «Балатовский пригородный лесной парк». Пермь, 1999.
18. Сибагатуллина А. М., Мазуркин П. М. Измерение загрязнённости речной воды (на примере малой реки Малая Кокшага). М.: Академия естествознания, 2009.
19. Шадрин Н.Ю. Моллюски. Животные Прикамья: Учебное пособие. – Пермь: «Книжный мир», 2001. С. 32-43.
20. Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2003. 592 с.
21. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология : методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
22. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. М., 1977, 376 с.

Приложения

Приложение 1

Структура донных сообществ ручья Светлый и его прудов в 2015 г.
N – численность (экз./м²); *B* – биомасса (г/м²); *P* – встречаемость (%)

Таксоны	Ручей				Запруды			
	N	B	P	Индекс доминирования	N	B	P	Индекс доминирования
Кл. Oligochaeta <i>сем. Lumbriculidae</i> <i>L. Variegatus</i>	25	0,01	17%	1,37	144	0,112	50%	9,29
<i>сем. Tubificidae</i>	255	0,21	83%	16,38	331	0,3	75%	19,26
<i>сем. Naididae</i> <i>род. Pristina</i>	—	—	—	—	2	0,004	13%	0,46
Кл. Hirudinea <i>сем. Glossiphoniidae</i> <i>Glossiphonia complanata</i>	2	0,004	17%	0,51	8	0,41	25%	4,34
Кл. Gastropoda <i>сем. Lymnaeidae</i>	12	2,1	34%	9,44	4	0,3	13%	2,46
Кл. Crustacea <i>о. Isopoda</i> <i>сем. Asellidae</i>	—	—	—	—	7	0,11	38%	3,07
Кл. Insecta о. Plecoptera <i>сем. Perlodidae</i>	6	0,004	17%	0,74	—	—	—	—
о. Ephemeroptera <i>сем. Baetidae</i>	38	1,312	67%	14,95	7	0,002	25%	0,66
о. Trichoptera <i>сем. Limnephilidae</i>	59	1,3	34%	13,67	16	0,1	13%	2,75
о. Coleoptera <i>сем. Scirtidae</i>	—	—	—	—	2	0,002	13%	0,34
о. Heteroptera	4	0,02	17%	1,11	—	—	—	—
о. Diptera								
<i>сем. Chironomidae</i>	138	0,12	50%	9,32	1361	1,7	88%	58,8
<i>сем. Limoniidae</i>	213	1,133	67%	25,28	4	0,01	13%	0,75
<i>сем. Ceratopogonidae</i>	—	—	—	—	2	0,001	13%	0,25
<i>сем. Psychodidae</i>	6	0,02	17%	1,22	—	—	—	—
Всего	758	6,19			1888	3,06		

Пространственная структура зообентоса в ручье Светлый и его прудах, 2015; численность (экз./м²)/биомасса (г/м²)

Состав	Станции, численность (экз./м ²)/биомасса (г/м ²)							
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Кл. Oligochaeta сем. Lumbriculidae <i>L. Variegatus</i>	76/ 0,08	50/ 0,02	75/ 0,075	—	425/ 0,3	—	—	—
сем. Tubificidae	—	33/ 0,02	225/ 0,25	514/ 0,03	187/ 0,7	248/ 0,15	104/ 0,05	160/ 0,26
сем. Naididae под. Pristina	—	8/0,01	—	—	—	—	—	—
Кл. Hirudinea сем. Glossiphoniidae <i>Glossiphonia complanata</i>	8/ 0,43	—	8/ 0,05	8/ 0,02	—	—	—	—
Кл. Gastropoda сем. Lymnaeidae	16/ 1,15	—	—	24/8,2	—	24/ 0,06	—	—
Кл. Crustacea о. Isopoda сем. Asellidae	16/ 0,52	—	12/0,2	—	—	—	—	—
Кл. Insecta о. Plecoptera сем. Perlodidae	—	—	—	—	—	—	—	24/ 0,02
о. Ephemeroptera сем. Baetidae	12/ 0,003	16/ 0,004	8/ 0,01	101/ 0,15	—	—	—	16/0,032
о. Trichoptera сем. Limnephilidae	64 0,08	12/ 1,8	—	213/ 1,3	—	—	—	—
о. Heteroptera	8/ 0,008	—	—	16/ 0,08	—	—	—	—
о. Coleoptera сем. Scirtidae	8/0,01	—	—	—	—	—	—	—
о. Diptera	232 /0,3	41 /0,1	50 /0,02	895 /2,63	3369 /4,24	1300 /2,04	480 /0,24	128 /0,3
сем. Chironomidae	232/ 0,3	16/ 0,01	50/ 0,02	520/ 0,5	3369/ 4,24	1300/ 2,04	456/ 0,2	24/ 0,02
сем. Limoniidae	—	25/ 0,08	—	375/ 2,13	—	—	16/0,032	80/0,2
сем. Ceratopogonidae	—	—	—	—	—	—	8/ 0,002	—
сем. Psychodidae	—	—	—	—	—	—	—	24/ 0,072
Всего	440 /2,6	160 /1,96	378 /0,603	1735 /12,41	3981 /5,24	1572 /2,25	584 /0,3	328 /0,61

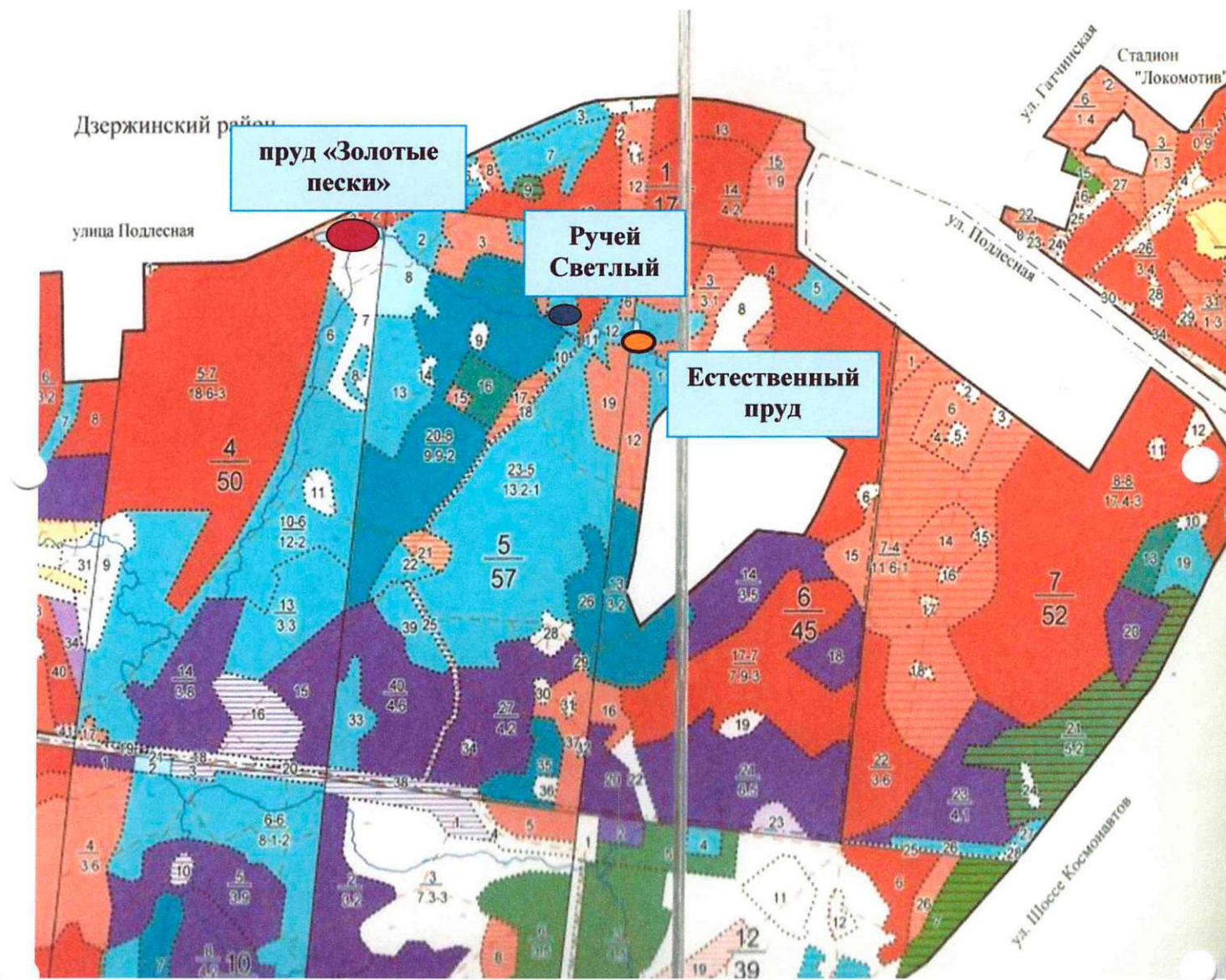
Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса в ручье Светлом и его прудах в 2015 г.; численность (экз./м²)/биомасса (г/м²)

Состав	Ручей		Пруды	
	Лето	Осень	Лето	Осень
Кл. Oligochaeta сем. Lumbriculidae <i>L. Variegatus</i>	50/0,0125	—	256/0,183	32/0,04
сем. Tubificidae	275/0,2	236/0,215	606/0,544	56/0,0315
сем. Naididae под. Pristina	—	—	—	4/0,0075
Кл. Hirudinea сем. Glossiphoniidae <i>Glossiphonia complanata</i>	—	40/0,297	—	16/0,816
Кл. Gastropoda сем. Lymnaeidae	—	24/4,124	—	8/0,576
Кл. Crustacea о. Isopoda сем. Asellidae	—	—	10/0,113	4/0,104
Кл. Insecta о. Plecoptera сем. Perlodidae	—	12/0,008	—	—
о. Ephemeroptera сем. Baetidae	37/0,0625	40/2,56	6/0,00125	8/0,002
о. Trichoptera сем. Limnephilidae	12/1,9	106/0,648	—	32/0,2
о. Coleoptera сем. Scirtidae	—	—	4/0,00313	—
о. Heteroptera	—	8/0,04	—	4/0,041
о. Diptera				
сем. Chironomidae	—	276/0,235	2043/2,716	680/0,675
сем. Pediciidae под Dicranota	200/2,575	—	—	—
сем. Limoniidae	375/2,125	52/0,14	—	8/0,016
сем. Ceratopogonidae	—	—	—	4/0,0012
сем. Psychodidae	—	12/0,036	—	—
Всего	974/6,95	806/8,303	2925/3,6	892/2,5182

Межгодовая динамика зообентоса в ручье Светлый и его прудах;
численность (экз./м²)/биомасса (г/м²)

Таксоны	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Кл. Oligochaeta сем. Lumbriculidae	6/0,01	—	82/0,07 8/0,01
сем. Tubificidae	—	194/0,28	73/0,06
сем. Naididae род. Pristina	—	—	1/0,002
Кл. Hirudinea сем. Glossiphoniidae Glossiphonia complanata	7/0,03	2/0,18	14/0,3 2/0,06
род. Erpobdella	—	—	12/0,22
Кл. Gastropoda сем. Lymnaeidae	18/3,39	6/0,48	1,2
Кл. Crustacea о. Isopoda сем. Asellidae	7/1,13	25/0,3	1/0,03
о. Amphipoda Gammarus sp.	13/0,75	—	—
Кл. Insecta о. Plecoptera сем. Perlodidae	394/8,8 25/0,03	179/0,68 —	343/1,8 3/0,002
о. Ephemeroptera сем. Baetidae	100/0,13	100/0,13	45/1,31
о. Trichoptera сем. Limnephilidae	150/6,13	1/0,02	34/0,21
о. Odonata подсем. Anizoptera	12/2,085	—	—
о. Heteroptera	—	—	3/0,02
о. Diptera	106/0,44	160/0,64	258/0,3
сем. Chironomidae	75/0,31	150/0,38	233/0,23
n/o. Chironominae род Chironomus	—	—	2/0,001
подсем. Tanypodinae	—	—	4/0,002
сем. Limoniidae	19/0,13	12/0,05	15/0,04
сем. Chaoboridae	—	4/0,03	—
сем. Ceratopogonidae	—	—	1/0,0003
сем. Simuliidae	—	2/0,15	—
сем. Psychodidae	6/0,0005	—	3/0,01
сем. Tipulidae	—	2/0,04	—
Всего	433/14,05	488/1,95	426/3,4

Карта Черняевского леса



Условные обозначения:

В 2014 году

- Станции № 4,5,6
- Станции № 1,2,3

В 2015 году



- Станции № 1,2,3
- Станции № 4,5,6
- Станции № 7,8

**Проектный тур регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников по экологии
в 2016-2017 году**

ФИО Азанова А.

Территория, ОО: г. Пермь, МАОУ "СОШ №132"

Название работы: Структура и распределение макрообъектов ручья Светлый и его прудов (ООПТ "Чернышевский лес"

Всего баллов за рукопись проекта и сообщение: 33  

шкала оценки рукописи проекта		
Показатели	Градации Баллы ^	
1. Обоснованность и актуальность темы проекта - целесообразность аргументов, подтверждающих актуальность темы проекта	обоснована; аргументы целесообразны	2
	обоснована; целесообразна часть	1
	не обоснована, аргументы отсутствуют	0
2. Конкретность, ясность формулировки цели, задач, а также их соответствие теме проекта	конкретны, ясны, соответствуют	2
	неконкретны, неясны или не соответствуют	1
	цель и задачи не поставлены	0
	явно нецелесообразна или отсутствует	0
3. Теоретическая значимость обзора - представлена и обоснована модель объекта, показаны её недостатки	модель полная и обоснованная	2
	модель неполная и слабо обоснованная	1
	модель объекта отсутствует	0
4. Значимость работы для оценки возможного экологического риска в рассматриваемой области	приведена оценка экологического риска	2
	оценка экологического риска частична	1
	нет оценки экологического риска	0
5. Значимость работы для снижения возможного экологического риска в рассматриваемой области	предлагаются мероприятия для снижения	2
	снижение риска рассматриваются фрагментарно	1
	снижение риска не рассматривается	0
6. Обоснованность методик доказана логически и/или ссылкой на авторитеты и/или приведением фактов	применение методик обосновано	2
	методики обоснованы не достаточно	1
	методики не обоснованы	0
7. Наглядность (многообразие способов) представления результатов - графики, гистограммы, схемы, фото	использованы все возможные способы	2
	использована часть способов	1
	использован только один способ	0
8. Дискуссионность (полемичность) обсуждения полученных результатов с разных точек зрения, позиций	приводятся и обсуждаются разные позиции	2
	разные позиции приводятся без обсуждения	1
	приводится и обсуждается одна позиция	0
9. Соответствие содержания выводов содержанию цели и задач	соответствуют; гипотеза оценивается	2
	частично; гипотеза только упоминается	1
	не соответствуют; гипотеза не оценивается	0
10. Оформление рукописи (введение, лит. обзор, материалы и методы, результаты, обсуждение, выводы, литература)	грамотно структурирована (все разделы)	2
	имеются не все разделы, неуд.список лит-	1
	оформлена небрежно	0

Всего баллов за рукопись проекта: 18

шкала оценки сообщений

Показатели		Градации	Баллы
выступление	1. Соответствие сообщения заявленной теме, цели и задачам проекта	соответствует полностью	2
		есть несоответствия (отступления)	1
		в основном не соответствует	0
	2. Структурированность (организация) сообщения, которая обеспечивает понимание его содержания	структурировано, обеспечивает	2
		структурировано, не обеспечивает	1
		не структурировано, не обеспечивает	0
	3. Культура выступления - чтение с листа или рассказ, обращенный к аудитории	рассказ без обращения к тексту	2
		рассказ с обращением к тексту	1
		чтение с листа	0
	4. Доступность сообщения о содержании проекта, его целях, задачах, методах и результатах	доступно без уточняющих	2
		доступно с уточняющими вопросами	1
		недоступно с уточняющими	0
	5. Целесообразность, инструментальность наглядности, уровень её использования	целесообразна	2
		целесообразность сомнительна	1
		не целесообразна	0
	6. Соблюдение временного регламента сообщения (не более 7 минут)	соблюден (не превышен)	2
		превышение без замечания	1
		превышение с замечанием	0
дискуссия	7. Чёткость и полнота ответов на дополнительные вопросы по существу сообщения	все ответы чёткие, полные	2
		некоторые ответы нечёткие	1
		все ответы нечёткие/неполные	0
	8. Владение специальной терминологией по теме проекта, использованной в сообщении	владеет свободно	2
		иногда был неточен, ошибался	1
		не владеет	0
	9. Культура дискуссии - умение понять собеседника и аргументировано ответить на его вопросы	ответил на все вопросы	2
		ответил на большую часть вопросов	1
		не ответил на большую часть вопросов	0

Всего за сообщение: 15