Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение

высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии

Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ М. И. Гладышев

подпись

«_____» _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

060301.10- Биология

Количественная оценка вылета хирономид соленого озера Шира

Научный руководитель	_____ подпись, дата	доцент, к.б.н. должность, учебная степень	Борисова Е. В. фамилия, инициалы
Выпускник	_____ подпись, дата	ББ15-03Б номер группы	Фролова И. В. фамилия, инициалы

Красноярск 2019

Содержание

Введение 2

Глава 1. Обзор литературы 4

1.1 Экологическая характеристика озера Шира 4

1.2 Температурный режим озера Шира 5

1.3 Сумма эффективных температур как показатель длительности развития амфибионтных насекомых 7

1.4 Значение хирономид в водных и наземных сообществах 8

1.5 Способы количественной оценки вылета амфибионтных насекомых ... 10

Глава 2. Материалы и методы ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.1 Методика сбора и учета имаго хирономид ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.2 Построение модели сезонного хода вылета хирономид **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3 Сравнение использованных методов расчетов ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Глава 3. Результаты исследования ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1. Сезонный ход температур озера Шира ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2 Сезонная динамика вылета имаго хирономид оз. Шира ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3. Сравнение методов расчета сезонного выноса биомассы имаго хирономид по воспроизводимости результатов ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.4 Анализ динамики вылета отдельных видов ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Список литературы 1

ПРИЛОЖЕНИЕ А ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Введение

Значение водной продукции в различных экосистемах, по сравнению с наземной, более значимо, особенно в зонах с засушливым климатом. Одними из таких значимых веществ являются полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Водные системы являются основным поставщиком ПНЖК на землю. Одним из способов переноса являются амфибионтные насекомые, в частности, хирономиды. Озеро Шира и Ширинская степь являются модельным объектом для оценки количественного переноса этих веществ. Величины биомассы вылетающих хирономид, в разные периоды сезона могут быть использованы в построении модели вылета для данной биосистемы.

Время появления имаго хирономид определяется количеством накопленных положительных температур данного сезона, в частности, температурами воды. Однако получение данных о температуре воды требует определенных сложных методов, к тому же эти данные не охватывают всего сезона, а сезонный ход температур воздуха является общедоступным благодаря наличию метеостанции на озере Шира, которое является курортной зоной. В модели целесообразно использовать температуру воздуха.

Скорость прохождения развития, сроки наступления отдельных стадий жизненного цикла и сроки вылета имаго у насекомых определяется количеством накопленных температур, необходимых для развития конкретного вида. Сезонный ход температур имеет межгодовые отличия, поэтому натурные данные о вылете хирономид одного года нельзя использовать для другого

Каждый вид хирономид характеризуется различными размерами, численностью, количеством генераций в течение сезона и т.д. но все это определяется тем, какое количество ресурсов ему предоставлено, т.е

продуктивностью бентосных сообществ озера. Величиной, характеризующей продуктивность, является суммарная биомасса имаго хирономид за весь сезон, следовательно, необходимо обобщение информации о динамике вылета разных видов.

Получение данных вылета имаго в течение всего сезона проблематично. Для этого производятся разные подходы к расчету недостающих данных в сезонном ряду. Выбор метода расчетов является методической проблемой.

Цель работы: получить сезонную модель выноса биомассы хирономид из озера Шира, учитывающую сезонный ход температур воздуха.

Задачи:

1) Выявить зависимость температуры воды от температуры воздуха;
2) Получить модель сезонного хода накопленных положительных температур;
3) Получить модель сезонной динамики вылета хирономид в зависимости от накопленных температур;
4) Рассчитать общий за сезон объем биомассы вылетевших комаров несколькими способами;
5) Сравнить методы расчета сезонного выноса биомассы имаго хирономид по воспроизводимости результатов.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Экологическая характеристика озера Шира

Озеро Шира, расположенное на юге Сибири (54˚30' с.ш., 90˚12' в.д.) в степной зоне Республики Хакасия в северной части Минусинской котловины, в настоящее время является солоноватым меромиктическим водоемом. (Толомеев и др., 2018; Rogozin et al., 2010) Песчаное дно озера составляет 360 м над уровнем моря. Площадь озера – 34,7кв. км, глубина – до 21,6 м, ширина 5 км, протяженность 9,4 км. Минеральный источник содержит слой пока еще не эксплуатируемой иловой грязи толщиной 86 см, запасы которого составляют 18,1 млн. куб. м. Донные отложения относятся к иловым сульфидным грязям, представляют собой черные и темно–серые с запахом сероводорода грязи. (Сутормина, 2014).

Озеро бессточное, в юго-восточной части в него впадает небольшая пресная речка Сон, дающая 80% годового притока. Начиная с 9-метровой глубины, на дне озера находятся грязевые отложения, мощность которых доходит до 1,4 метра. (Дроботов, 2014) Растительность представлена в основном степными, залежными, луговыми и болотными формациями. По берегам озера и в пойме реки Сон встречаются тростниковые заросли. Здесь же произрастают небольшие куртины ивняка. Небольшую площадь вдоль берега озера занимает березово-лиственничный перелесок паркового типа. Озеро имеет важное рекреационное значение, на его побережье расположен курорт, а также оно является одним из локальных центров биоразнообразия юга Сибири; часть прилегающей к озеру наземной экосистемы входит в территорию Хакасского государственного заповедника, на которой охраняются многие виды птиц, млекопитающих и некоторых насекомых. (Прокофьев, 1993)

Экосистема озера по числу видов и числу трофических уровней бедна. Зоопланктон представлен рачками *Gammarus lacustris Sars* (Crustacea; Amphipoda) и коловратками *Brachionus plicatilis Müller* (Rotifera; Monogononta; Ploimida) и *Hexarthra oxyuris Zernov* (Rotifera; Eurotatoria; Floscullariaceae),

доминирующими по численности в летнее время. Сообщество микроводорослей в пределах глубинного максимума в основном представлено двумя отделами – Cyanobacteria и Chlorophyta. При этом клетки зеленых водорослей, как правило, занимают верхние горизонты, а цианобактерии располагаются ниже и проникают в сероводородную зону. В юго-восточной части озера в устье небольшой пресной речки Сон зарегистрировано присутствие серебряного карася (*Carassius auratus gibelio Bloch*). (Дроботов, 2014) Так же в озере обитают личинки амфибионтных насекомых, входящих в состав биомассы, как водоема, так и суши по достижении стадии имаго. На озере Шира характерным представителем таких насекомых является семейство Хирономиды (Chironomidae) отряда Двукрылые (Diptera). (Makhutova, 2014)

1.2 Температурный режим озера Шира

Температура воды – важнейший фактор, влияющий на протекающие в водоеме физические, химические, биохимические и биологические процессы. Ключевым фактором, определяющим начало массового выплода амфибионтных насекомых, является сезонный подъем температуры воды (Fureder et al, 2005). Температура воды в водоеме является результатом нескольких одновременно протекающих процессов, таких, как солнечная радиация, испарение, теплообмен с атмосферой, перенос тепла течениями, а также турбулентным перемешиванием вод. (Константинов, 1986)

В теплое время года при постепенном повышении температуры воздуха температура поверхностной воды начинает повышаться, и эта вода, более теплая и легкая, остается на поверхности. Когда разность температур поверхностных и глубинных слоев увеличивается, ветровая циркуляция начинает захватывать только поверхностный слой. Наступает период летней температурной стратификации, или летней стагнации. (Рогозин, 2014) В периоды стагнаций четко выделяются три слоя: верхний (эпилимнион) с наиболее резкими сезонными колебаниями температуры воды, средний

(металимнион или термоклин), в котором происходит резкий скачок температур, и придонный (гиполимнион), в котором температура в течение года изменяется слабо. (Константинов, 1986) С наступлением осени и понижением температуры воздуха охлаждаются и поверхностные слои озера. При этом вода становится тяжелее и опускается, возникает конвекция, и постепенно происходит охлаждение всего эпилимниона. Снижение температуры продолжается и дальше, и перемешивание постепенно захватывает все более глубокие слои сначала термоклина, а затем и гиполимниона. Этому в большой мере способствует ветер. Наконец, вода озера принимает одинаковую температуру и плотность. Наступает осенняя гомотермия: вода свободно перемешивается от поверхности до самого дна, и свойства ее выравниваются во всей толще. (Зилов, 2009)

Понижение температуры воздуха в начале зимы ведет к снижению температуры воды до +4˚ С. При дальнейшем охлаждении плотность воды начинает снижаться, и при отсутствии ветровых циркуляций более легкая и холодная вода остается на поверхности. По сравнению с периодом летней стратификации, температурные условия получаются как раз обратными – зимой более теплая вода находится у дна, а более холодная - у поверхности, но что касается плотности воды, то закономерность сохраняется - более легкая вода находится у поверхности. Наконец, образование льда окончательно изолирует озеро от атмосферного воздействия и ветровых перемешиваний, и все озеро в целом становится похожим на гиполимнион в период летней стратификации. (Рогозин, 2014)

Годовые и суточные изменения температуры воды на поверхности и глубинах определяются количеством тепла, поступающего на поверхность. Суточные колебания температуры могут составлять несколько градусов и обычно наблюдаются на небольшой глубине. На мелководье амплитуда колебаний температуры воды близка к перепаду температуры воздуха. (Общая гидробиология, 2011) Известно, что в период открытой воды температура воды озер в значительной степени коррелирует с температурой воздуха. (Livingstone,

1998) Самая сильная связь между температурой воздуха и температурой воды наблюдается на небольших и средних глубинах, а по мере увеличения глубины их связи становятся слабее. (Жукова и др., 2014)

Таким образом, в исследуемом водоеме на температуру воды в период вегетации в значительной мере влияет температура воздуха, что определяет длительность развития и сроки вылета амфибионтных насекомых.

1.3 Сумма эффективных температур как показатель длительности развития амфибионтных насекомых

Насекомые относятся к животным с непостоянной температурой тела. Их развитие, размножение, поведение возможны лишь в пределах определенного диапазона температур, более или менее специфичных для каждого вида. При температурах ниже или выше этих пределов наступает холодовое или тепловое оцепенение, а затем и смерть организма. Верхние и нижние границы температур, в пределах которых возможно развитие того или иного вида, называют порогами развития, а температуры, лежащие выше нижнего порога и не выходящие за пределы верхнего порога, получили название эффективных температур. (Бей-Биенко, 1980; Замотайлов и др., 2009)

Для завершения своего развития каждому виду насекомого необходимо определенное количество тепловой энергии, т.е. какая-то постоянная для данного вида сумма эффективных температур. (Бей-Биенко, 1980) Известна видовая специфика зависимости развития разных видов хирономид от суммы эффективных температур, необходимой для завершения личиночной стадии (Клишко, 2003) Например, для вида *Cricotopus salinofilus* сумма эффективных температур, необходимая для достижения стадии имаго, равна 434,25°С, а для вида *Cricotopus salinarius* эта сумма составляет 855°С. (Головатюк, 2015)

У всех видов насекомых умеренной зоны нижний порог развития находится в диапазоне температур выше 0°С. В зимний период, когда температура ниже 0°С, личинки амфибионтных насекомых находятся в

оцепенении и их развитие приостановлено. Весеннее поднятие температур становится синхронизирующим фактором для начала развития личинок по мере достижения температур нижнего порога развития, свойственного каждому виду. Значит, универсальным показателем времени развития любых видов амфибионтных насекомых будет являться сумма положительных температур от начала сезона.

1.4 Значение хирономид в водных и наземных сообществах

Хирономиды (*Chironomidae*), или комары-звонцы, – многочисленное семейство подотряда Длинноусых (*Nematocera*) отряда Двукрылых (*Diptera*) класса Насекомых (*Insecta*). Название комар получил из-за характерного звука, который получается из-за того, что комар машет крыльями до 1000 взмахов в секунду. (Байкал, 2009) Это огромное семейство, распространенное всесветно; наиболее южные и северные местонахождения двукрылых в Антарктике и Арктике принадлежат хирономидам. В Арктике хирономиды составляют доминирующую группу насекомых. В мировой фауне описано около 6000 видов из более чем 300 родов, в Палеарктике известно около 1300 видов из 178 родов. В фауне России – не менее 600 видов. (Нарчук, 2003)

Практическое значение этой группы беспозвоночных для человека велико. Личинки хирономид используются в аквакультурах как корм для рыб. Также личинки этих комаров широко применяются в лабораторных исследованиях цитогенетиками и молекулярными биологами. (Линевич, 1981) Установлено, что комары-звонцы в период массового вылета и их личинки могут вызывать аллергические реакции у людей. (Определитель насекомых Дальнего Востока России, 2006)

В природе хирономиды, а именно их личинки, имеют ведущее значение в функциональной роли донных и пелагических сообществ водной экосистемы: являются ценным кормовым объектом для бентосоядных рыб и беспозвоночных; являются активными участниками процессов самоочищения.

(Зинченко, 2011) Поэтому они надежно зарекомендовали себя как индикаторы при трофической классификации озер, а также при проведении токсикологических исследований. (Зинченко, 2005; Балушкина, 1976; Saether, 1975, 1979) Имаго хирономид входят в состав пищевой цепи насекомоядных обитателей суши.

Хирономиды являются амфибиотическими насекомыми с полным типом превращения, их личинки перед превращением во взрослую особь (имаго) проходят стадию куколки. Это мелкие и средней величины комары (до 10 мм) с зеленой, серой, желтой или черной окраской тела. Имаго самцы отличаются от самок более стройным телом, меньшей массой, густо оперенными антеннами головы, передними лапками с более длинными волосками, строением гениталий. Взрослые комары часто образуют большие, хорошо заметные рои. Имаго живут от нескольких дней до нескольких недель, обычно не питаются, хотя могут потреблять нектар и медвяную росу. Самки погибают сразу после откладки яиц. (Нарчук, 2003)

В стадии личинки хирономиды проводят большую часть жизни, от 2 недель до 2 лет. Личинки имеют червеобразное, длиной до 2,5 см, сегментированное тело (3 грудных, 9–10 брюшных сегментов), хорошо развитую голову и 2 пары подталкивателей на переднем и заднем концах. По бокам головы расположены глаза, на передней части – антенны, снизу – ротовая полость. На последнем сегменте находятся 2 пары анальных папилл и 2 анальные кисточки. У ряда видов на 7 и 8 брюшных сегментах имеются латеральные (1 пара) и вентральные (1–2 пары) отростки. Личинки бывают ярко-красного цвета (из-за наличия гемоглобина), серовато-зеленого и др. Куколки отличаются расширенным грудным отделом (головогрудь), спереди которого расположены дыхательные органы в виде пучка серебристых нитей. Брюшко состоит из 9 сегментов и заканчивается анальным плавником из 2 лопастей. (Нарчук, 2003) Личинки составляют важнейший компонент водных экосистем. Их популяции довольно многочисленны, иногда численность доходит до многих тысяч экземпляров на квадратный метр дна. Живут они в

придонном иле на глубине до 300 метров. Личинки строят трубочки из ила или растительного детрита или живут свободно. (Жизнь животных, 1984) Питаются как фильтраторы детритом, иловыми частицами, водорослями; некоторые минируют высшие водные растения; немногие – хищники. Различные виды заселяют разные водные биотопы, специфика которых определяется типами грунта, режимами водотока. (Байкал, 2009) Перед окукливанием личинки перестают питаться, теряют активность. Стадия куколки хирономид проходит в течение 1-2 суток. После прохождения метаморфоза куколки обретают подвижность, активно плавают, изгибая тело. Куколки перемещаются от мест обитания личинок к местам выплода имаго на поверхность озера. После выхода из куколки на воде имаго расправляется, покровы твердеют. Окрылившиеся особи направляются к берегу и собираются на прибрежной растительности.

Чтобы оценить продуктивность водоема нужно выбрать стадию развития хирономид, места и способы их учетов. Для решения этой методической проблемы необходимо проанализировать статьи и другие научные работы по данной теме.

1.5 Способы количественной оценки вылета амфибионтных насекомых

Для оценки выноса продукции водоема в наземные экосистемы необходимо произвести отлов и учет амфибионтных насекомых. Выбор методики учета имаго амфибионтных насекомых является методической проблемой. Для разработки и оптимизации методики оценки вылета хирономид из озера Шира, были проанализированы три статьи.

Во всех статьях проводился количественный учет вылетающих имаго хирономид водными ловушками с заменяемыми имагоуловителями. Ловушки располагались на станциях, которые соответствовали определенным типам грунтов. (Демина и др., 2013; Borisova et al., 2016; Makhutova et al., 2017) Этот подход можно использовать для нашей работы – дно исследуемого водоема представлено тремя типами грунтов. В качестве первичных данных использовались количество пойманных экземпляров имаго комаров и их масса

с учетом пола и вида. (Borisova et al., 2016; Makhutova et al., 2017) Это тоже можно использовать в нашей работе. Также в статьях был использованы подходы с построением модели сезонного хода температур, характерного для места наблюдения, расчет среднесуточной и суммарной за сезон биомассы вылетевших насекомых отдельно для каждой станции, а также ранжирование значений биомассы по показателям температур отдельно для каждой станции для получения графиков динамики вылета в течение вегетационного сезона в зависимости от суммы положительных температур на данные сутки. (Borisova et al., 2016; Makhutova et al., 2017) Эти мероприятия также подходят в качестве методов, которые будут использоваться для проведения этой работы.

Выводы

1.Установлена высокая степень корреляции (0,98) накопленных температур воды (для глубин 1 м и 3 м) и воздуха озера Шира, что позволяет использовать сезонный ход накопленных положительных температур воздуха в качестве временного показателя в модели сезонного вылета хирономид озера.

2. По усредненным многолетним данным метеостанции была построена модель сезонного хода накопленных положительных температур воздуха для озера Шира;

3. По данным трех лет учетов (на примере третьей станции, глубины 1 м) был построен модельный ряд выноса биомассы хирономид в зависимости от сезонного хода накопленных температур воздуха;

4. Общий за сезон объем биомассы вылетевших комаров различается в зависимости от способа расчета. Способ с подстановкой значений линейной регрессии дает более стабильные в разные сезоны результаты, общий за сезон объем биомассы полученный этим способом ниже традиционно применяемого подстановки среднего значения.

5. Установлено, что помимо температуры, существует ряд других факторов, влияющих на ход фенологических явлений в данном водоеме, однако подход с использованием графиков зависимости нормированного ряда накопленной биомассы от температуры позволяет увидеть динамику вылета и сравнивать ее ход в разные сезоны;

6. Для расчета общей биомассы рекомендуется использовать данные учетов разных лет для дополнения друг друга, накладывая их на единую температурную модель. Для подстановки недостающих данных целесообразно использовать значения линейной регрессии.

Список литературы

1. Архив погоды в Шира. [Электронный ресурс]: rp5.ru. Расписание погоды. – Режим доступа: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Шира.

2. Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник / Байкальский институт природопользования СО РАН ; (отв. ред. чл.-корр. А. К. Тулохонов) – Улан-Удэ : ЭКОС: БНЦ СО РАН, 2009. – С. 127-128.

3. Балушкина Е.В. Хирономиды как индикаторы степени загрязнения воды//Методы биологического анализа пресных вод. / Е. В. Балушкина – Ленинград, 1976. – С. 106-118.

4. Бей-Биенко, Г. Я. Общая энтомология: учебник / Г. Я. Бей-Биенко. – Москва: Высшая школа, 1980. – 416 с.

5. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для прикладного бакалавриата / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2014. — 479 с.

6. Головатюк, Л. В. Биологические характеристики массовых видов хирономид *Cricotopus salinofilus* и *Cricotpus salinarius* из соленых рек Приэльтонья: жизненные циклы, удельная продукция / Л. В. Головатюк, Т. Д. Зинченко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – №4. – С. 210-214.

7. Демина И. В. Структура и динамика потоков вещества и энергии, формируемых при вылете имаго гетеротопных насекомых через границу «вода – воздух» пойменных озёр р. Волга / И. В. Демина, М. В. Ермохин, Н. В. Полуконова // Известия Саратовского ун-та. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2013. – Том 13. – Вып. 3. – С. 85-93.

8. Дроботов, А. В. Пространственная структура и несинхронные вертикальные миграции зоопланктона в стратифицированном

меромиктическом озере: дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: 03.02.10 / Дроботов Антон Владимирович. – Красноярск, 2014. – 135с.

9. Жизнь животных. Том 3. Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры / под ред. М. С. Гилярова, Ф. Н. Правдина, гл. ред. В. Е. Соколов. — 2-е изд. — Москва: Просвещение, 1984. – 463 с.

10. Жукова, Т. В. Температурный режим Нарочанских озер на фоне многолетних климатических изменений / Т. В. Жукова, Н. П. Радчикова, Б. В. Адамович, Т. М. Михеева, Ю. К. Верес, А. Б. Медвинский // Вестник БГУ. Биология. – 2014. – № 2. – С. 26-35.

11. Замотайлов А.С. Экология насекомых / А. С. Замотайлов, И.Б. Попов, А.И. Белый // Краткий курс лекций. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – 184 с.

12. Зилов Е.А. Гидробиология и водная экология. Организация, функционирование и загрязнение водных систем // Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2009. – 147 с.

13. Зинченко, Т**.** Д**.** Биондикация как поиск информативных компонентов водных экосистем **(**на примере хирономид **–** Diptera, Chironomidae**)** / Т. Д. Зинченко **//** Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2005. – Вып. 3. – С. 338-359

14. Зинченко, Т. Д. Эколого-фаунистическая характеристика хирономид (Diptera, Chironomidae) малых рек бассейна Средней и Нижней Волги: атлас / Т. Д. Зинченко. – Волгоград: Кассандра, 2011. – 258 с.

15. Клишко, О.К. Влияние факторов среды на продукцию личинок хирономид в разнотипных озерах Забайкалья / О. К. Клишко // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2003. – Вып. 2. – С. 127-134.

16. Ковариационный анализ (ANCOVA). [Электронный ресурс]: WebResearch. – Режим доступа: http://www.datuapstrade.lv/rus/spss/section_17/4/.

17. Константинов А.С. Общая гидробиология // Изд.4-ое. Москва: Высшая школа, 1986. – 472 с.

18. Линевич, А.А. Хирономиды Байкала и Прибайкалья / А.А. Линевич. – Новосибирск : Наука, 1981. – 152с.

19. Нарчук, Э. П. Определитель семейств двукрылых насекомых (Insecta: Diptera) фауны России и сопредельных стран (с кратким обзором семейств мировой фауны)/ Э. П. Нарчук. – Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН, 2003. – 252 с.

20. Общая гидробиология [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Сиб. федерал. ун-т ; сост.: З. Г. Гольд, В. М. Гольд. - 2-е изд., перераб. // Красноярск: СФУ, 2013. - 158 с. – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/free/i-197926.pdf

21. Определитель насекомых Дальнего Востока России (под общей редакцией А.С. Лелея). Том VI. Двукрылые и блохи. Часть 4. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 936 с.

22. Прокофьев, С.М. Природа Хакасии: пособие / С. М. Прокофьев. – Абакан: Хакасское кн. изд-во, 1993. – 205 с.

23. Рогозин, Д. Ю. Закономерности стратификации и пространственная динамика фототрофных серных бактерий в меромиктических озерах Хакасии: дис. на соискание ученой степени д-ра биол. наук: 03.02.10 / Рогозин Денис Юрьевич. – Красноярск, 2014. – 425 с.

24. Сутормина, Л.В. Влияние разового и курсового введения минеральной воды озера Шира Хакасии, в зависимости от фоновой секреции, на функциональную активность желудка собак (Электронный ресурс) / Л. В. Сутормина // Биометрика – Электрон. журн. – Томск, 2014. Режим доступа: http://www.biometrica.tomsk.ru/sutorm.htm.

25. Толомеев, А.П.Характеристика таксономического состава и биомассы зообентоса соленого озера Шира: изменения, произошедшие за 65 лет / А.П.

Томомеев, С.П. Шулепина, О.Н. Махутова, А.В. Агеев, А.В. Дроботов, Н.Н. Сущик //Научный журнал СФУ. Биология. – 2018. – С. 1-17.

26. Borisova E. V. Fluxes of biomass and essential polyunsaturated fatty acids from water to land through chironomid emergence from a mountain lake / E.V. Borisova, O.N. Makhutova, M. I. Gladyshev, N. N. Sushchik // Contemporary Problems of Ecology. – 2016. – Volume 9 (№4). – P. 446-457.

27. Fureder, L. Longitudinal and seasonal pattern of insect emergence in alpine streams / L. Fureder, M. Wallinger, R. Burger // Aquatic Ecology. – 2005. – Vol. 39. – P. 67–78.

28. Livingstone, D. M. The relationship between air and water temperatures in lakes of the Swiss Plateau: a case study with paleolimnological implications / D. M. Livingstone, A. Lotter // Journal of Paleolimnology. – 1998. – Vol. 19. – P. 181–198.

29. Makhutova, O. N. Fatty acid composition and content in chironomid species at various life stages dominating in a saline Siberian lake / O. N. Makhutova, E.V. Borisova, S.P. Shulepina, A.A. Kolmakova, N.N. Sushchik // Contemporary Problems of Ecology. – 2017, - Volume 10, - Issue 3, - P. 230-239.

30. Rogozin D. Y., Genova, S. N., Gulati R. D., Degermendzhy, A. G. Some generalizations based on stratification and vertical mixing in meromictic Lake Shira, Russia, in the period 2002–2009 //Aquatic ecology. – 2010. – V. 44 (№ 3). - P. 485-496.

31. Saether O.A. Chironomid communities as water quality indicators // Holarctic Ecology. – 1979. – Vol. 2. – P. 65–74.

32. Saether O.A. Nearctic chironomids as indicators of lake typology // Verb. Int. Ver. Limnol. – 1975. – Vol. 19. – P. 3127-3133.

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение

высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии

Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ М. И. Гладышев

подпись

«28» июня 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

060301.10- Биология

Количественная оценка вылета хирономид соленого озера Шира

Научный руководитель	27.06.2019 подпись, дата	доцент, к.б.н. должность, учебная степень	Борисова Е. В. фамилия, инициалы
Выпускник	27.06.2019 подпись, дата	ББ15-03Б номер группы	Фролова И. В. фамилия, инициалы

Красноярск 2019