

ВЛИЯНИЕ ГОРНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА НАЗЕМНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ЗЕЙСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Игнатенко Елена Валерьевна

к.б.н., ведущий научный сотрудник
ФГБУ «Зейский государственный природный заповедник», Зeya
zzap@mail.ru

Аннотация. Приведены данные 10-летних учётов беспозвоночных, обитающих в лесной подстилке и летающих насекомых в разных точках по берегам горного холододоводного водохранилища, граничащего с территорией Зейского заповедника. Выявлены отклонения сроков развития насекомых на берегах водохранилища в весенний и осенний периоды по сравнению с удалённой территорией. Показано значительное влияние температуры и осадков текущего сезона на количество беспозвоночных.

Ключевые слова: беспозвоночные, влияние, Зейский заповедник, Зейское водохранилище, насекомые, учёты.

В 1974–1980 годах заполнялось ложе Зейского водохранилища при возведении Зейской ГЭС. В настоящее время «живой» участок реки Гиллой, одноименный залив и участок Зейского водохранилища образуют северо-восточную границу Зейского заповедника и оказывают катастрофическое воздействие на биоту заповедной долины.

Работы выполнены в Зейском заповеднике в долине реки Гиллой (участок «живой Гиллой», склон с лиственнично-берёзовым с брусничкой лесом и кустарниковым подлеском в долине реки Нижний Чимчан) и Гиллойского залива Зейского водохранилища (участок «зона влияния водохранилища», склон с лиственнично-берёзовым лесом с брусничкой и кустарниковым подлеском в 50–100 м от уреза воды у к. «Медвежий»). Изучали влияние большого горного холододоводного водоёма на животный мир, в данном случае на мезофауну почвенных беспозвоночных в условиях севера Амурской области. Исследования начаты в 2010 году, в сообщении представлен анализ части материалов за 2011–2020 годы.

Заповедник расположен в восточной части хребта Тукурингра на участке между р. Гиллой и автодорогой «Зeya – Золотая Гора» в 13 км к северу от г. Зeya. Территория заповедника вытянута с юго-востока на северо-восток на 60 км, при средней ширине 25 км. Рельеф горный, резко расчлененный, перепады высот от 224 до 1442 м н.у.м. со склонами до 50–70°, с узкими глубоковрезанными речными долинами и платообразными, выровненными поверхностями водоразделов. Входит в состав Алдано-Охотской горной страны. По признакам почвенно-географического районирования заповедник относится к Амурской муссонной фации с широким распространением бурых таежных почв и подбуров

(Шапино, 1984). Территория заповедника находится на границе южной и средней подзоны хвойных лесов, в целом растительность можно охарактеризовать как горно-тундрово-бореальный комплекс. На территории заповедника встречаются представители восточно-сибирской, охотско-камчатской, маньчжурской и дауро-монгольской флоры. Ведущая роль принадлежит лесным сообществам. По зоогеографическому районированию территория заповедника характеризуется сочетанием комплексов: восточно-сибирского и охотского, маньчжурского, дауро-монгольского и высокогорного.

Материал и методика исследования. Сборы подстилочных беспозвоночных выполняли при помощи почвенных ловушек Барбера (Грюнталь, 1983) в самое благоприятное в данных климатических условиях время – первая декада июля – первая декада августа. Ловушки располагали в линию на расстоянии 5 м в количестве 50 штук, открывали на двое суток (Игнатенко, Павлова, 2012). В качестве фиксатора применяли 4,5–5% раствор уксусной кислоты (около 100 мл в банку-ловушку). Для анализа использованы сведения, собранные в первой декаде июля на двух участках, которые расположены в схожих биотопах (лиственнично-березово-рододендроновый лес) и одинаковой экспозиции на расстоянии около 50 км один от другого: «живой Гиллой» и «зона влияния водохранилища». Собранных беспозвоночных сливали через сито, фиксировали в жидкости Удеманса, в камеральных условиях определяли до отряда (всего 10136 экз. беспозвоночных). В сборах одновременно присутствовали представители (личинки и взрослые стадии) из 5–14 отрядов: Oisthopora, Juliformia, Lithobiomorpha, Polidesmida, Geophilomorpha, Acariformes, Opiliones, Aranei, Collembola, Siphonaptera, Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Hemiptera, Siphonaptera.

Кроме подсчета количества беспозвоночных на уровне отрядов в пробах, суммарного количества беспозвоночных в каждой пробе, были рассчитаны показатели группового разнообразия напочвенной мезофауны каждой пробы – индексы макротаксономического богатства (d_{od}) и макротаксономического разнообразия (H_{od}) (Емец, 2008). За одну пробу приняли сборы случайно собранных беспозвоночных с одной линии, состоящую из 100 ловушко-суток.

Изучение сезонной динамики летающих насекомых выполняли при помощи самодельных ловушек Малеза (Терёшкин, Шляхтёнок, 1989; Игнатенко, 2013) с 2009 г. по 2021 г. Ловушки устанавливали в мае, снимали в начале октября при наступлении отрицательной среднесуточной температуры воздуха. Фиксатор меняли один раз в 7 дней. Собранных насекомых определяли до отряда (Ephemeroptera, Orthoptera, Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Neuroptera, Diptera, Hymenoptera, Megaloptera, Trichoptera, Lepidoptera, др.), бабочек, перепончатокрылых, двукрылых до семейства. Для анализа использованы сборы из двух мониторинговых ловушек, расположенных на склоне, обращенном в долину Гиллойского залива Зейского водохранилища («Тёплый») и на участке,

расположенном на противоположном макросклоне хребта Тукурингра («Большая Эракингра»). Так же, как для беспозвоночных были рассчитаны индексы макротаксономического богатства и разнообразия.

Результаты и обсуждение. Всего было собрано 10136 экз. беспозвоночных из 18 отрядов. Количественно преобладали сборы из зоны влияния водохранилища, по богатству таксонов и разнообразию видов в них преобладал участок, не затронутый влиянием водохранилища (в среднем представители из 12 отрядов против 10 на берегу водохранилища), что подтверждают наблюдения, полученные ранее (Игнатенко, 2010). В 2014, 2017 годах количество собранных беспозвоночных в зоне влияния водохранилища было значительно меньше, мы связываем это с подтоплением участка – высоким уровнем воды в водоёме в предыдущем сезоне (таблица). Для «живого Гилюя» отмечено снижение количества собранных беспозвоночных в годы с большим количеством осадков (2013, 2015, 2018).

Собранные данные подвергнуты статистическому анализу (рис. 1) для выяснения влияния на сообщества беспозвоночных животных, расположенных вблизи водохранилища (окрестности кордона Медвежий в смешанном хвойно-мелколиственном лесу с подлеском) и реки Гилюй (участок «живой Гилюй» – окрестности кордона Нижний Чимчан в смешанном хвойно-мелколиственном лесу с подлеском), температуры и осадков (Плохинский, 1970; Емец, 2008). Принимаем, что беспозвоночные развиваются на протяжении нескольких лет, в связи с этим для анализа выбраны суммы положительных суточных температур воздуха за период выше +10 °С нарастающим итогом за текущий сезон (по данным ГМО г. Зезя) и отдельно взята сумма положительных суточных температур воздуха за период выше +10°С нарастающим итогом за предыдущий сезон и по первую декаду июля текущего сезона. Количество осадков (в мм) взято также за текущий период с мая по первую декаду июля и отдельно суммированы все осадки начиная с мая предыдущего года по первую декаду июля текущего года. В зоне влияния водохранилища температура воздуха за текущий год и осадки текущего и предыдущего года явно влияют на количество беспозвоночных, значение корреляции составляет более 0,6–0,7. На «живом Гилюе» температура воздуха не оказывает такого сильного воздействия (>0,3). Имеется значительная корреляция с осадками текущего года у индексов макротаксономического богатства и разнообразия для «живого Гилюя» (0,69–0,78), влияния погодных условий прошлого года не проявляется (0,03–0,3). Оценка достоверности с помощью критерия Стьюдента показала недоказанность существования различия между этими двумя участками (0,8–1,8 по таблице значения t при различной значимости), при имеющейся выборке и уровне значимости 0,05. Тем не менее, очевидна разница в количестве собираемого материала (выделяются жуки и перепончатокрылые) и наличие корреляции показателей с погодными условиями в зоне влияния водохранилища (усиливаются факторы погодных условий).

Показатели учётов (2012–2020 гг.) беспозвоночных почвенными ловушками на двух участках (зона влияния водохранилища и «живой Гиллюй») в Зейском заповеднике

Год	Зона влияния водохранилища			«Живой Гиллюй»		
	кол-во б/п	d_{od}	H_{od}	кол-во б/п	d_{od}	H_{od}
2011	600	3,6	0,626	377	4,27	0,751
2012	955	3,691	0,532	539	4,759	0,749
2013	581	3,979	0,526	152	2,75	0,541
2014	262	4,549	0,753	445	2,644	0,589
2015	935	2,693	0,395	248	5,429	0,872
2016	740	3,137	0,555	269	4,11	0,594
2017	443	3,779	0,644	489	3,718	0,538
2018	584	2,892	0,522	242	3,356	0,639
2019	551	4,013	0,738	564	4,362	0,582
2020	738	2,441	0,485	251	4,584	0,652
Среднее ± m (ошибка)	638,9± 66,972	3,477± 0,21	0,5776± 0,035	357,6± 44,972	3,9982± 0,258	0,6507± 0,034

Кроме того, в июле стабильно отмечалось большее количество личинок жуков (*Silphidae*, *Staphylinidae*, *Carabidae*), составлявших значительную долю биомассы в пробах из зоны влияния водохранилища по сравнению с «живым Гиллюем». Индексы макротаксономического богатства (d_{od}) и разнообразия (H_{od}) были, как правило, выше на «живом Гиллюе» (таблица).

Исследовали влияние Зейского водохранилища на летающих насекомых с помощью ловушек Малеза (Игнатенко, 2013) на двух участках заповедника, которые расположены в юго-восточной экспозиции по разные стороны хребта Тукурингра: один участок расположен в долине р. Большая Эракингра вдали от водохранилища, другой – в 200 м от береговой линии залива Тёплый Зейского водохранилища (рис. 2А, Б). Биотопы различны (хвойно-широколиственный (Тёплый) на склоне и хвойно-мелколиственный лес в долине реки). Динамика лета и число пиков количества насекомых различны. Но известно, что сезонная динамика летающих насекомых на одних и тех же участках, выраженная через количество собранного материала, не одинакова из года в год, находится в тесной зависимости от температуры (Пестов, 2015), количества осадков (Игнатенко, 2013). За сезон (с конца мая по начало октября) одна ловушка собирала до 25 тыс. насекомых (в среднем около 15 тыс. экз.) из 8–15 отрядов, иногда в неё попадали и пауки, и почти никогда стрекозы. Богатство и разнообразие энтомофауны в одном и том же биотопе, а также активность лёта насекомых зависели от погодных условий нескольких лет, на протяжении которых происходило развитие насекомого: от суммы положительных температур и количества выпадающих осадков. Как правило, продолжительный умеренно тёплый вегетационный сезон с большим количеством осадков выше среднего характеризовался 4–5 пиками

лѐта насекомых и отрицательным трендом численности к концу сентября. Наибольшее количество в сборах было представлено двукрылыми (Diptera) – 50–80%, они же в течение лета давали пики численности (рис. 2А, Б). В некоторые годы вторыми по численности бывали чешуекрылые (Lepidoptera), перепончатокрылые (Hymenoptera), полужесткокрылые (Hemiptera) – до 10–18%. В отдельные годы удавалось отследить лѐт амфибиотических насекомых (Plecoptera, Ephemeroptera, Megaloptera, Trichoptera) как на берегу водохранилища, так и в долине реки. Во все годы учётов количество представителей отрядов на участке, удалѐнном от водохранилища было выше (12–14 по сравнению с 9–11 отрядами), как правило, количество собранных насекомых также было больше.

Было замечено, что весной со времени схода снежного покрова фенологические явления у растений вблизи водохранилища (склон, обращѐнный к водоѐму) запаздывали по сравнению с другой частью заповедника в разные годы на 10–14 дней (архивный каталог, неопубликованные данные). Вместе с растениями задерживалось развитие насекомых, проявляющееся в невысокой их численности и небольшом богатстве отрядов. В осеннее время сказывалось отепляющее влияние большой массы воды, показательным была высокая численность двукрылых на берегу водоѐма (в качестве примера приведены данные за 2020 г., (рис. 2А, Б).

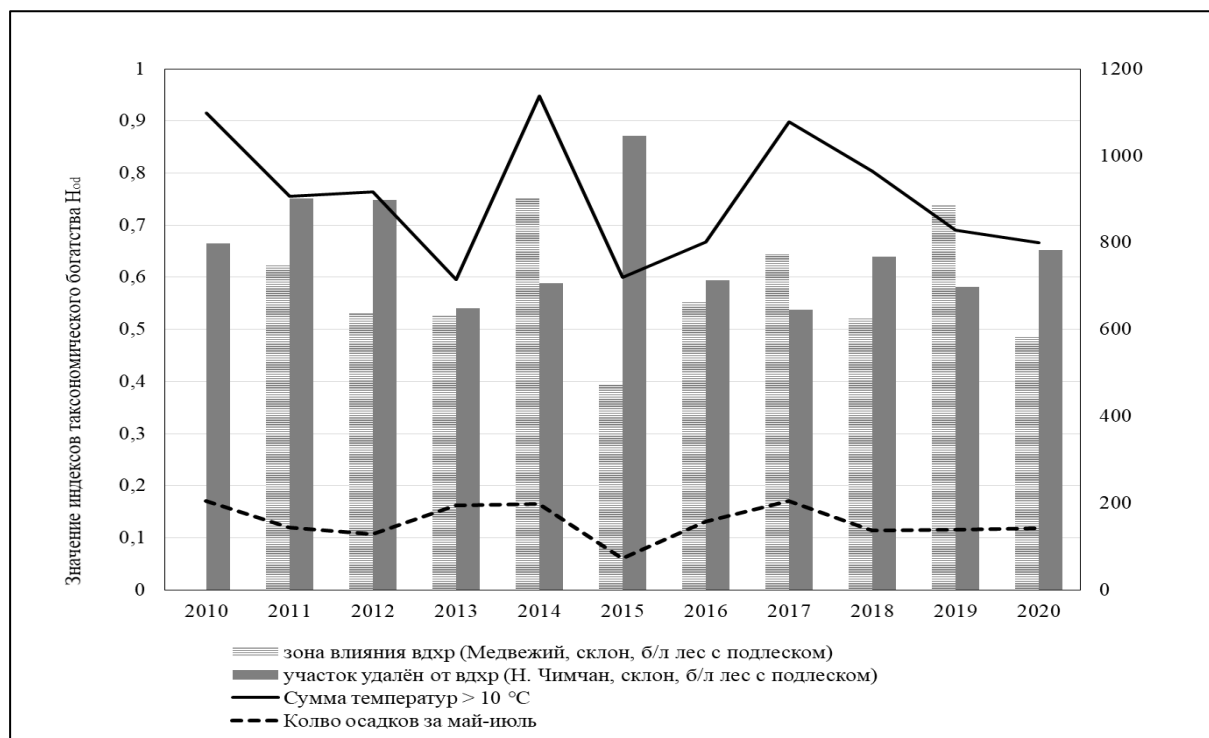
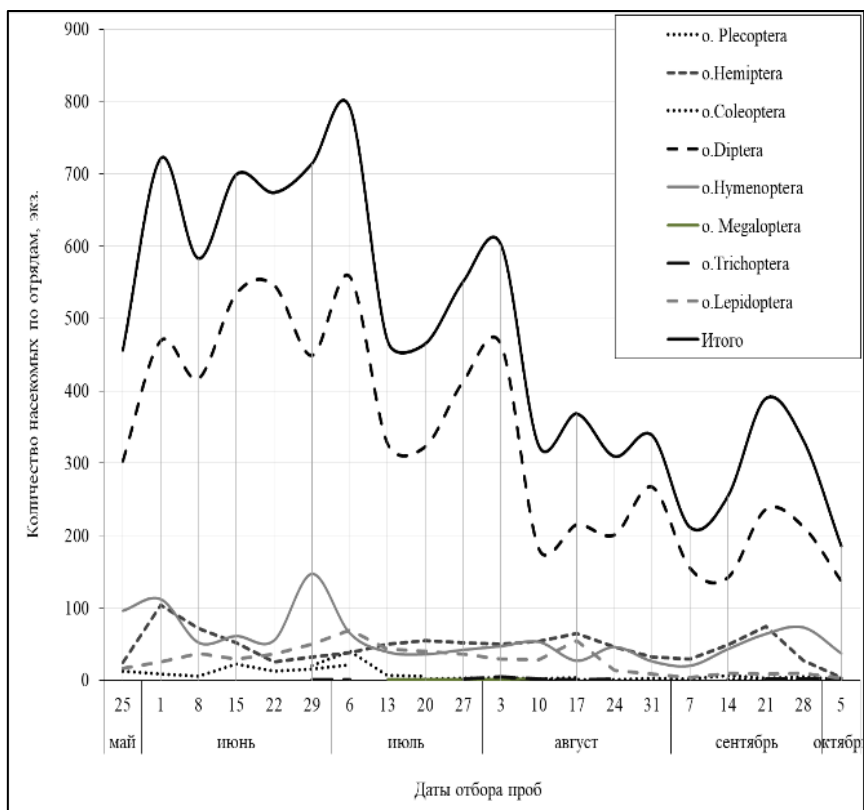


Рисунок 1 – Динамика численности беспозвоночных подстилочного слоя в лесах Зейского заповедника, выраженная через индексы макротаксономического разнообразия (H_{od}), 2011–2020 гг.

А



Б

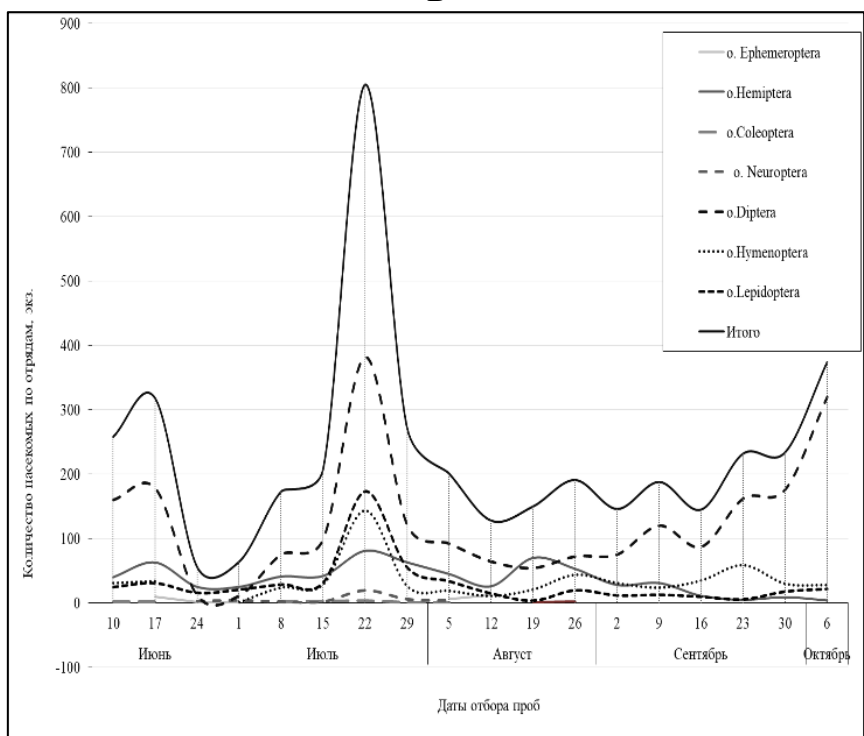


Рисунок 2А, Б – Сезонная динамика численности насекомых в долине р. Б. Эракингра дубняке залива Тёплый в Зейском заповеднике. 2А – Большая Эракингра, 2020 г. – в ловушку попало также небольшое количество насекомых из отрядов Ephemeroptera, Neuroptera, единичные представители отрядов Orthoptera, Megaloptera, не показанные на рисунке; 2Б – Тёплый, 2020 г. в ловушку попало незначительное количество насекомых из отрядов Plecoptera и Megaloptera, не показанные на рисунке.

Заключение. В период заполнения ложа водохранилища (1974–1980 годы) территория заповедника (теперь Гиллойский залив) понесла непоправимые потери биологического разнообразия: ушли под воду уникальные природные комплексы с маньчжурской растительностью, находящейся на северной границе своего распространения.

Водоохранилище несомненно оказывает значительное влияние на беспозвоночных, обитающих на его берегах. Здесь сформировалась мёртвая зона – зона колебания уровня воды (зона сработки часто лишена растительности): при высоком уровне, а также поздней осенью она находится под водой, при низком – оголяется и летом зарастает травянистой растительностью (горец перечный, скерда кровельная, яснотка, др.), начинают формироваться прибрежные сообщества с цветущей растительностью, привлекающей опылителей, при повышении уровня воды берега затапливаются, беспозвоночные гибнут. Подтопление на небольших участках заливов в местах впадения речек и ручьёв оказывает на территории Зейского заповедника незначительное воздействие ввиду крутосклонности рельефа.

Количество выпадающих осадков усиливает своё влияние на сообщества беспозвоночных в прибрежных участках (существенная положительная корреляция).

Зейское водохранилище считается холодоводным. Наблюдения показали, что большая масса воды оказывает влияние на температурный режим прибрежной зоны (склон, обращённый к воде): задерживаются весенние фенологические явления у растений, задерживается развитие насекомых (выход имаго), осенью проявляется отепляющий эффект, продляется активность насекомых в пределах склона, обращённого к водоёму.

Выражаю признательность коллеге по заповеднику Кларе Петровне Павловой, много лет добросовестно фиксировавшей беспозвоночных, собранных в почвенные стаканы одновременно с бурозубками на участке «живой Гиллой», а также моим сыновьям за помощь в проведении статистической обработки материала и оформлении сообщения.

Список использованных источников

Грюнталь С.Ю. Комплексы жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в лесах подзоны широколиственно-еловых лесов // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. М.: Наука. 1983. С. 85–98.

Емец В.М. Полевая практика «Экология животных». Оценка макротаксономического разнообразия комплексов крупных почвенных беспозвоночных на заповедных лесных территориях: пособие для специалистов заповедников и студентов естественно-географических факультетов педагогических университетов. Воронеж: ВГПУ, 2008. 79 с.

Игнатенко Е.В. Влияние пожаров на насекомых Хинганского заповедника // Научно-методические записки «Заповедное дело». Вып. 14. 2010. С. 35–49.

Игнатенко Е.В. Изучение динамики численности, биологического богатства и разнообразия насекомых при помощи ловушки Малеза // X Дальневосточная конференция по заповедному делу. Благовещенск, 25–27 сентября 2013 г.: Материалы конференции. Благовещенск: Издательство БГПУ, 2013. С. 137–140.

Игнатенко Е.В., Павлова К.П. Использование почвенных ловушек Барбера для учета педобионтов и насекомоядных // Материалы Международной научно-практической конференции «Охрана и научные исследования на особо охраняемых природных территориях Дальнего Востока и Сибири» посвященная 25-летию организации Буреинского заповедника. Хабаровск, 2012. С. 49–51.

Пестов С.В. Динамика сезонной активности слепней (Diptera, Tabanidae) заповедника «Нургуш» // Современное состояние и перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий европейского Севера и Урала: материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 23–27 ноября 2015 г.). Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2015. С. 253–258.

Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 367 с

Терёшкин А.М., Шляхтёнок А.С. Опыт использования ловушки Малеза для изучения насекомых // Зоол. журн. Т. 68, вып. 2. 1989. С. 290–292.

Шапиро М.Б. Структура почвенного покрова средневысоких горных хребтов центрального участка зоны БАМ: Дис. ... канд. геогр. Н. М., 1984. 320 с.