

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 574.23

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ И УРОВНЯ ВОДЫ НА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ ЗЕЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.В. Игнатенко, Я.С. Игнатенко
ФГБУ «Зейский государственный природный заповедник»,
ул. Строительная 71, г. Зея, 676246,
e-mail: evignatenko@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0562-3509>;
e-mail: zzap@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3673-3583>

Представлены результаты анализа влияния метеоусловий и уровня воды в Зейском водохранилище на количество беспозвоночных в учетах 2011–2023 гг. на прибрежных склоновых участках «опыт» и «контроль».

Выяснили, что подъёмы уровня воды в водоёмах оказывают влияние на количество некоторых таксонов из группы педобионтов. Температура и осадки текущего года явно влияют на количество беспозвоночных и значения индексов макротаксономического богатства и разнообразия (МБР) в зоне влияния водохранилища (участок «опыт»). В зоне «живого Гилюя» (участок «контроль») имеется корреляция значений индексов МБР с осадками текущего года, влияние прочих параметров мало. Влияния погодных условий прошлого года не выявлено.

Ключевые слова: беспозвоночные животные, температура, осадки, уровень воды, водохранилище.

Образец цитирования: Игнатенко Е.В., Игнатенко Я.С. Влияние температуры воздуха, количества осадков и уровня воды на беспозвоночных прибрежной полосы Зейского водохранилища // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 3. С. 21–24. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-3-21-24.

На развитие беспозвоночных оказывают воздействие абиотические и биотические факторы, в нашем случае добавляется несомненное влияние горного холодного водохранилища, распространяющееся на прилежащие к нему склоны [4].

Участки расположены по правому борту нижнего течения реки Гиллой до впадения в реку Зея – Гиллойский залив Зейского водохранилища в пределах Зейского заповедника, проложены по склонам восточной экспозиции (15–30°) в смешанных лиственнично-берёзовых багульниково-брусничных лесах. Рельеф среднегорный сильно расчленённый крутосклонный.

Первый участок (опыт) расположен в 1 км выше устья Гиллойского залива на правом его берегу. Учётная линия проложена параллельно урзу воды во время нормального подпорного уровня (НПУ=315 м) в 50–80 м от пологого участка бере-

га шириной 30–40 м. Испытывает непосредственное влияние водохранилища.

Вторая учетная линия (контроль) проложена по левому берегу реки Нижний Чимчан, правого притока реки Гиллой (так называемый «живой Гиллой»), расположена выше по течению реки, в 50 км ССЗ от участка «опыт» и в 300 м от реки на пологом склоне. Участок не испытывает влияния водохранилища из-за значительного расстояния от зоны подпора.

Количество беспозвоночных учитывали ловушками Барбера [5]. Для анализа использовали часть имеющейся наиболее полной информации с 2011 по 2023 гг. (22 учета, 2200 ловушко/суток).

С момента начала учётов периодически отмечали значительное увеличение числа отрядов и количества беспозвоночных (особенно жуков), казалось бы, без связи с погодными условиями

(осадками, температурой). Рассчитываемые индексы макротаксономического богатства d^{od} и разнообразия H^{od} (далее МБР) так же в разные годы колебались [2, 3]. Кроме того, возникло предположение о том, что при подъеме воды происходит миграция достаточно крупных беспозвоночных в более сухие места обитания.

Был выполнен статистический анализ (простая параметрическая корреляция Пирсона) связи относительной численности беспозвоночных с погодными условиями (сумма положительных суточных температур воздуха за период выше +10 °С нарастающим итогом за текущий сезон по первую декаду июля [2] 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). Кроме того, рассчитана корреляция между количеством беспозвоночных на этих участках и индексами макротаксономического богатства и разнообразия в июльские и августовские учёты и уровнем воды в Зейском водохранилище, а также с уровнями воды в реке Гиллой (гидропост «Гиллой у Перевоза» [6]).

Выявленные закономерности приведены ниже. Наличие корреляции не говорит о прямой связи событий, например, они могут быть опосредованными через количество выпадающих осадков.

Уровень воды. Была построена корреляционная зависимость между учетными данными напочвенных беспозвоночных с уровнями воды в р. Гиллой на участке «контроль» и с уровнями воды в р. Гиллой и приплотинной части водохранилища на опытном участке (Медвежий).

Зона влияния водохранилища (опыт)

Июль: уровень воды в приплотинной части явно влияет на количество пауков, корреляция более 0,8. Можно предположить, что высокий уровень воды оттесняет пауков как педобионтов выше по склону. Обнаружена также незначительная корреляция с численностью жуков из июльских учётов (0,4) и уровнем воды за 10 дней до проведения учётов, более 0,4. В таком случае однозначно говорить о миграции нельзя.

Август: уровень воды в р. Гиллой перед учетными работами сказался на общем количестве беспозвоночных (корреляция составила почти 0,7) и величине индекса макротаксономиче-

ского разнообразия (H^{od} , более 0,8). Тем не менее, уровень воды в реке вызывал обратную связь с количеством отрядов в пробе, что показали учёты.

Средняя корреляционная зависимость выявлена для паукообразных (более 0,5), незначительная – для муравьёв и прямокрылых (более 0,3) при высокой воде в реке перед июльскими учётами. Обратная связь обнаружена с уровнем воды в реке во время учётов и количеством костянок (многоножек) (менее – 0,6).

Августовские учёты более показательны в оценках, у них имеется значительный разброс как положительных, так и отрицательных значений корреляции между количеством беспозвоночных, индексами МБР с одной стороны и уровнями воды в р. Гиллой с другой.

Участок «контроль»

Уровень воды непосредственно перед проведением учётов в июле явно оказывал влияние на количество костянок (многоножек) – корреляция более 0,6, в августе ничего подобного не отмечено. Вероятно, такое проявление корреляции между количеством беспозвоночных и уровнем воды в реке связано с особенностями биологии этой группы. Также уровень воды в р. Гиллой влияет на количество жуков в июле и пауков в августе (корреляция более 0,5). Средняя обратная взаимосвязь наблюдается для количества отрядов в пробах во время учётов и для значений индексов МБР (менее -0,3), то есть чем выше уровень воды, тем ниже биологическое разнообразие.

Построенные графики количественных и расчетных показателей на участках не отразили явных различий, но выявлен рост общего количества беспозвоночных в сборах за оба месяца за исследуемый период на участке «опыт», в то время как на участке «контроль» он оставался на прежнем уровне. Вероятно, произошло обеднение видами, характерными для долинных биотопов, затопленных в зоне участка «опыт».

Температура и количество осадков. Также была построена корреляция между учетными данными напочвенных беспозвоночных на указанных участках за июль и метеорологическими условиями. Климат на этих участках одинаков: оба они отнесены Огуреевой с коллегами [1] к Южному трансбайкальскому биому на стыке с переходной территорией биома Амуро-Зейской южной тайги.

По количественным показателям беспозвоночные не коррелируют в разных зонах, что вполне логично, поскольку беспозвоночные на участке «опыт» коррелируют с погодными условиями, а вне её – нет (участок «контроль»), соответственно

и между собой они не будут связаны этим параметром. Зато имеется незначительная корреляционная зависимость между индексами макротаксономического богатства и разнообразия (более 0,5) на этих участках, что говорит об экологической схожести исследуемых зон и схожести населения.

Зона влияния водохранилища (опыт)

Температура и осадки этого года явно влияли на количество беспозвоночных и значения МБР (корреляция составила более 0,6).

Осадки прошлого года сказывались только на количестве беспозвоночных в этой зоне, корреляция составила также более 0,6. Температура за предыдущий период не сказывалась ни на количестве беспозвоночных, ни на индексах МБР.

Участок, удаленный от водохранилища (контроль)

Имеется корреляция индексов макротаксономического богатства и разнообразия с осадками этого года (около 0,7), влияние же прочих параметров мало (0,03–0,3). Влияния погодных условий прошлого года не отмечено (0,05–0,1).

Заключение

Таким образом, подъёмы уровня воды в водоёмах не оказывают большого влияния на группу педобионтов (пауки, крупные жуки) в пределах 80–100 м от первоначальной кромки в условиях склонов рельефа в 15–30°. Для других беспозвоночных зависимость от повышения уровня воды также не обнаружена. Выявлен незначительный положительный тренд общего количества беспозвоночных в сборах за июль и август за весь период исследований на участке «опыт» (что говорит о значительной нарушенности сообщества в сторону снижения биоразнообразия и роста более устойчивых к нарушениям среды обитания видов), в то время как на участке «контроль» он остался на прежнем уровне. Значения МБР на участках очень незначительно менялись, при этом с течением времени (т.е. к 2023 г.) наблюдался их отрицательный тренд.

Температура и осадки этого года явно влияют на количество беспозвоночных и значения МБР в зоне влияния водохранилища (участок «опыт»). В зоне «живого Гилюя» (участок «контроль») имеется корреляция значений индексов МБР с осадками этого года, влияние же прочих параметров мало. Влияния погодных условий прошлого года не отмечено.

Августовские учёты более показательны в оценках, чем июльские: имеется значительный разброс как положительных, так и отрицательных значений корреляции между количеством беспозвоночных, индексами МБР и уровнями р. Гилюя, между тем как июльские более выровненные.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Биоразнообразие биомов России. Равнинные биомы / под ред. Г.Н. Огуреевой. М.: ИГКЭ, 2020. 623 с.
2. Динамика природных явлений и процессов в экосистемах Зейского заповедника (летопись природы): отчеты о научно-исследовательской работе за 2011–2023 годы. Т. 38–49. Архив Зейского заповедника.
3. 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.
4. Игнатенко Е.В. Влияние горного водохранилища на наземных беспозвоночных животных в Зейском заповеднике (Амурская область) // Человек и природа – взаимодействие на особо охраняемых природных территориях: материалы докл. четвёртой Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / отв. ред. Е.В. Дударева. Новокузнецк: Полиграфист, 2021. С. 103–108.
5. Игнатенко Е.В., Павлова К.П. Использование почвенных ловушек Барбера для учета педобионтов и насекомых // Охрана и научные исследования на особо охраняемых природных территориях Дальнего Востока и Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвященная 25-летию организации Буреинского заповедника. Хабаровск, 2012. С. 49–51.
6. Уровни водохранилищ ГЭС // РусГидро. URL: <https://rushydro.ru/informer/> (дата обращения: 08.09.2023).

REFERENCES:

1. *Bioraznoobrazie biomov Rossii. Ravninnye biomy* (Biodiversity of biomes in Russia. Lowland biomes), G.N. Ogureeva Ed. Moscow: IGKE Publ., 2020. 623 p. (In Russ.).
2. *Dinamika prirodnykh yavlenii i protsessov v ekosistemakh Zeiskogo zapovednika (letopis' prirody): otchety o nauchno-issledovatel'skoi rabote za 2011–2023 gody. T. 38–49. Arkhiv Zeiskogo zapovednika* (Dynamics of natural phenomena and processes in the ecosystems of the Zeysky Reserve (Chronicle of nature): reports on research work for 2011–2023. vol. 38–49. The archive of the Zeysky Reserve). (In Russ.).

3. Yemets V.M. *Polevaya praktika «Ekologiya zhivotnykh». Otsenka makrotaksonomicheskogo raznoobraziya kompleksov krupnykh pochvennykh bespozvonochnykh na zapovednykh lesnykh territoriyakh: posobie dlya spetsialistov zapovednikov i studentov estestvenno-geograficheskikh fakul'tetov pedagogicheskikh universitetov* (Field practice «Ecology of animals»). Assessment of the macrotaxonomic diversity of large soil invertebrate complexes in protected forest areas: a manual for specialists of nature reserves and students of natural geography faculties of pedagogical universities). Voronezh: VSPU, 2008. 79 p. (In Russ.).
4. Ignatenko E.V. The Influence of Mountain Reservoir on Invertebrate Animals in Zeiskiy Nature Reserve (Amur Region), in *Chelovek i priroda – vzaimodeistvie na osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh: materialy dokl. chetvertoi Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* (Man and nature – interaction in specially protected natural areas: materials of the dokl. The fourth All-Russian Scientific and Practical conference with the International participation), E.V. Dudareva Ed. Novokuznetsk: Poligrafist Publ., 2021, pp. 103–108. (In Russ.).
5. Ignatenko E.V., Pavlova K.P. Using Barber's soil traps to account for pedobionts and insectivores, in *Okhrana i nauchnye issledovaniya na osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh Dal'nego Vostoka i Sibiri: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. posvyashchennaya 25-letiyu organizatsii Bureinskogo zapovednika* (Protection and scientific research in specially protected natural territories of the Far East and Siberia: materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 25th anniversary of the organization of the Bureinsky Reserve). Khabarovsk, 2012, pp. 49–51. (In Russ.).
6. Levels of hydroelectric power station reservoirs. *RusGidro*. Available at: <https://rushydro.ru/informer/> (accessed: 08.09.2023). (In Russ.).

INFLUENCE OF AIR TEMPERATURE, PRECIPITATIONS AMOUNT AND WATER LEVEL ON THE ZEYA RESERVOIR COASTAL LAND INVERTEBRATES

E.V. Ignatenko, Y.S. Ignatenko

The authors presents the results of analysis concerning the weather conditions and water level affect on the invertebrates number in the Zeya Reservoir; noted in the inventory for 2011–2023, on the «experiment» and «control» coastal slope areas.

It is found that rising water levels in reservoirs influence the number of certain taxa from the pedobionts group. The current year temperature and precipitation have had an evident affect on the number of invertebrates and macrotaxonomic richness and diversity indices (MTD) within the reservoir zone (the «experiment» site). There is a correlation between the MBR indices and those of the current year precipitations in the «living Gilyuya» zone (the «control» area); the influence of other parameters is small. The influence of last year weather conditions has not been identified.

Keywords: invertebrate animals, temperature, precipitation, water level, reservoir.

Reference: Ignatenko E.V., Ignatenko Y.S. Influence of air temperature, precipitations amount and water level on the Zeya Reservoir coastal land invertebrates. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 3, pp. 21–24. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-3-21-24.

Поступила в редакцию 31.01.2024

Принята к публикации 17.09.2024