

Министерство природных ресурсов и экологии РФ
Национальный парк «Хвалынский»

Министерство науки и высшего образования РФ
Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

Саратовский национальный исследовательский университет
им. Н.Г.Чернышевского

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«ХВАЛЫНСКИЙ»**

ВЫПУСК 15

Сборник научных статей

Саратов – Хвалынский
2023

УДК 581.9(1-751)(470.44)
ББК 28.088л6(235.54)+28.58(235.54)
Н34

Н34 Научные труды Национального парка «Хвалынский» : сборник научных статей. – Саратов : ООО «Амирит», 2023. – Вып. 15. – 269 с.

ISBN серии 978-5-9999-1809-3

ISBN 978-5-00207-387-0

В пятнадцатом выпуске сборника представлены материалы X Международной научно-практической конференции «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее», ежегодно организуемой ФГБУ «Национальный парк «Хвалынский» совместно с кафедрой экологии и техносферной безопасности института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Гагарина Ю.А. и проходившей 27–29 октября 2023 года. В статьях рассмотрены подходы к решению проблем охраны и сохранения биологического разнообразия в пределах ООПТ Российской Федерации. Тематика представленных работ разнообразна и будет интересна специалистам биологам и экологам, школьным учителям, и всем интересующимся указанными направлениями.

УДК 581.9(1-751)(470.44)
ББК 28.088л6(235.54)+28.58(235.54)

ISBN серии 978-5-9999-1809-3

ISBN 978-5-00207-387-0

© Национальный парк «Хвалынский», 2023

© Коллектив авторов, 2023

Материалы XIV Международной научной конференции молодых ученых и аспирантов «Наука. Образование. Молодежь». Т. 2. Майкоп: редакционно-издательский отдел АГУ, 2017. С. 150–154.

Sazhnev A.S., Dedyukhin S.V., Egorov L.V., Ruchin A.B., Anikin V.V., Suleymanova G.F., Artaev O.N. Biodiversity of Coleoptera (Insecta) in Khvalynsky National Park (Saratov Region, Russia) // Diversity. 2022. Vol.14. Iss. 1084. P. 1–12. <https://doi.org/10.3390/d14121084>

PRELIMINARY RESULTS OF INVENTORY OF THE FAUNA OF HERBIVOROUS BEETLES OF THE SUPERFAMILY CHRYSOMELOIDEA AND CURCULIONOIDEA IN THE KHVALYNSKY NATIONAL PARK

Dedyukhin S.V.

The article summarizes the results of an inventory of herbivorous beetles of the superfamilies Chrysomeloidea and Curculionoidea of the Khvalynsky National Park. It is based on original materials for 2019–2023, and also takes into account all literary information. The research managed to cover most of the territory of the national park. In total, 526 species of phytophagous beetles from 5 families have been identified here, including 254 species of the family Chrysomelidae (including 12 species of caryopsis - Bruchinae) and 211 species of the family Curculionidae. The high level of species richness of the fauna and the prospects for continuing research on the fauna of herbivorous beetles of the national park are shown.

Keywords. Phytophagous beetles, Chrysomelidae, Curculionoidea, Khvalynsky National Park, fauna.

ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПЫ (*PUSA SIBIRICA*)

Железный О.М., Ильина П.О., Соловьёва М.А., Пилипенко Г.Ю.

В данной работе представлен пространственный анализ полученных с помощью спутниковой телеметрии данных о местоположениях байкальской нерпы. Проведена оценка влияния на выбор локаций факторов природной среды, в том числе глубины, расстояния от берега, а также полученных на основе спутниковых данных температуры, содержания хлорофилла и мутности. Выявлено, что в осенний и раннезимний период нерпы перемещаются на участки открытой воды на удалении от берега, а также избегают участков с высоким содержанием хлорофилла летом и осенью. Выраженных температурных предпочтений у нерп выявлено не было. На основе полученных данных можно судить о хорошей приспособленности нерп к всему разнообразию текущих природных условий оз. Байкал.

Ключевые слова: *Pusa sibirica*, нерпа, настоящие тюлени, Байкал, местообитания

Железный Олег Маратович, с.н.с. ФГБУ «Заповедное Подлесье», г. Усть-Баргузин;

Ильина Полина Олеговна, аспирант Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва;

Соловьёва Марина Андреевна, н.с. Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва;

Пилипенко Глеб Юрьевич, инженер Института проблем эволюции и экологии им. А.Н. Северцова РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Байкальская нерпа, *Pusa (Phoca) sibirica*, является одним из немногих уникальных пресноводных видов настоящих тюленей. Будучи эндемиком озера Байкал, она обитает за тысячи километров от своего ближайшего родственника – кольчатой нерпы (*Pusa hispida*), распространенной в Арктике (Sasaki et al., 2003). В рационе байкальской нерпы присутствуют разнообразные виды рыб и амфипод, основным же пищевым ресурсом для нерпы являются два эндемичных для Байкала вида глубоководных рыб голомянок: большой (*Comephorus baicalensis*) и малой (*Comephorus dybowski*) (Пастухов, 1993). Численность популяции байкальской нерпы оценивается на уровне около 132 тыс. особей (Бизиков и др., 2022), однако оценки сильно варьируют (Мокрый, 2018); согласно Красной книге МСОП байкальская нерпа – вид, находящийся под наименьшей угрозой (Goodman, 2016). Однако возрастающая в Прибайкалье роль глобального изменения климата (Izmest'eva et al., 2016), приводящее к уменьшению площади и продолжительности сплошного ледяного покрова (необходимого нерпам для размножения) и увеличению распространения водорослей в летнее время, может оказывать негативное влияние на популяцию тюленей (Goodman, 2016). Поэтому актуальной является оценка потенциального влияния, которое повышение температуры воды может оказать на местообитания нерпы. В течение года нерпы постоянно перемещаются по озеру в поисках пищи и партнёров для спаривания, однако имеющиеся на данный момент сведения об этих перемещениях и их причинах немногочисленны. Цель данной работы – оценить роль факторов среды в динамическом выборе нерпами тех или иных районов обитания.

Сформулирована следующая **гипотеза**: байкальские нерпы выбирают более холодные, пелагические районы озера с относительно низким уровнем биологической активности водорослей, обеспечивающим более высокую концентрацию кислорода и, соответственно, объектов питания нерпы.

Источники данных

Данные о местоположении нерп:

- Спутниковые телеметрические данные о положении нерп в летне-зимний период 2019 и 2021 гг. и в осенний период 2020 г. были получены в результате экспедиционных работ ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН (Соловьёва и др., 2020). Датчиками были оснащены 34 нерпы, в том числе 17 самцов и 17 самок. Данные спутникового мечения характеризуются низкой точностью (Douglas et al., 2012), на качество анализа положительно влияет использование крупного массива данных, в котором компенсируются неточности. Как правило, местоположение тюленя указывается в виде точки и эллипса с центром в этой точке, отражающего возможную ошибку в данных. Отслеживаемая нерпа с наибольшей вероятностью находится внутри полученного эллипса.

Данные факторов среды:

- ежедневная температура поверхности (daily MODIS Land Temperature, пространственное разрешение 1 км),

- ежедневное содержание хлорофилла (Chlorophyll content) – спутниковые данные от MODIS и JAXA, имеющие пространственное разрешение 4616 и 4638 м, соответственно,
- ежедневное значение красного канала спутника MODIS (Band 1 Reflectance), пространственное разрешение 1 км; выступает как индикатор мутности или прозрачности воды (Yang et al., 2018),
- расстояние от берега (растр подготовлен в ПО QGIS),
- батиметрическая карта, созданная с использованием ПО SAGA GIS на основе синтеза данных INTAS (De Batist et al., 2006) и GEBCO (GEBCO Compilation Group, 2023). На подготовительном этапе изобаты преобразованы в точки и проведен кригинг по гауссовской модели вариограммы с нулевым самородком.

Первые три источника данных получены с использованием облачного сервиса Google Earth Engine (Gorelick et al., 2017), остальные два были дополнительно обработаны (перепроецированы и обрезаны) в программе QGIS.

Методы

Основная цель заключалась в выявлении предпочтения нерп каких-либо условий среды в то или иное время года. Для этого значения параметров среды в точках нахождения тюленей сравнивались со значениями в случайных точках в пределах озера Байкал. Внутри полигона озера было сгенерировано 100 случайных точек на минимальном расстоянии друг от друга в 1 км, чтобы минимизировать автокорреляцию. Все точки были совмещены и использованы в качестве вводных данных для разработанного в Python программного кода, где и проводился остальной анализ.

Рабочий процесс в Python:

1. В первую очередь из общего массива были исключены данные, имеющие низкое качество геолокации (категории А и В данных ARGOS (Douglas et al., 2012)). Несмотря на обилие таких данных, число локаций более высокого качества (категории 0-3) является достаточным для проведения анализа (рис.1). Данных за февраль и март было получено крайне мало, поэтому эти данные также были исключены из анализа.

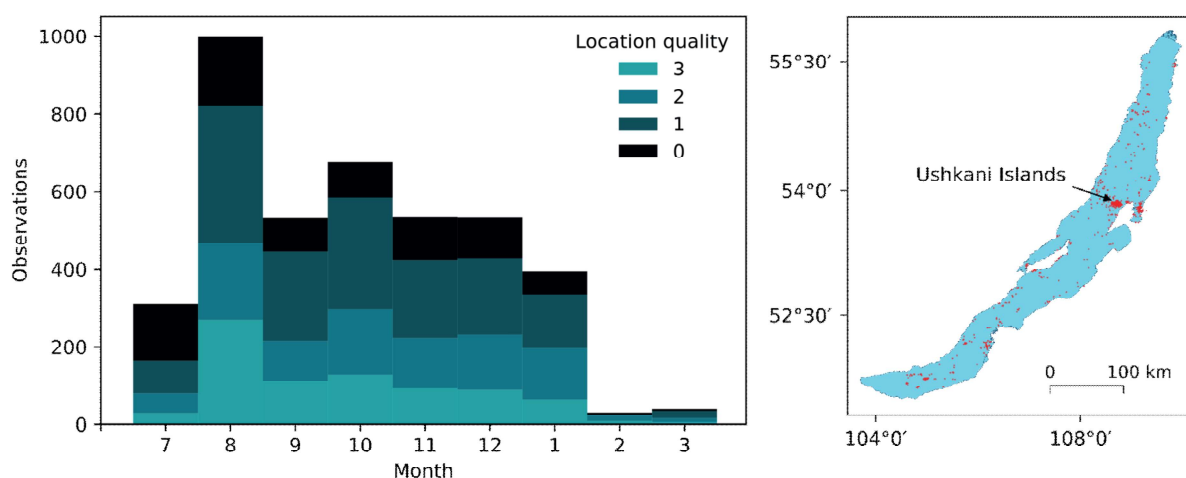


Рис. 1. Обзор количества и качества локаций (слева), а также проанализированные локации тюленей в пределах озера Байкал (справа).

2. Спутниковые данные были предварительно обработаны с использованием удалённого доступа к Google Earth Engine, включая маскирование облачности на снимках MODIS.

3. Для каждой локации нерпы, а также случайных точек были получены значения глубины, расстояния до берега, а также содержания хлорофилла, температуры поверхности воды и красного канала MODIS.

4. Данные были отфильтрованы, включая только соответствующий день спутниковых наблюдений для каждой конкретной локации нерпы. Данные для случайных точек сохранялись за каждый день.

5. Данные были объединены в группы по месяцу и году. Был проведен визуальный анализ графика boxplot для сравнения ежемесячных распределений параметров среды в местах нахождения тюленей, а также в случайных точках. Для подтверждения или опровержения первоначальной гипотезы был использован t-критерий Стьюдента.

Результаты

Батиметрия и расстояние до берега

Сезонные предпочтения нерп в выборе мест обитания хорошо заметны при анализе данных по глубинам и расстояниям до берега. Эти параметры в местах нахождения тюленей значительно и последовательно отличались от средних показателей по всему озеру (табл. 1). В летний и ранне-осенний период тюлени предпочитали мелководные и прибрежные районы, а в январе нерпы перемещались в более глубоководные районы, дальше от берегов (рис. 2).

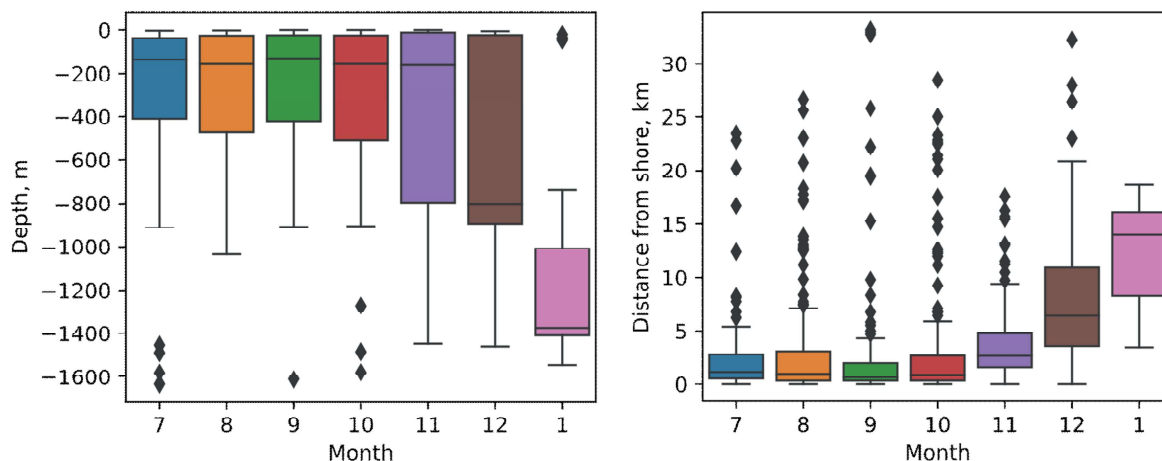


Рис. 2. Распределение глубин (слева) и расстояния от берега (справа) в пределах местонахождения тюленей в разные месяцы.

Спутниковые индикаторы

Вопреки изначальной гипотезе, температура и чистота (прозрачность) воды не влияли на выбор тюленями того или иного района озера (рис. 3). С помощью t-критерия Стьюдента были установлены некоторые значимые различия между августовской и октябрьской температурой в локациях, где находились тюлени, и средней температурой воды, однако эти различия были минимальны при визуальном анализе. Только в январе были получены значимые и визуально наблюдаемые различия, когда температура в местах пребывания тюленей была на 8 градусов теплее, чем в среднем по озеру (табл. 1).

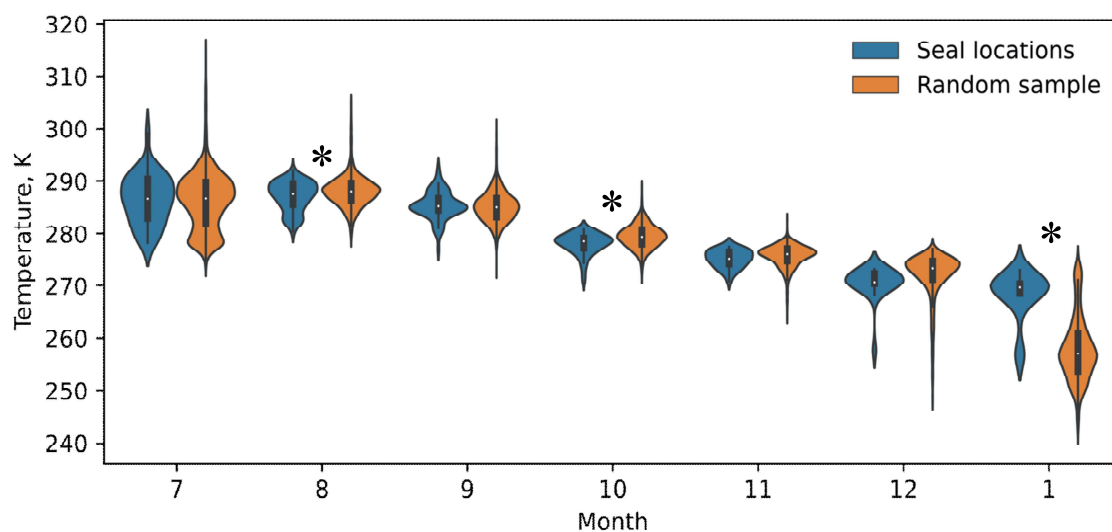


Рис. 3. Распределение температуры поверхности в местах нахождения нерп (синий) и в случайных точках (оранжевый) за разные месяцы, звёздочкой отмечены статистически значимые различия.

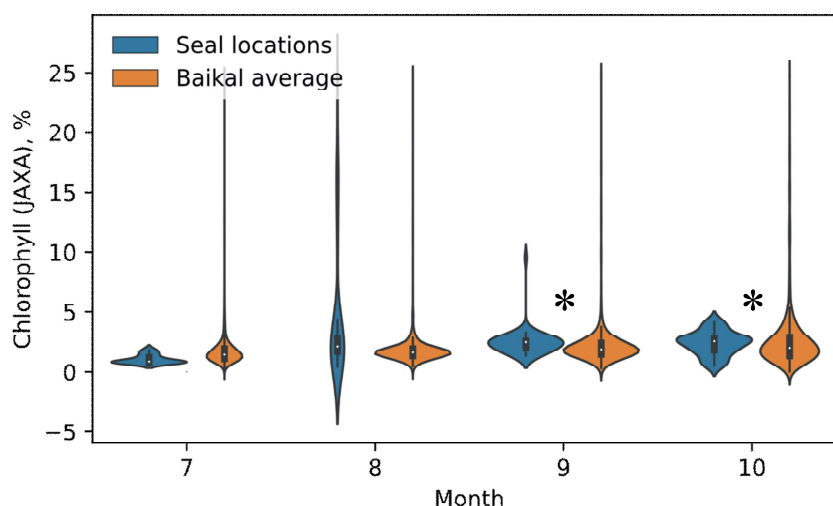


Рис. 4. Распределение содержания хлорофилла в местах нахождения нерп и в случайных точках за разные месяцы.

Еще менее значимы различия в содержании хлорофилла. Только в сентябре и октябре были получены малозначимые отличия (данные JAXA).

Однако стоит отметить, что, как по содержанию хлорофилла, так и по коэффициенту отражения поверхности в красной части спектра максимальные значения в локациях тюленей и в случайных точках существенно различаются: тюлени постоянно избегают участков с высокой мутностью и с высоким содержанием хлорофилла (рис. 4).

Таблица 1. Результаты t-тестов Стьюдента и Уэлча: разница между случайными точками и точками нахождения тюленей. Статистика критерия (вверху) и p-значение. Существенные различия выделены цветом.

Параметр / месяц	7	8	9	10	11	12	1
Глубина	-16.26; 2.1e-43	-46.62; 1.2e-256	-32.96; 3.1e-128	-26.72; 1.7e-104	-19.85; 8.8e-65	-4.47; 9.6e-6	27.57; 6.8e-96
Расстояние до берега	23.18; 3.1e-70	55.70; 0.0	26.65; 4.3e-101	29.34; 2.8e-124	35.66; 4.4e-147	8.37; 4.7e-16	-8.23; 2.4e-15
Температура	-0.34; 0.74	3.90; 9.5e-05	-0.89; 0.37	5.26; 1.5e-7	1.50; 0.13	1.70; 0.09	-8.30; 2.0e-16
Содержание хлорофилла (MODIS Chlorophyll)	1.46; 0.14	-1.49; 0.13	1.42; 0.15	0.26; 0.79	0.78; 0.43	–	–
Содержание хлорофилла (JAXA Chlorophyll)	0.84; 0.4	-3.95; 0.0002	-2.01; 0.044	1.15; 0.25	-1.27; 0.20	–	–
Мутность (красный канал, MODIS SR Band 1)	-0.03; 0.98	0.47; 0.64	0.27; 0.78	0.54; 0.59	0.35; 0.72	-0.11; 0.91	0.89; 0.37

Байкальские нерпы в летний период часто устраивают береговые лежбища для отдыха, вероятно, поэтому помеченные нерпы в основном регистрировались в прибрежных районах, особенно в районе Ушканьих островов (рис. 1) – защищенного от хищников и антропогенного воздействия архипелага, где находится самое крупное летнее лежбище байкальских нерп. В зимний период нерпы перемещаются на незамерзшие участки Байкала или устраивают полыньи, которые чаще всего встречаются в центре озера. Прибрежные зоны в это время становятся для тюленей менее доступными из-за более раннего появления льда и осенних штормов. Таким образом, повышенная температура воды в местах нахождения тюленей может быть объяснена смещением нерп в районы озера, замерзающие позже всего. Наконец, малозначимая повышенная концентрация хлорофилла, типичная для локаций тюленей в осенние месяцы, может быть связана с тем, что в это время, незадолго до наступления зимы, нерпы перемещаются в прибрежные районы для питания речной рыбой, и они вынуждены находиться в более эвтрофных водах.

Первоначальная гипотеза была ошибочна: нерпы предпочитают более холодные и глубокие районы озера в течение всего года. Несмотря на то, что

высокая концентрация хлорофилла может привести к снижению концентрации кислорода, а, следовательно, и объектов питания нерпы (Chislock et al., 2013), по нашим данным концентрация хлорофилла оказывала слабое влияние на перемещения нерп. Возможно, причина полученного результата в том, что фоновое содержание хлорофилла в озере Байкал достаточно низкое (Hampton et al., 2008), поэтому даже если тюлени и избегали районов с очень высоким содержанием хлорофилла, это могло не оказывать заметный эффект на выбор нерпами района обитания. Нерпы вполне могли переносить средние и низкие уровни хлорофилла, а также тёплую воду. В рамках данной работы не обнаружено признаков потенциального влияния современного потепления климата на состояние популяции байкальской нерпы. Тем не менее, важным ограничением данной работы является отсутствие в анализе весенних данных о перемещениях нерпы. Стабильный весенний ледовый покров является важным фактором размножения нерпы и выживания бельков (Пастухов, 1993), и сроки его таяния ожидаемо будут сокращаться в результате потепления климата. Последствия таких изменений требуют дополнительных исследований.

Список использованных источников

- Бизиков, В.А., Сидоров Л. К., Петерфельд, В.А., Болтнев, Е.А. (2021). Применение беспилотных летательных аппаратов для оценки численности байкальской нерпы. Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование. Материалы III Международной научно-практической конференции, с. 108-113.
- Мокрый А.В. (2018). Динамика численности нерпы (*Pusa sibirica* Gm., 1788) в озере Байкал. Вестник ИрГСХА, 87, с. 63–71.
- Пастухов В.Д. (1993). Нерпа Байкала. Биологические основы рационального использования и охраны ресурсов. Новосибирск: Наука, 272 с.
- Соловьёва, М.А., Пилипенко, Г.Ю., Глазов, Д.М., Петерфельд, В.А., Петров, Е.А., Рожнов, В.В. (2020). Активность перемещений байкальской нерпы по данным спутникового мечения. Труды ВНИРО, 181, с. 92-101.
- Chislock, M.F., Doster, E., Zitomer, R.A., Wilson, A.E. (2013). Eutrophication: causes, consequences, and controls in aquatic ecosystems. *Nat. Educ. Knowl.* 4(4), 10.
- De Batist, M., Canals, M., Sherstyankin, P., Alekseev, S., INTAS Project 99-1669 Team. (2006). A new bathymetric map of Lake Baikal. *Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ*.
- Douglas, D.C., Weinzierl, R., C. Davidson, S., Kays, R., Wikelski, M., Bohrer, G. (2012). Moderating Argos location errors in animal tracking data. *Methods Ecol Evol*, 3, pp. 999-1007.
- GEBCO Compilation Group. (2023). GEBCO 2023 Grid [набор данных]. URL: https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/ (дата обращения: 15 сентября 2023).
- Goodman, S. (2016). *Pusa sibirica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016 [интернет-ресурс]: e.T41676A45231738. URL: <https://www.iucnredlist.org/species/41676/45231738> (дата обращения: 15 сентября 2023).
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, pp. 18-27.
- Hampton, S.E., Izmet'eva, L.R., Moore, M.V., Katz, S.L., Dennis, B., Silow, E.A. (2008). Sixty years of environmental change in the world's largest freshwater lake – Lake Baikal, Siberia. *Global Change Biology*, 14, pp. 1947-1958.

Izmest'eva, L.R., Moore, M.V., Hampton, S.E., Ferwerda, C.J., Gray, D.K., Woo, K.H., Pislegina, H.V., Krashchuk, L.S., Shimaraeva, S.V., Silow, E.A. (2016). Lake-wide physical and biological trends associated with warming in Lake Baikal. *Journal of Great Lakes Research*, 42(1), pp.6-17.

Sasaki, H., Numachi, K., & Grachev, M. A. (2003). The origin and genetic relationships of the Baikal seal, *Phoca sibirica*, by restriction analysis of mitochondrial DNA. *Zoological science*, 20(11), 1417-1422.

Yang, G., Wang, X., Ritchie, E., Qiao, L., Li, G., & Cheng, Z. (2018). Using 250-M Surface Reflectance MODIS Aqua/Terra Product to Estimate Turbidity in a Macro-Tidal Harbour: Darwin Harbour, Australia. *Remote Sensing*, 10(7), 997.

ENVIRONMENTAL FACTORS OF THE BAIKAL SEAL (*PUSA SIBIRICA*) MOVEMENTS

Zheleznyy O.M., Ilina P.O., Solovyova M.A., Pilipenko G.Yu.

We present a spatial analysis of Baikal seal location data acquired using satellite telemetry. We assessed the role of environmental factors in location preferences of seals, including water depth, distance to shore, as well as satellite-derived surface temperature, chlorophyll content and turbidity. Seals were found to move to open-water, further from the shore areas in late autumn and early winter, as well as stay away from high-chlorophyll areas throughout summer and autumn. Seals did not exhibit clear temperature preferences. Based on analysed data, it can be concluded that seals are well-adapted to the diverse environmental conditions of Lake Baikal.

Keywords: Pusa sibirica, seals, Phocidae, Baikal, habitats

ТРОФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОРОТКОУСЫХ ДВУКРЫЛЫХ (Diptera, Brachycera) САМАРСКОЙ ЛУКИ

Любвина И.В.

Приведена характеристика питания личиночной и имагинальной стадий 1194 видов из выявленного комплекса короткоусых двукрылых Самарской Луки. Показано доминирование хищников личинок и имаго *Brachycera Orthorrhapha*, и преобладание *Cyclorrhapha* в других типах питания как на личиночной, так и имагинальной стадиях развития.

Ключевые слова: короткоусые двукрылые, питание, Самарская Лука

Многолетнее изучение короткоусых двукрылых (1980-2023 гг.) на территории двух ООПТ – Жигулёвского государственного природного биосферного заповедника им. И.И. Спрыгина и национального парка «Самарская Лука» позволило представить достаточно полное видовое и таксономическое разнообразие, а также биотопическое распределение этой группы на территории Самарской Луки (Любвина, 2007). Для получения более полной характеристики комплекса короткоусых двукрылых нами на основании литературных материалов и собственных наблюдений были проанализированы типы питания и пищевые субстраты 1194 видов *Brachycera* на преимагинальной и имагинальной стадиях развития.

Любвина Ирина Владимировна, с.н.с., к.б.н., ФГБУ «Жигулевский государственный природный биосферный заповедник им И.И.Спрыгина, с.Бахилова Поляна, Самарская область