



**ВСЕЛЕННАЯ
БЕЛОГО МЕДВЕДЯ**
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



ПРАВИТЕЛЬСТВО
ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО
ОКРУГА



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Экология перемещений белого медведя

Никита Платонов
ИПЭЭ РАН



Обновлено: 2024-03-13 10:00

VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года

Среда обитания

Лёд

Ходит

Охотится

Отдыхает

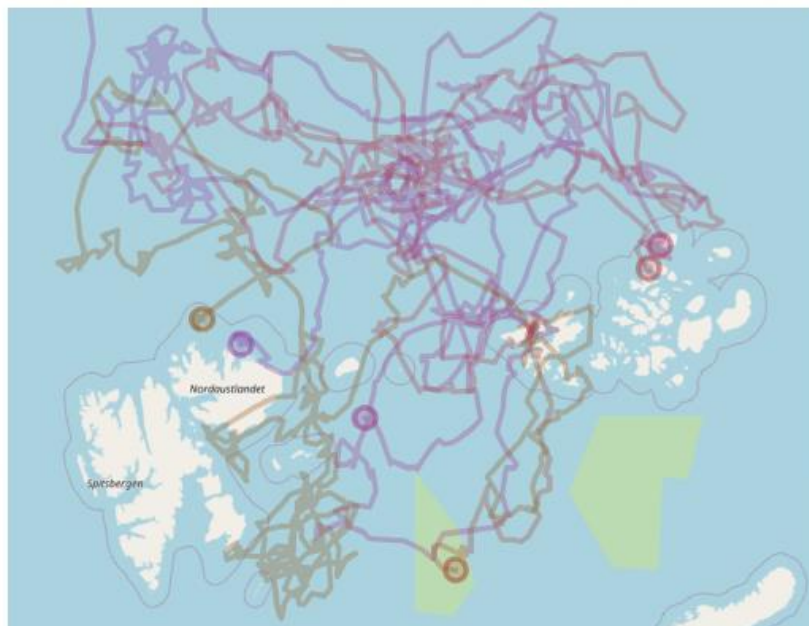
Тяготеет к кромке

Вода

Снег

Суша

Причина
перемещений
Инструментарий



В очень коротком промежутке времени скорость может составлять 40 км/ч.

В долгосрочном периоде скорость 1-2 км/ч, причем самцы передвигаются медленнее одиночных самок и самок с детенышами (Amstrup et al., 2001).



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Лёд

Ходит

Охотится

Отдыхает

Тяготеет к кромке

Вода

Снег

Суша

Причина
перемещений

Инструментарий



© Amos Nachoum

Основной вид жертвы – тюлени.



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Лёд

Ходит

Охотится

Отдыхает

Тяготеет к кромке

Вода

Снег

Суша

Причина
перемещений

Инструментарий



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Лёд

Ходит

Охотится

Отдыхает

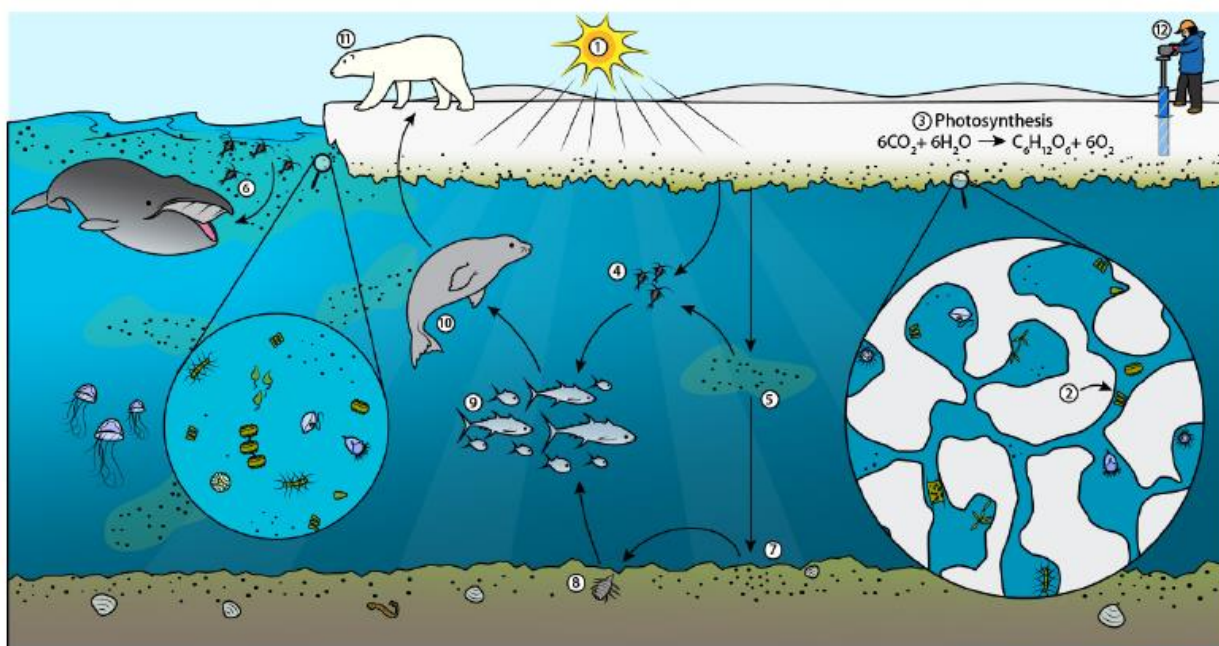
Тяготеет к кромке

Вода

Снег

Суша

Причина
перемещений
Инструментарий



Доступность солнечного света

Распространение причинно-следственной связи по пищевой цепочке



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Лёд

Вода

Плавает

Снег

Суша

Причина
перемещений

Инструментарий



Скорость порядка 10 км/ч.

Сеголетки умеют плавать.

«Заплывы» на 100 км обычны (Рожнов и др., 2017), (Платонов и др., 2019).

В Книге рекордов Гиннеса зафиксирован заплыв на 687 км (Durner et al., 2011) с потерей 22 % массы тела за 9 суток плавания и 54 суток ходьбы.



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Лёд

Вода

Снег

Ходит

Залегают в берлоги

Суша

Причина перемещений

Инструментарий



Оставляют следы

- оценка полового состава ввиду сильного полового диморфизма
- размер выводка
- тропление при отловах
- выявление превалирующего направления перемещений



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Лёд

Вода

Снег

Ходит

Залегают в берлоги

Суша

Причина
перемещений

Инструментарий



- Родовые берлоги с октября-ноября по март-апрель
- Как на суше, так и во льдах (Rode et al., 2018)



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Лёд
Вода
Снег

Суша

Причина
перемещений
Инструментарий



Рисунок из работы
(Рожнов и др., 2014)

Родовые берлоги на суше: крутизна и экспозиция склонов, снегонакопление

Альтернатива проведения безледового сезона: меньшие энергозатраты

Антропогенные источники пищи (Рожнов и др., 2014),
(Платонов и др., 2019)



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина
перемещений

Транспортная
платформа

Смещение
местообитаний

Дрейф льда

Инструментарий

- Поиск объектов питания
- Поиск пары
- Защита потомства



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина
перемещений

Транспортная
платформа

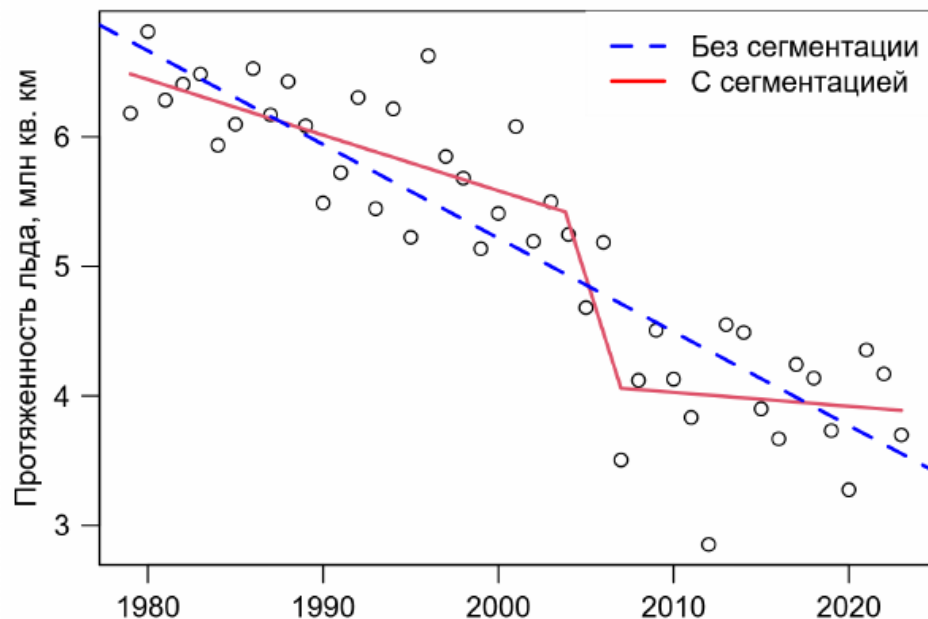
Смещение
местообитаний

Климатические
изменения
ледовитости

Сезонные изменения
ледовитости

Дрейф льда

Инструментарий



Летний минимум без
Гренландского моря
(Durner et al., 2009).

Линейный тренд (1979-2023) $-72 \pm 6 \times 10^3 \text{ км}^2/\text{год}$

Сегментация (Muggeo, 2003).

Точки разрыва ~ 2004 и 2007 гг.

Линейный тренд (2007-2023) $-11 \pm 6 \times 10^3 \text{ км}^2/\text{год}$



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина перемещений

Транспортная платформа

Смещение местообитаний

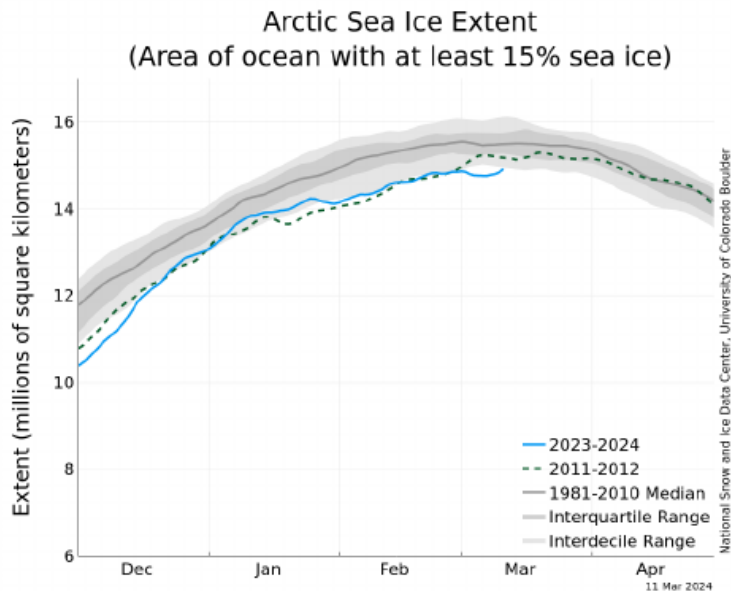
Климатические изменения ледовитости

Сезонные изменения ледовитости ••

Дрейф льда

Инструментарий

Протяженность ледяного покрова Арктики



«Вертикальная» и «горизонтальная» проекция изменений

- Вертикальная: на фиксированную дату больше или меньше льда?
- Горизонтальная: для фиксированной площади более ранее/позднее таяние/образование льда?



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина
перемещений

Транспортная
платформа

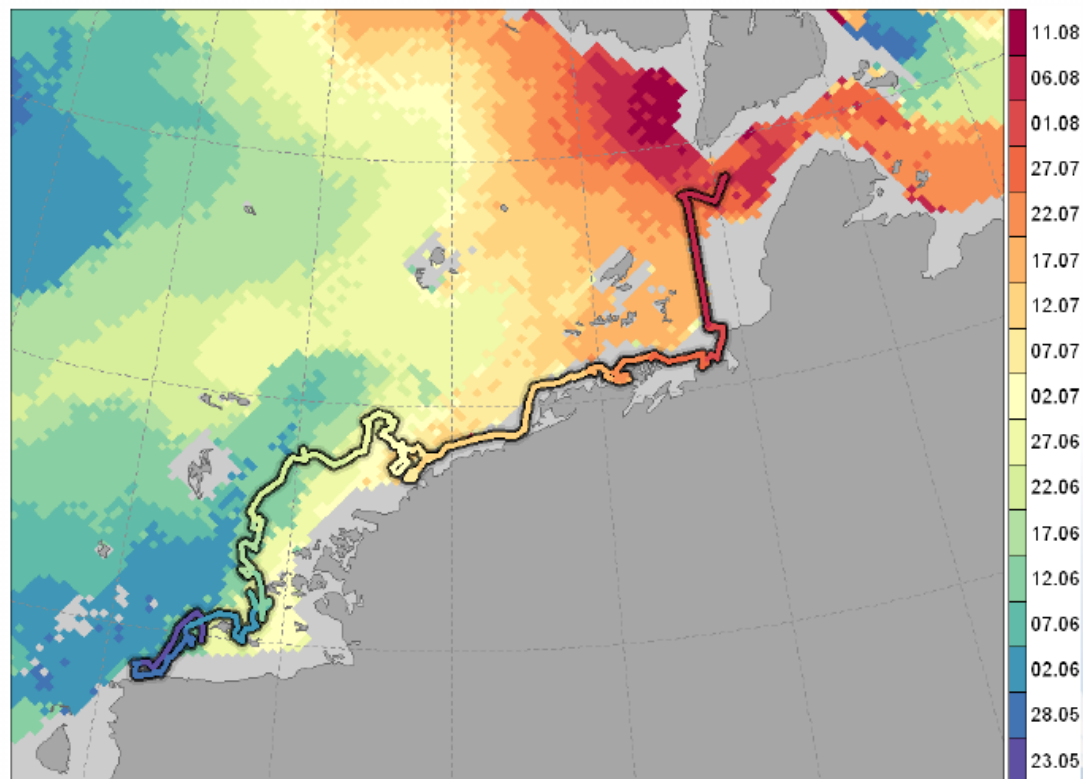
Смещение
местообитаний

Климатические
изменения
ледовитости

Сезонные изменения
ледовитости **

Дрейф льда

Инструментарий



Перемещение самки белого медведя (Рожнов и др., 2017), наложенное на фенологическую карту вскрытия ледяного покрова. Цветовая легенда единая для участков траектории и для фенокарты.



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина
перемещений

Транспортная
платформа

Смещение
местообитаний

Дрейф льда •••

Инструментарий

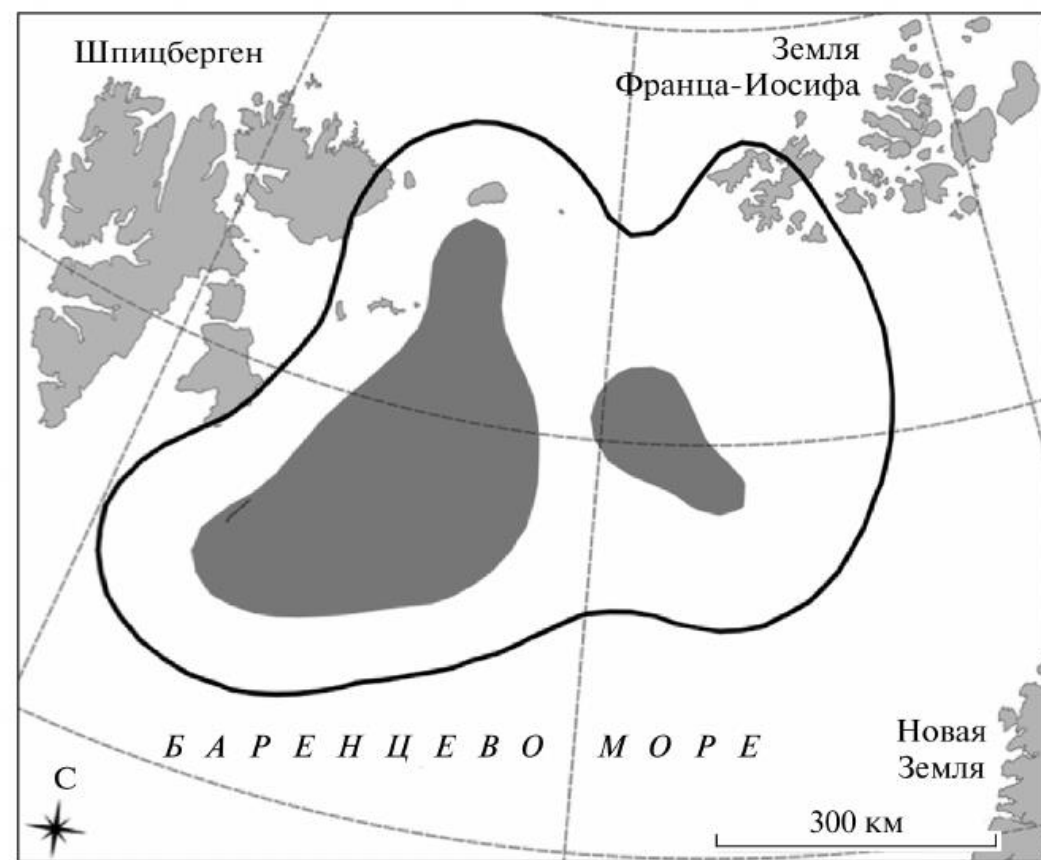


Рисунок из работы (Платонов и др., 2014).



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

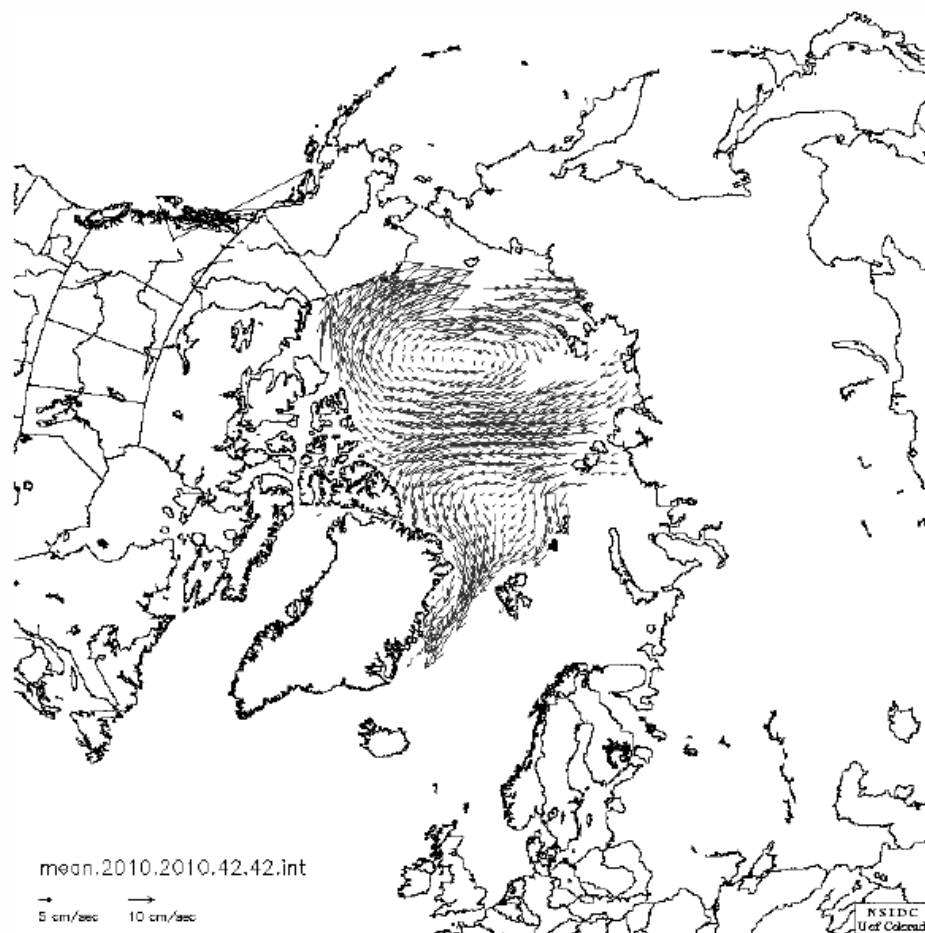
Причина
перемещений

Транспортная
платформа

Смещение
местообитаний

Дрейф льда ...

Инструментарий



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина
перемещений

Транспортная
платформа

Смещение
местообитаний

Дрейф льда ...

Инструментарий

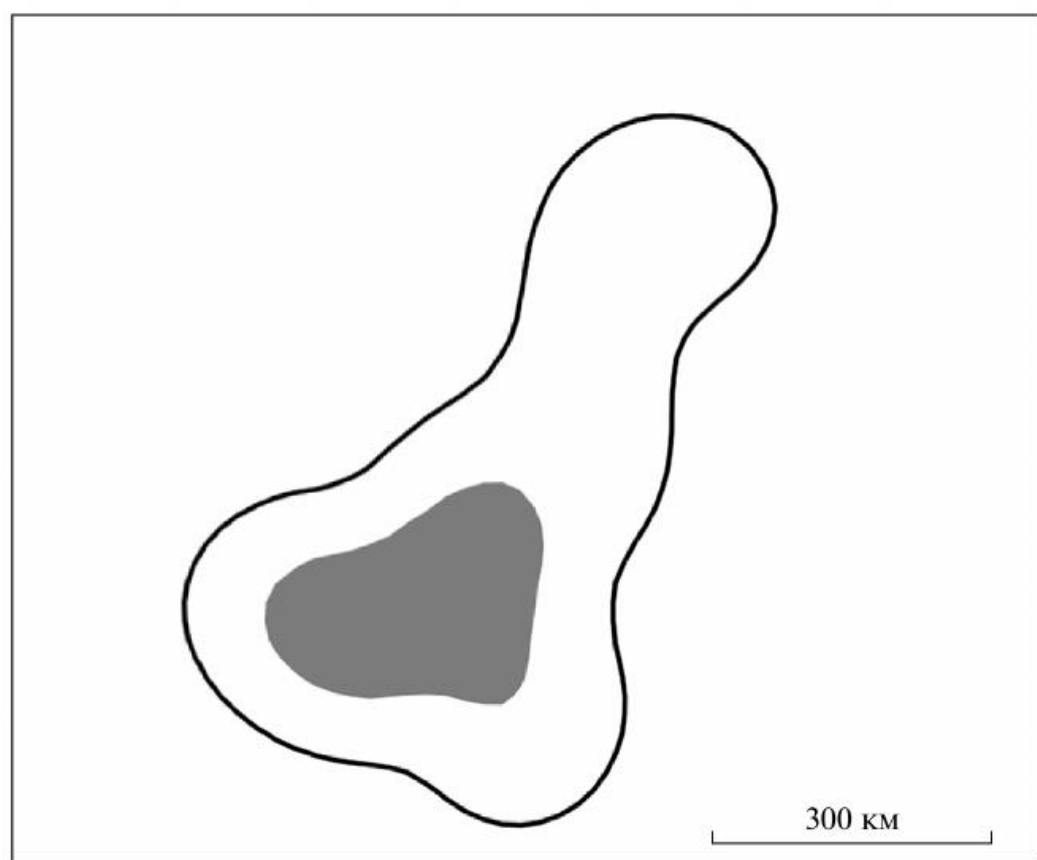


Рисунок из работы (Платонов и др., 2014).



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Спутниковая телеметрия

Argos. Передатчики «Эс-Пас». Трафик CLS.

Фильтрация

Построение локаций поставщиком данных:

- наименьших квадратов
- фильтр Калмана

Argos-фильтры (Freitas et al., 2008), (Douglas et al., 2012) для исключения локаций, вызывающих «шипы» траектории.

Построение траектории

Метод коррелированного случайного блуждания (Jonsen et al., 2020).



Среда обитания

Причина
перемещений

Инструментарий

Данные и методы

Характеристики

Применение

Периоды активности

Скорость движения (среднесуточное смещение),
прямолинейность траектории

- Целенаправленное перемещение
- Успешная охота и отдых

Участки обитания

Оценка площади

- Минимальным выпуклым многоугольником
- Методом кёрнел



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина
перемещений

Инструментарий

Данные и методы

Характеристики

Применение

Функция выбора
ресурсов

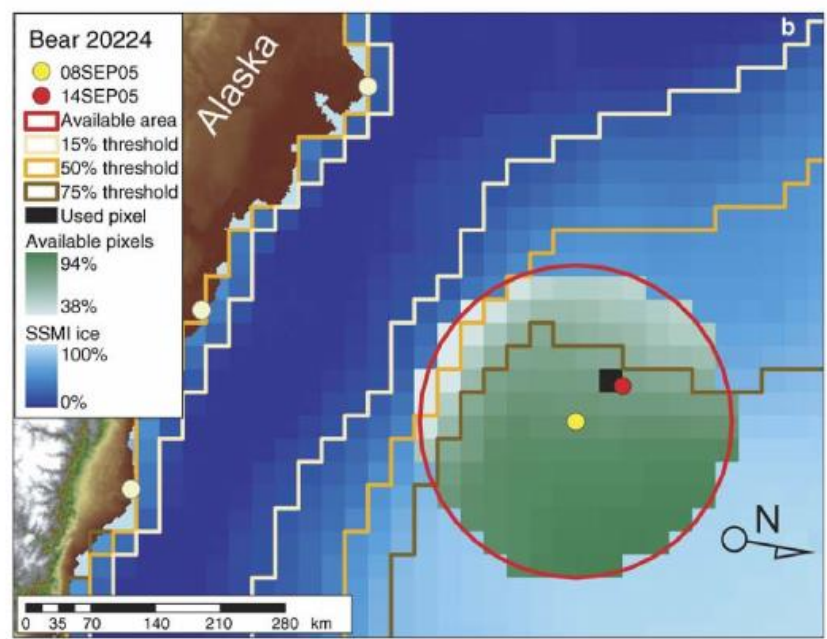
Функция выбора
шага

Пелагический и
прибрежный экотипы

Выделение
обособленных
группировок

$$\text{Логистическая регрессия } w(X) = \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots)$$

Рисунок из работы
(Durner et al., 2009).



Resource Selection Function (RSF)

- Доступно
- Использовано



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Среда обитания

Причина
перемещений

Инструментарий

Данные и методы

Характеристики

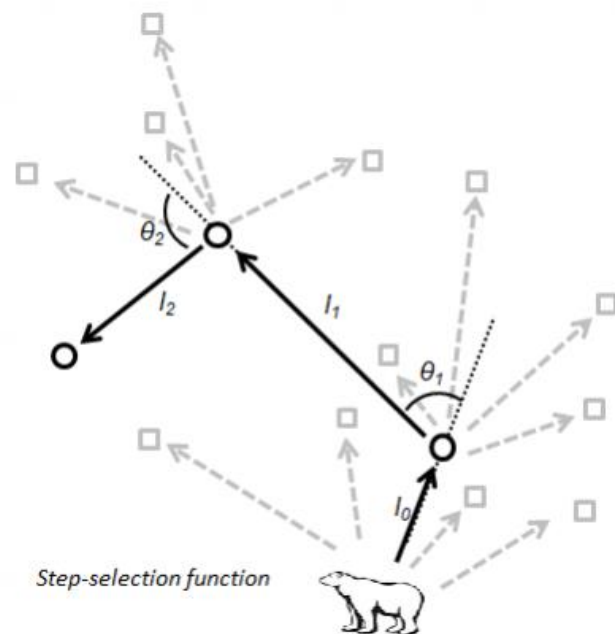
Применение

Функция выбора
ресурсов

Функция выбора
шага

Пелагический и
прибрежный экотипы

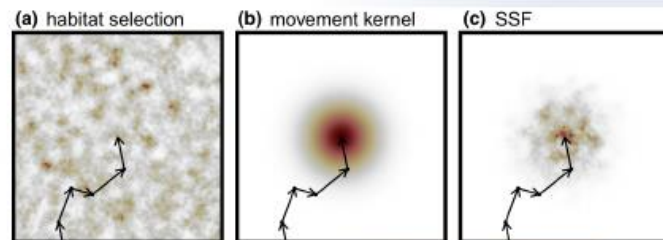
Выделение
обособленных
группировок



Step selection function (SSF)
(Wilson et al., 2022).

Условия окружающей среды
при выбранном шаге в
сравнении с возможными
шагами.

- Размер шага (*гамма*)
- Направление шага (*вон Мизеса*)



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



20 / 24

Среда обитания
Причина
перемещений
Инструментарий

Данные и методы
Характеристики

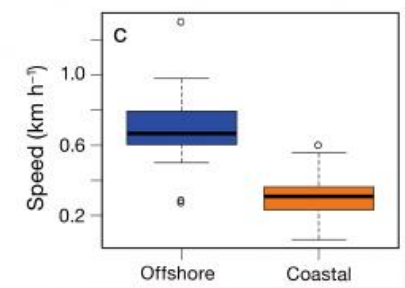
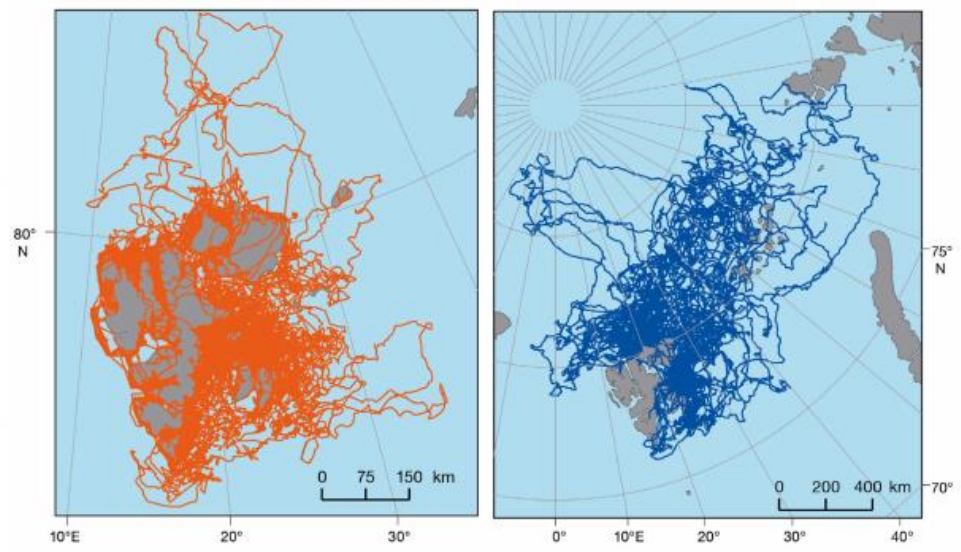
Применение

Функция выбора
ресурсов

Функция выбора
шага

Пелагический и
прибрежный экотипы

Выделение
обособленных
группировок



Рисунки из работы (Blanchet et al., 2020).

Выбор различных стратегий использование ресурсов среды.



Среда обитания
Причина
перемещений
Инструментарий

Данные и методы
Характеристики

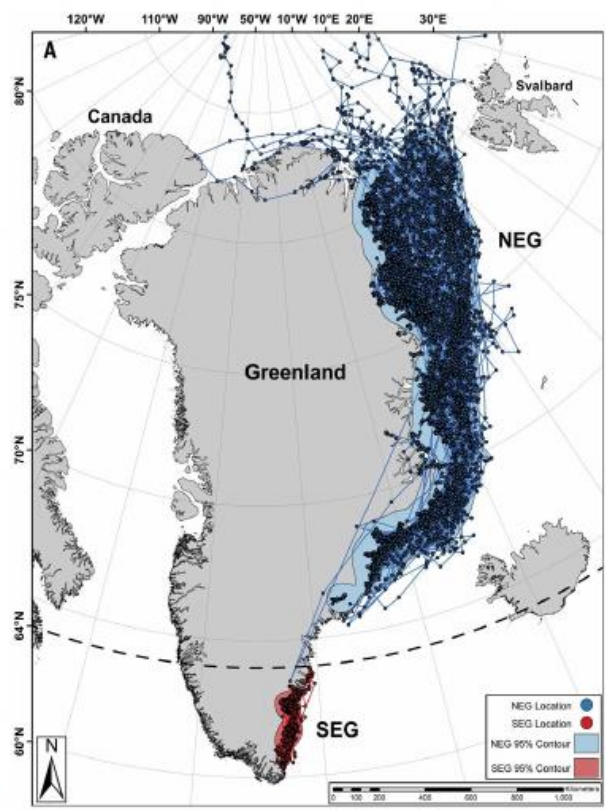
Применение

Функция выбора
ресурсов

Функция выбора
шага

Пелагический и
прибрежный экотипы

Выделение
обособленных
группировок



Рисунки из работ (Laidre et al., 2022),
(Mauritzen et al., 2002).



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



Исполнители

Постоянно действующая экспедиция РАН по изучению животных Красной книги Российской Федерации и других особо важных животных фауны России

Программа изучения белого медведя в Российской Арктике

В. Рожнов, С. Найденко, И. Мордвинцев, Е. Иванов, Н. Платонов

Благодарности

- Русское географическое общество
- ПАО «НК «Роснефть»
- Национальный парк «Русская Арктика»

Соблюдение этических стандартов

Все манипуляции с белыми медведями выполнены в соответствии с протоколом № 37 от 25 мая 2020 г. Комитета по этике ИПЭЭ РАН.

Заимствованные изображения

- [Photographing Polar Bears with Amos Nachoum](#)
- [National Snow and Ice Data Center](#)
- [Wallpaper Abyss](#)
- [LEViiMAGES](#)
- [ARCTIC PORTAL.org](#)
- (Michelot et al., 2023), (Barber et al., 2009)
- Постоянно действующая экспедиция РАН

ПЛАТОНОВ Н. Г., КАБИНЕТ МЕТОДОВ ДЗЗ И ТЕМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ИПЭЭ РАН. PLATONOV@SEVIN.RU



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года



- Amstrup, S. C., G. Durner, T. C. McDonald, D. Mulcahy, and G. Garner (2001). "Comparing movement patterns of satellite-tagged male and female polar bears". In: *Canadian Journal of Zoology* 79.12, pp. 2147-2158. DOI: 10.1139/cjz-79-12-2147. URL: <http://pubs.er.usgs.gov/publication/70023089> (visited on Jan. 04, 2018).
- Barber, D. G., J. V. Lukovich, J. Keogak, S. Baryluk, L. Fortier, and G. Henry (2009). "The Changing Climate of the Arctic". In: *ARCTIC* 61.5. ISSN: 0004-0843.
- Blanchet, M., J. Aars, M. Andersen, and H. Routti (2020). "Space-use strategy affects energy requirements in Barents Sea polar bears". In: *Marine Ecology Progress Series* 639, pp. 1-19. DOI: 10.3354/meps13290.
- Douglas, D. C., R. Weinzierl, S. C. Davidson, R. Kays, M. Wikelski, and G. Bohrer (2012). "Moderating Argos location errors in animal tracking data". In: *Methods in Ecology and Evolution* 3.6. Ed. by L. Giuggioli, pp. 999-1007. DOI: 10.1111/j.2041-210x.2012.00245.x.
- Durner, G. M., D. C. Douglas, R. M. Nielson, S. C. Amstrup, T. L. McDonald, I. Stirling, M. Mauritzen, E. W. Born, Ø. Wiig, E. DeWeaver, M. C. Serreze, S. E. Belikov, M. M. Holland, J. Maslanik, J. Aars, D. A. Bailey, and A. E. Derocher (2009). "Predicting 21st-century polar bear habitat distribution from global climate models". In: *Ecological Monographs* 79.1, pp. 25-58. ISSN: 1557-7015. DOI: 10.1890/07-2089.1.
- Durner, G. M., J. P. Whiteman, H. J. Harlow, S. C. Amstrup, E. V. Regehr, and M. Ben-David (2011). "Consequences of long-distance swimming and travel over deep-water pack ice for a female polar bear during a year of extreme sea ice retreat". In: *Polar Biology* 34.7, p. 975-984. ISSN: 1432-2056. DOI: 10.1007/s00300-010-0953-2.
- Freitas, C., C. Lydersen, M. A. Fedak, and K. M. Kovacs (2008). "A simple new algorithm to filter marine mammal Argos locations". In: *Marine Mammal Science* 24.3, pp. 315-325. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2007.00180.x.
- Jonsen, I. D., T. A. Patterson, D. P. Costa, P. D. Doherty, B. J. Godley, W. J. Grecian, C. Guinet, X. Hoenner, S. S. Kienle, P. W. Robinson, S. C. Votier, S. Whiting, M. J. Witt, M. A. Hindell, R. G. Harcourt, and C. R. McMahon (2020). "A continuous-time state-space model for rapid quality control of argos locations from animal-borne tags". In: *Movement Ecology* 8.1. ISSN: 2051-3933. DOI: 10.1186/s40462-020-00217-7. URL: <http://dx.doi.org/10.1186/s40462-020-00217-7>.
- Laidre, K. L., M. A. Supple, E. W. Born, E. V. Regehr, Ø. Wiig, F. Ugarte, J. Aars, R. Dietz, C. Sonne, P. Hegelund, C. Isaksen, G. B. Akse, B. Cohen, H. L. Stern, T. Moon, C. Vollmers, R. Corbett-Detig, D. Paetkau, and B. Shapiro (2022). "Glacial ice supports a distinct and undocumented polar bear subpopulation persisting in late 21st-century sea-ice conditions". In: *Science* 376.6599, pp. 1333-1338. DOI: 10.1126/science.abk2793.
- Mauritzen, M., A. E. Derocher, Ø. Wiig, S. E. Belikov, A. N. Boltunov, E. Hansen, and G. W. Garner (2002). "Using satellite telemetry to define spatial population structure in polar bears in the Norwegian and western Russian Arctic". In: *Journal of Applied Ecology* 39.1, pp. 79-90. DOI: 10.1046/j.1365-2664.2002.00690.x.
- Michelot, T., N. J. Klappstein, J. R. Potts, and J. Fieberg (2023). "Understanding step selection analysis through numerical integration". In: *Methods in Ecology and Evolution*. ISSN: 2041-210X. DOI: 10.1111/2041-210x.14248.
- Muggeo, V. M. R. (2003). "Estimating regression models with unknown break-points". In: *Statistics in Medicine* 22.19, p. 3055-3071. ISSN: 1097-0258. DOI: 10.1002/sim.1545. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/sim.1545>.
- Rode, K. D., J. Olson, D. Eggert, D. C. Douglas, G. M. Durner, T. C. Atwood, E. V. Regehr, R. R. Wilson, T. Smith, and M. S. Martin (2018). "Den phenology and reproductive success of polar bears in a changing climate". In: *Journal of Mammalogy* 99.1, pp. 16-26. DOI: 10.1093/jmammal/gyx181.
- Wilson, R. R., M. S. Martin, E. V. Regehr, and K. D. Rode (2022). "Intrapopulation differences in polar bear movement and step selection patterns". In: *Movement Ecology* 10.1. DOI: 10.1186/s40462-022-00326-5.
- Платонов, Н. Г., И. А. Мизин, Е. А. Иванов, И. Н. Мордвинцев, С. В. Найденко, and В. В. Рожнов (2019). "Использование белым медведем (*Ursus maritimus*) местообитаний вдоль береговой линии в течение года по данным спутникового мониторинга". In: *Исследование Земли из космоса*, pp. 80-91. DOI: 10.31857/S0205-96142019380-91. URL: <https://journals.eco-vector.com/0205-9614/article/view/14272>.
- Платонов, Н., В. Рожнов, И. Алпацкий, И. Мордвинцев, Е. Иванов, and С. Найденко (2014). "Оценка перемещений белого медведя с учетом дрейфа льда." In: *Доклады Академии наук: Общая биология* 456.3, pp. 366-369. DOI: 10.7868/S0869565214150249. URL: http://bear.sevin-expedition.ru/netcat_files/146/81/Platonov_2014_2.pdf.
- Рожнов, В., Н. Платонов, И. Мордвинцев, С. Найденко, Е. Иванов, and П. Ершов (2014). "Перемещения радиомеченых самок белого медведя (*Ursus maritimus*) на острове Земля Александры (архипелаг Земля Франца-Иосифа) в безледный период осенью 2011 г.". In: *Зоологический журнал* 93.11, pp. 1354-1368. ISSN: 0044-5134. DOI: 10.7868/S0044513414080091. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?doi=10.7868/S0044513414080091>.
- Рожнов, В., Н. Платонов, С. Найденко, И. Мордвинцев, and Е. Иванов (2017). "Перемещение самки белого медведя в Карском море в период летнего таяния льда". In: *Доклады Академии наук*, pp. 359-363. DOI: 10.7868/S0869565217030276.

