

# 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



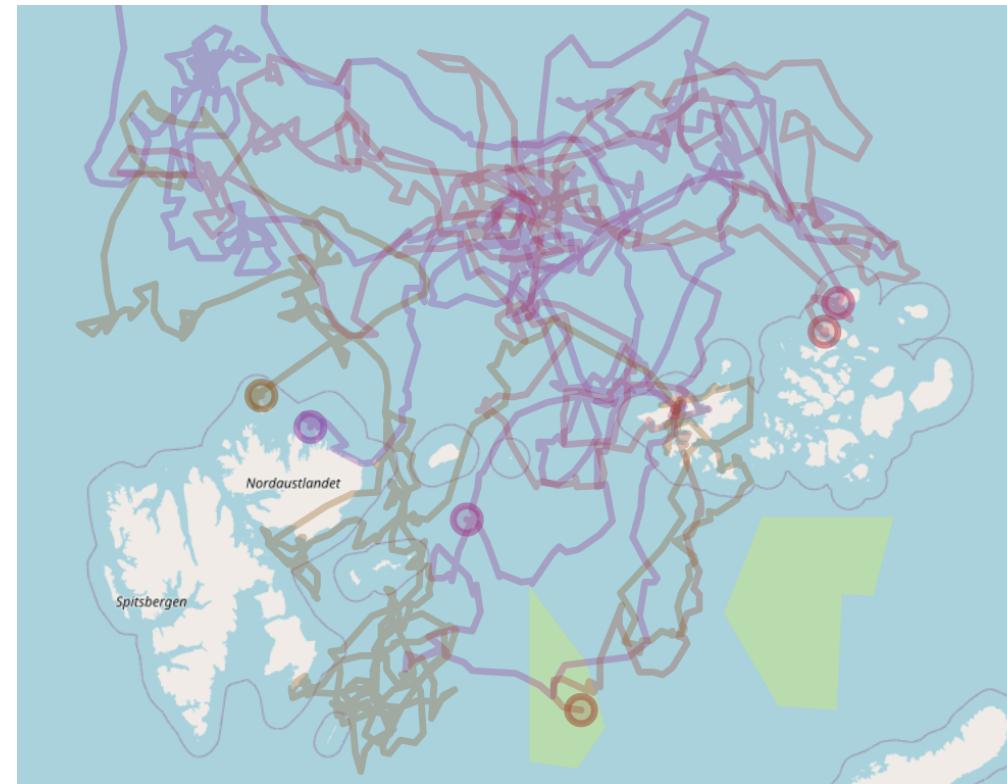
Обновлено: 2024-03-18 13:29

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).



Среда обитания  
Лёд  
Ходит  
Охотится  
Отдыхает  
Тяготеет к кромке  
Вода  
Снег  
Суша  
Причина  
перемещений  
Инструментарий



© Amos Nachoum

Основный 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

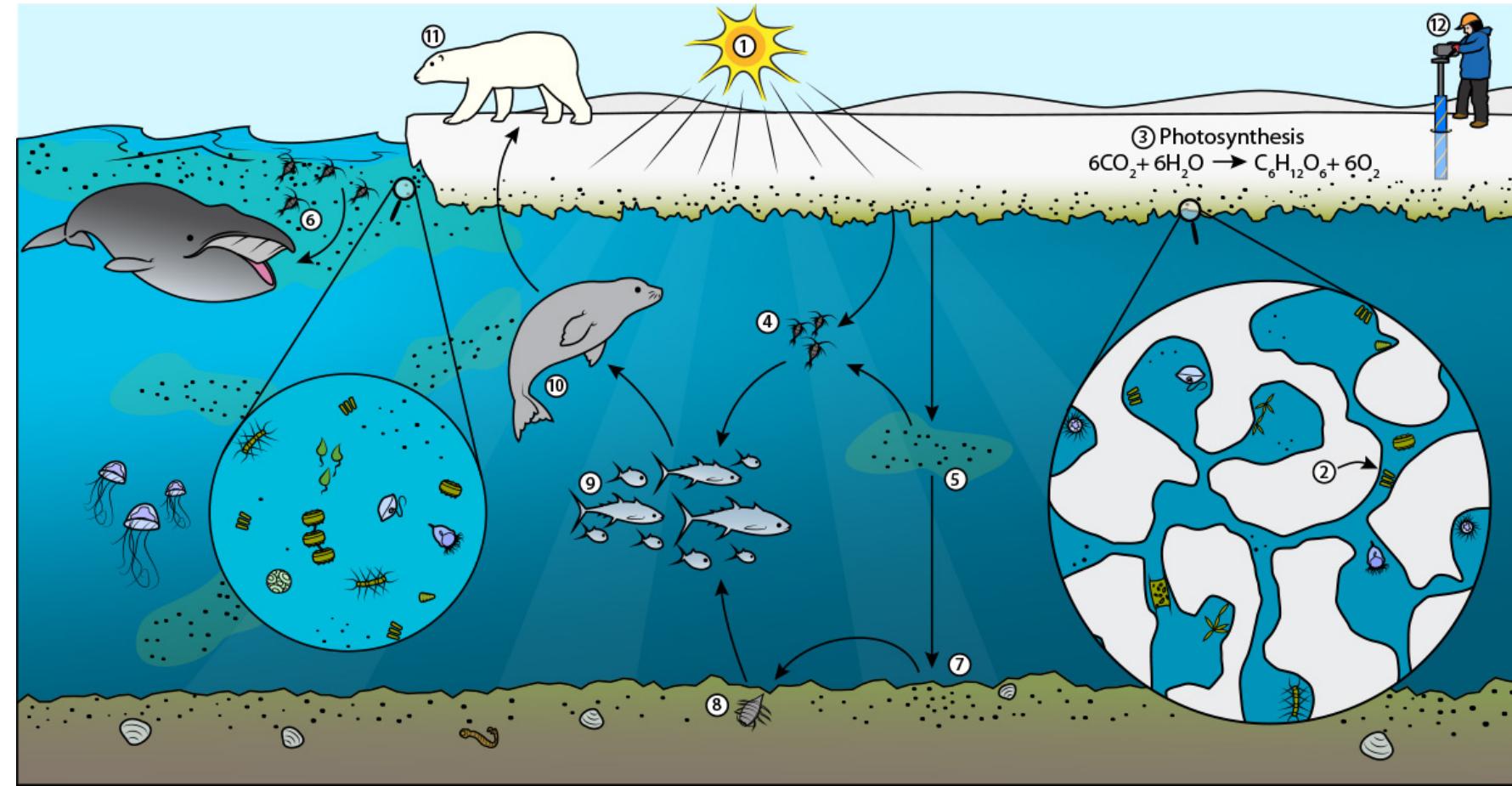
Вода

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.



# Среда обитания

Лёд

Вода

Снег

Ходит

Залегает в берлоги

Суша

Причина  
перемещений

Инструментарий



Оставляет 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

Залегает 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

Антropогенные 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



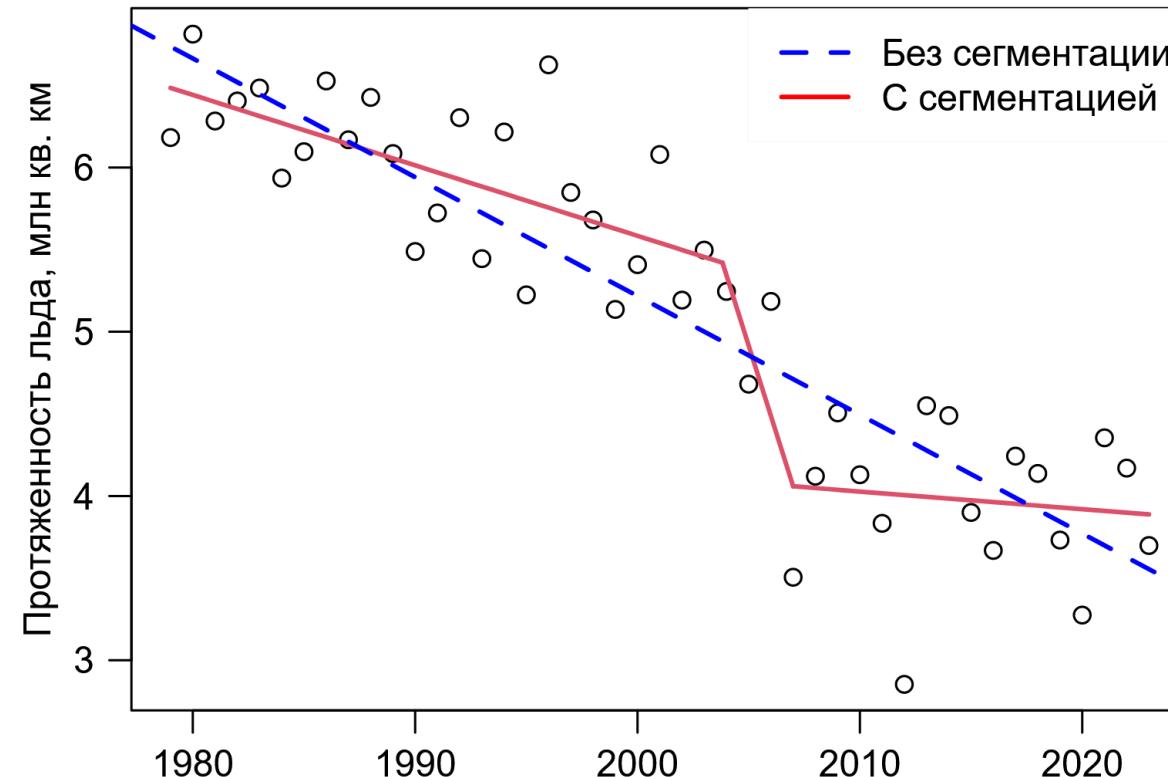
VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**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



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)  $-11 \pm 6 \times 10^3 \text{ км}^2/\text{год}$

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



# Среда обитания

## Причина перемещений

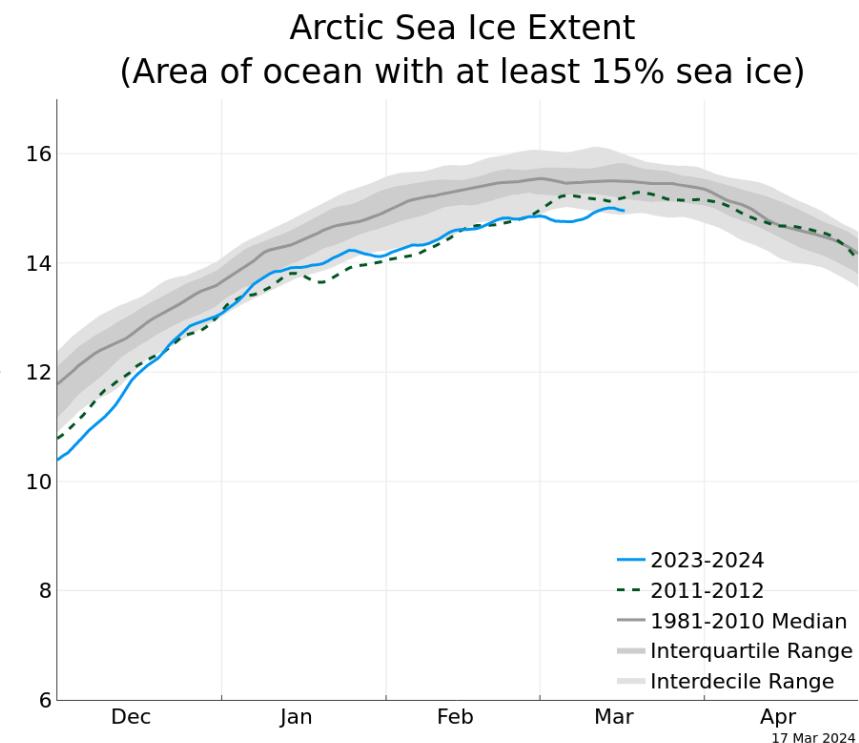
Транспортная  
платформа

Смещение  
местообитаний

Климатические  
изменения  
ледовитости

Сезонные изменения  
ледовитости •

Дрейф льда  
Инструментарий

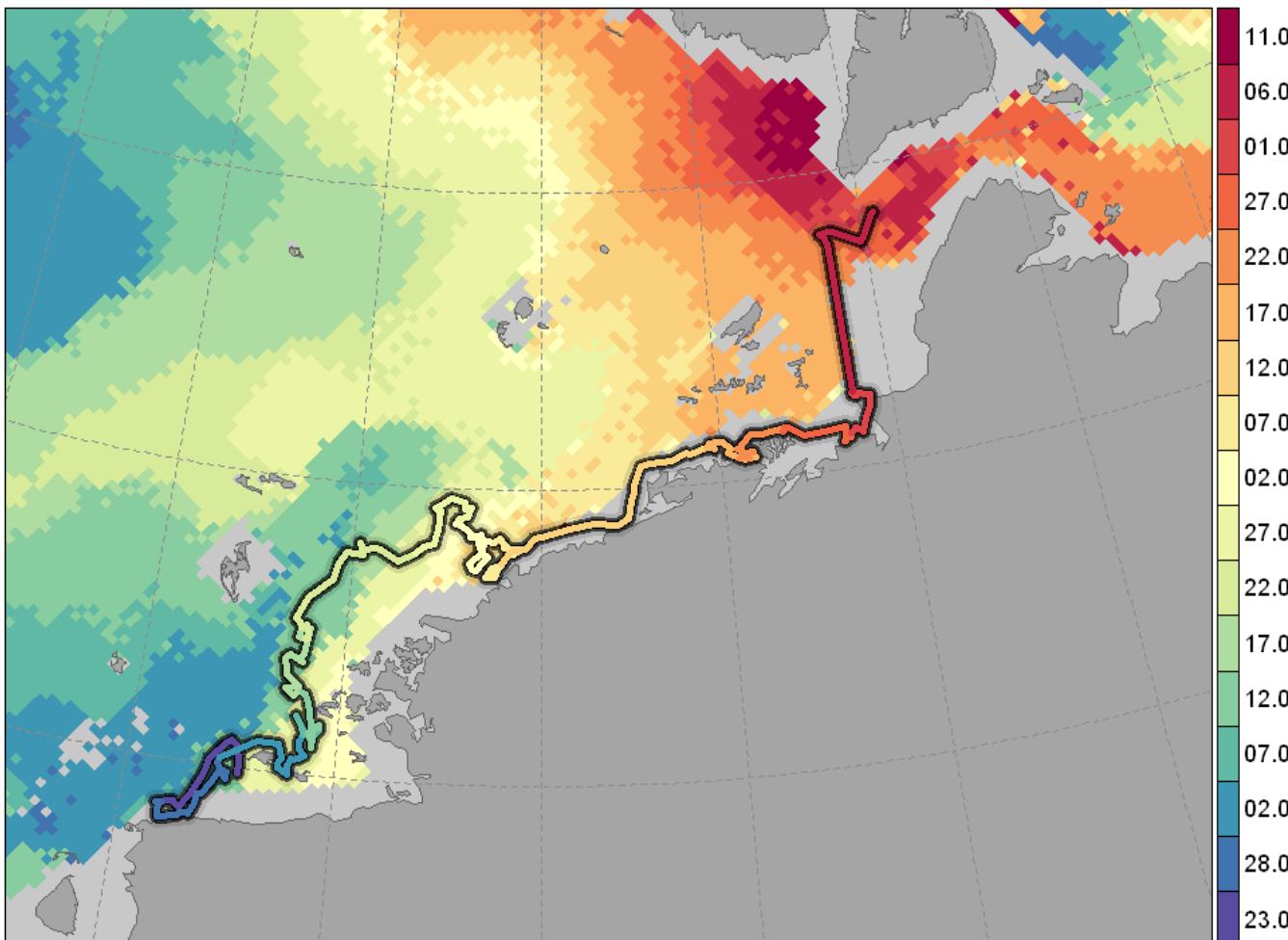


Протяженность ледяного покрова Арктики

«Вертикальная» и  
«горизонтальная»  
проекция  
изменений

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

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.



# Среда обитания

## Причина перемещений

### Транспортная платформа

### Смещение местообитаний

### Дрейф льда ...

### Инструментарий

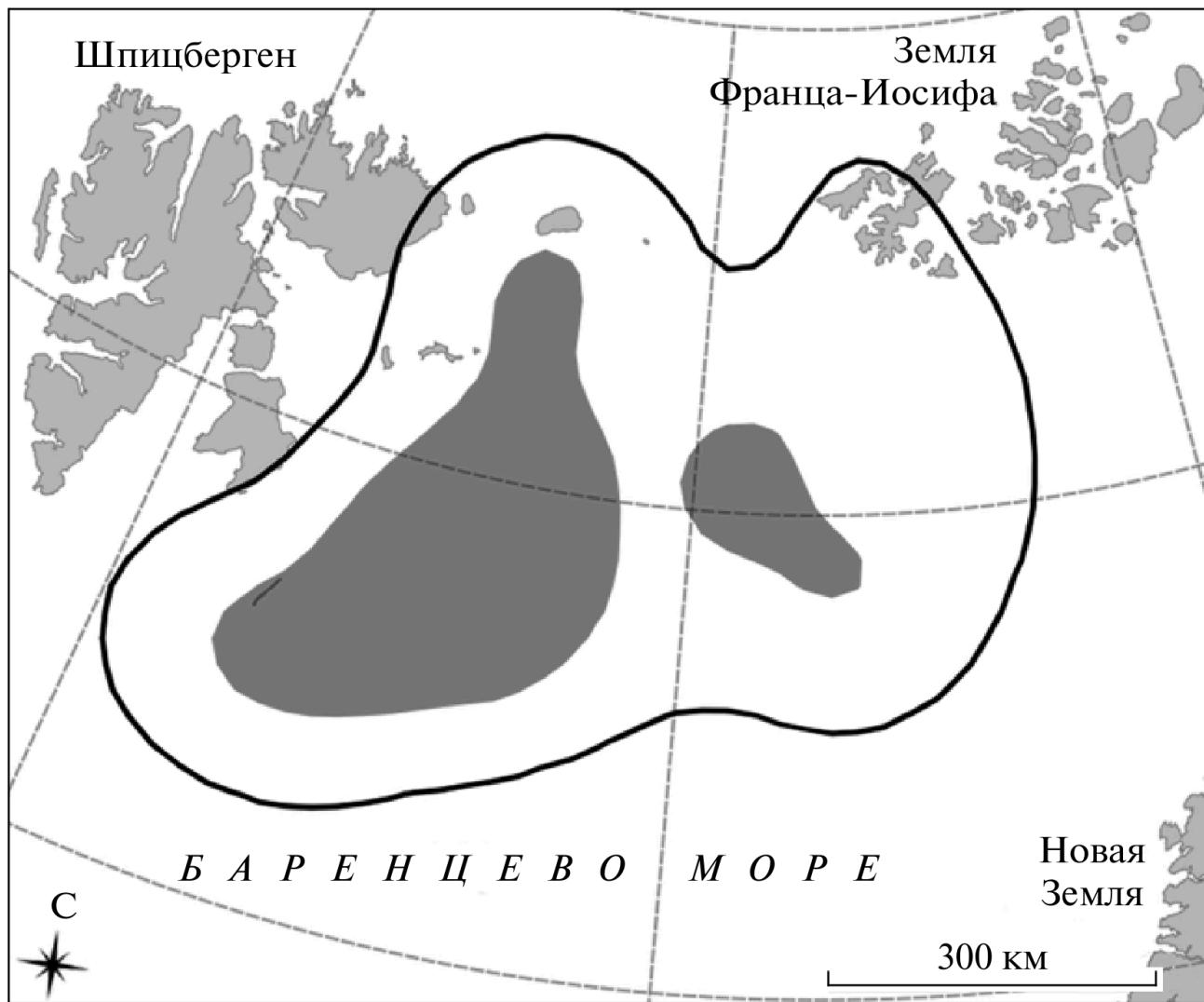
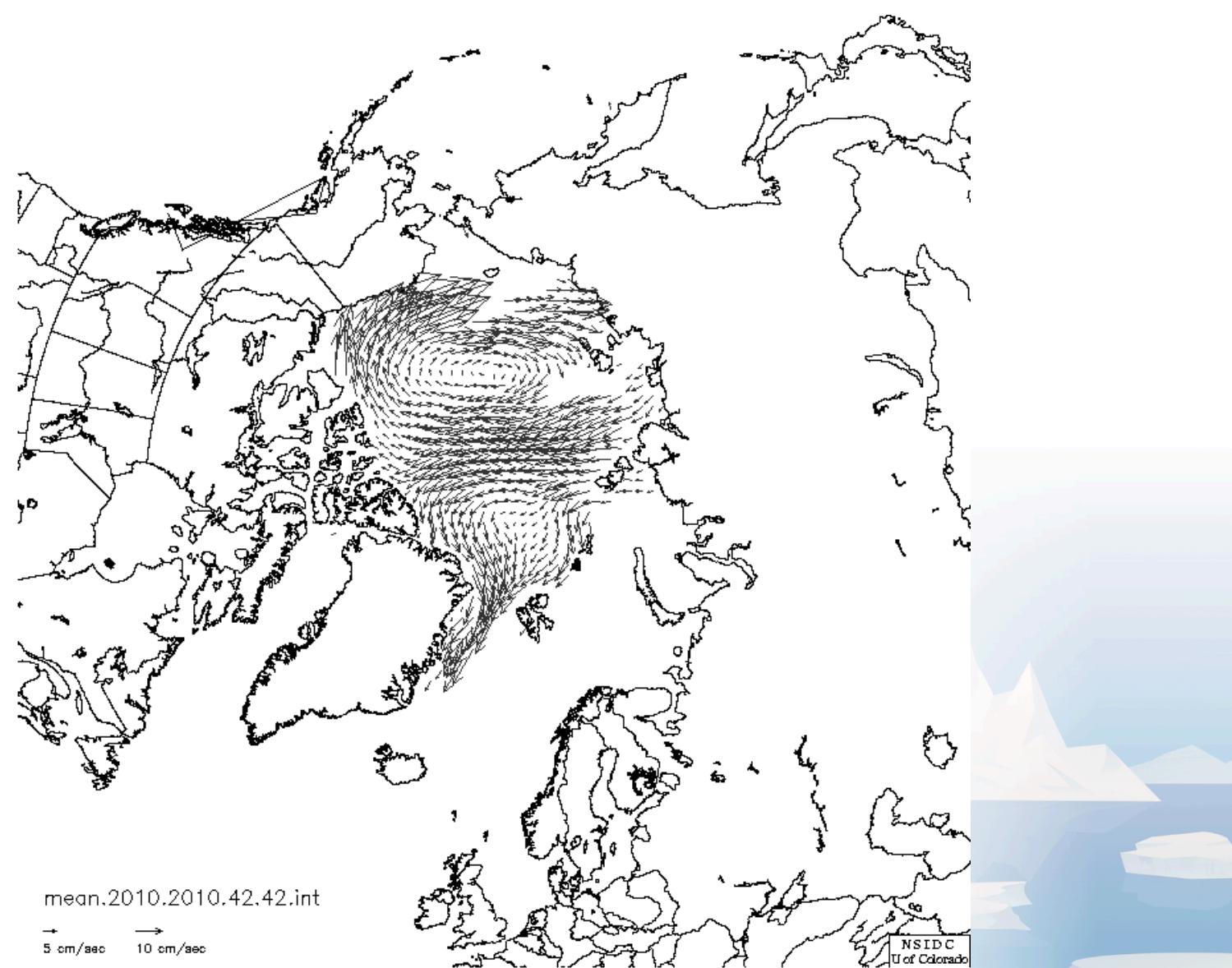


Рисунок из работы ([Платонов и др., 2014](#)).



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

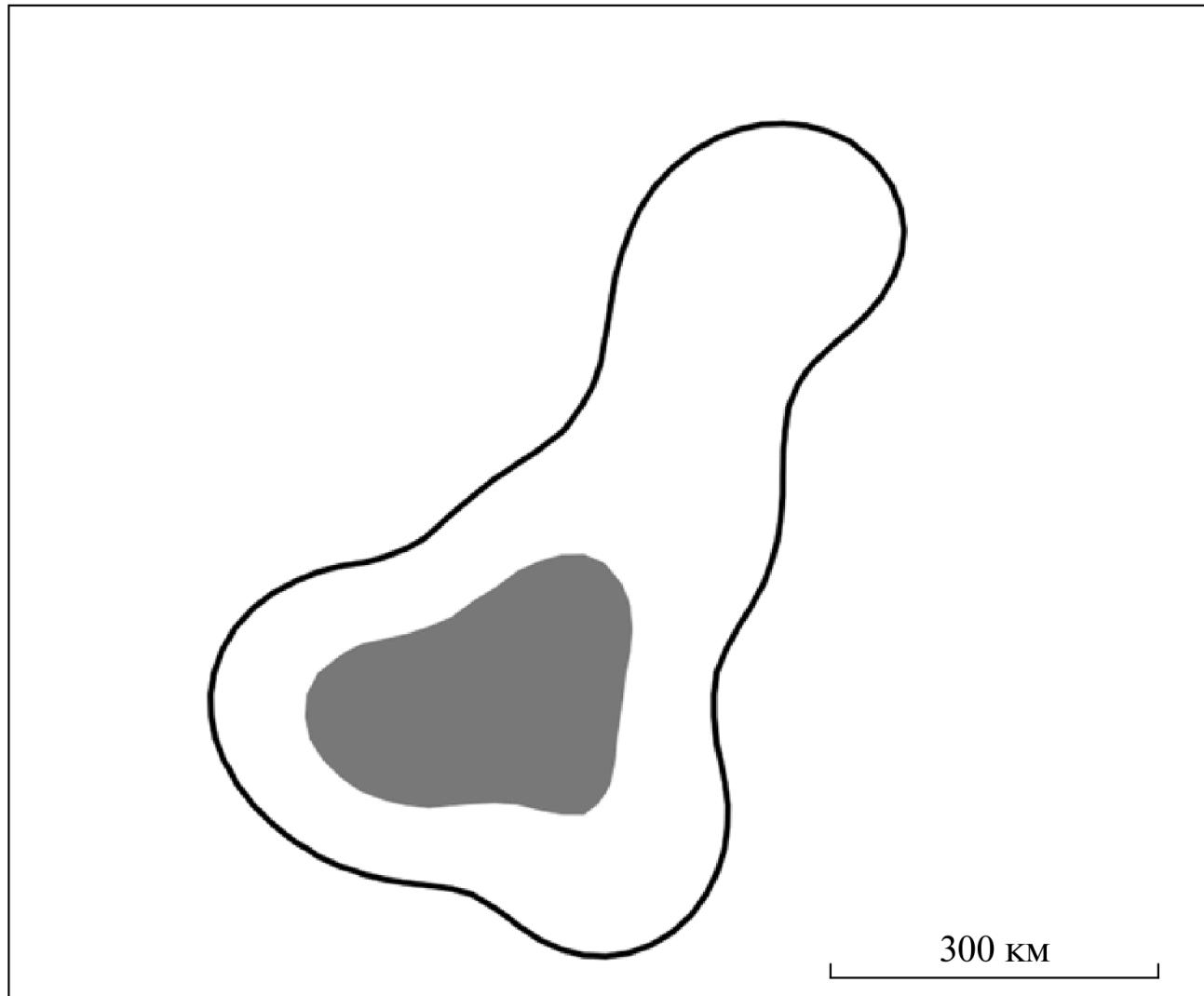


Рисунок из работы ([Платонов и др., 2014](#)).



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](#)).



## Периоды активности

Скорость движения (среднесуточное смещение),  
прямолинейность траектории

- Целенаправленное перемещение
- Успешная охота и отдых

## Участки обитания

Оценка площади

- Минимальным выпуклым многоугольником
- Методом кёрнел





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

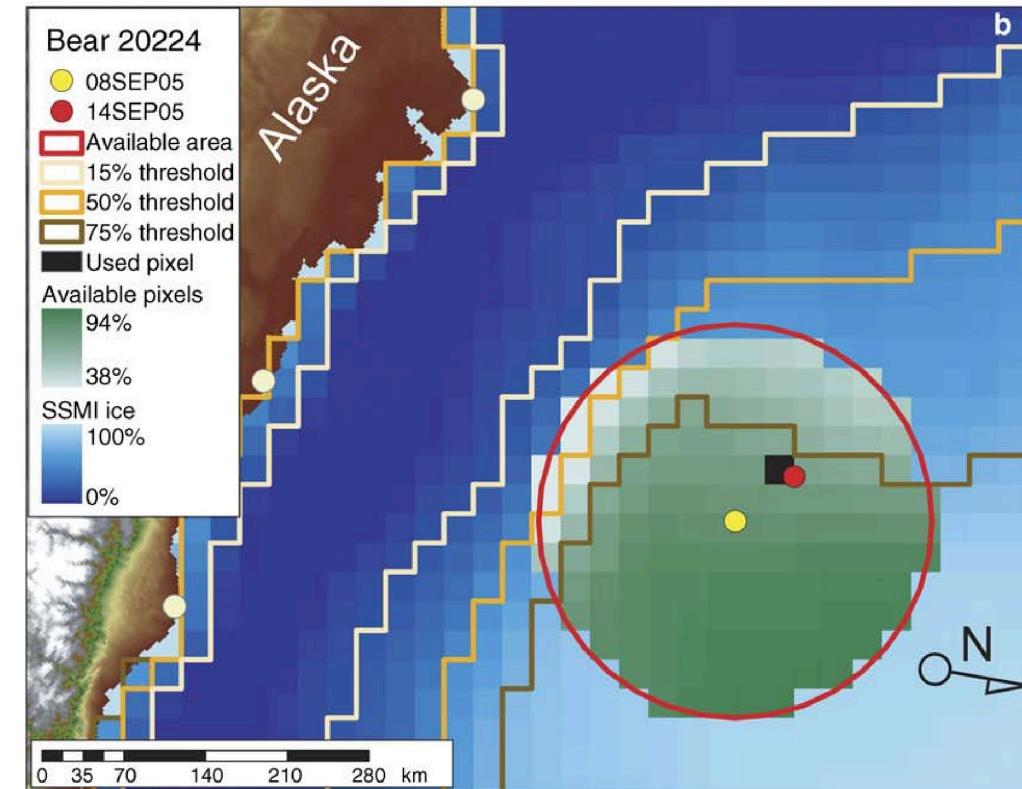
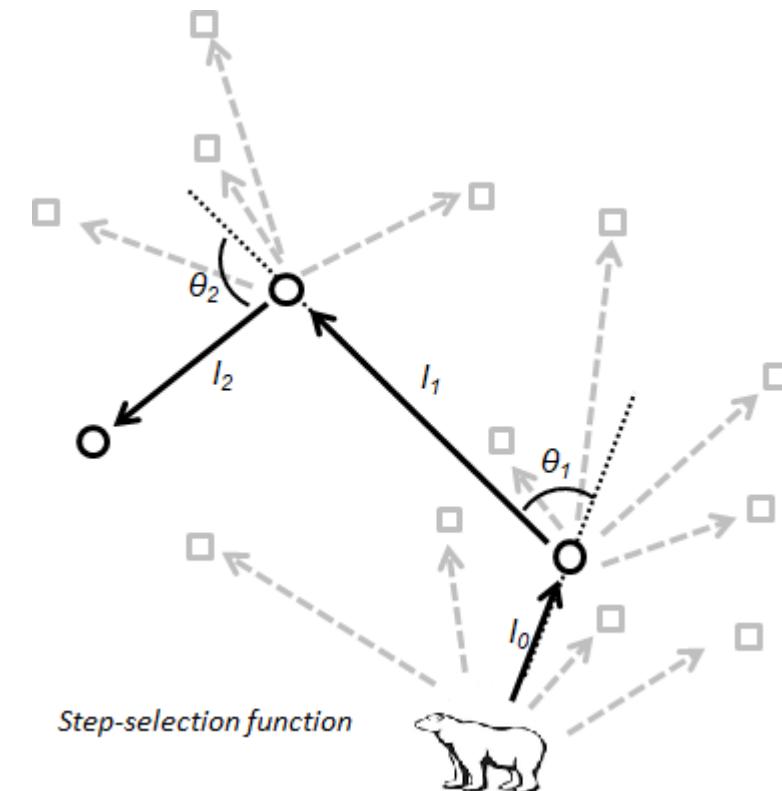


Рисунок из работы  
(Durner et al., 2009).

## Resource Selection Function (RSF)

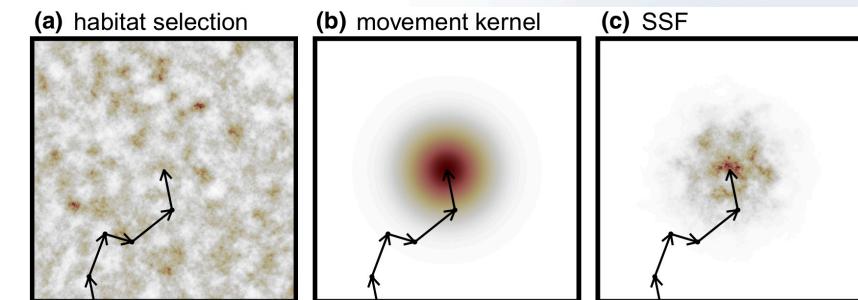
- Доступно
- Использовано



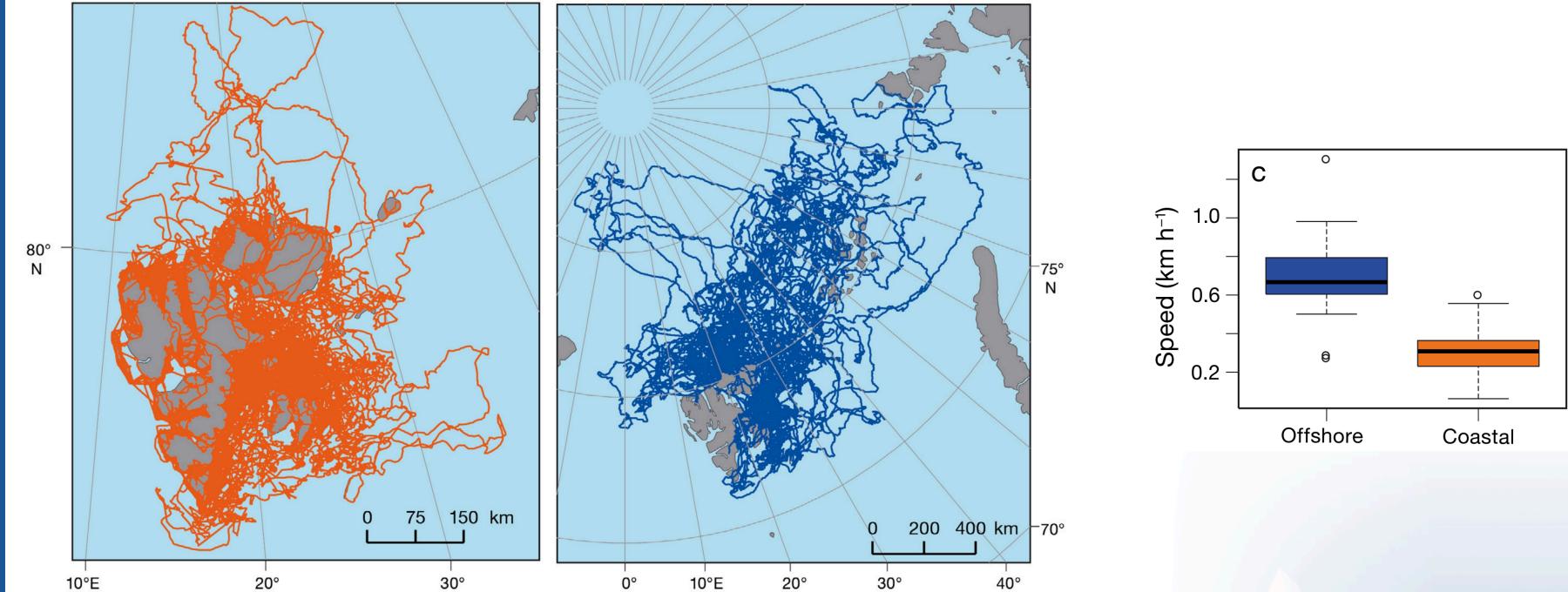
Step selection function (SSF)  
(Wilson et al., 2022).

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

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



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 использования ресурсов среды.



# Среда обитания

## Причина перемещений

## Инструментарий

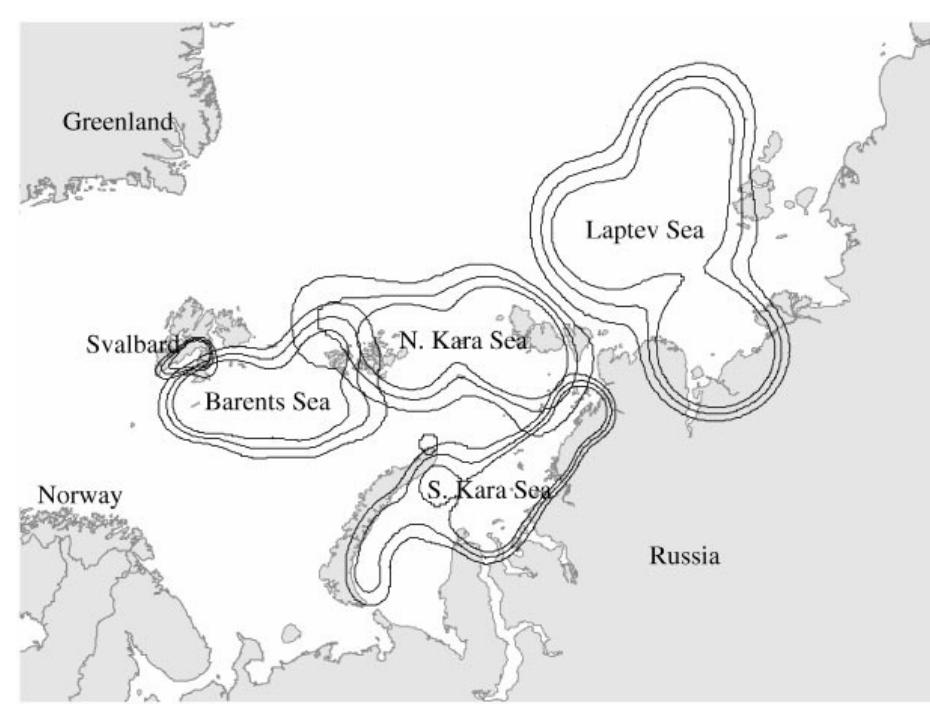
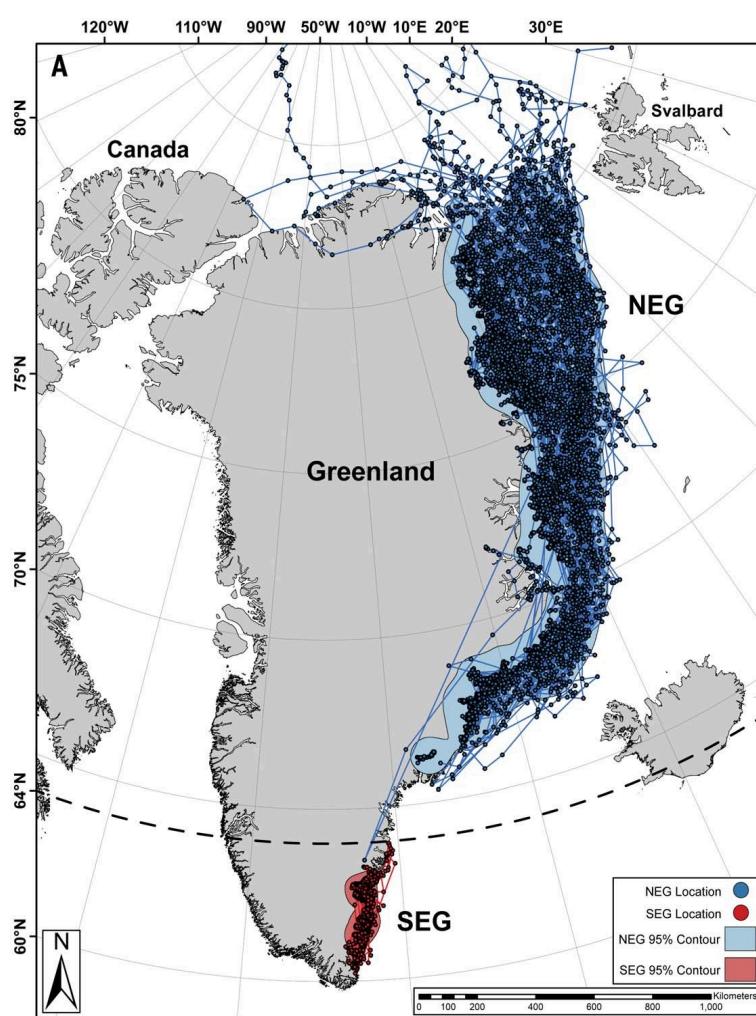
### Данные и методы

### 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](#)).





## 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»

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

VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

## 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



# Среда обитания

## Причина перемещений

### Инструментарий

- Amstrup, S. C., G. Durner, T. 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. Mauritsen, 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.
- Mauritsen, 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. Eggett, 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](http://bear.sevin-expedition.ru/netcat_files/146/81/Platonov_2014_2.pdf).
- Рожнов, В., Н. Платонов, И. Мордвинцев, С. Найденко, Е. Иванов, and Р. Ершов (2014). "Перемещения радиомечены самок белого медведя (*Ursus maritimus*) на острове Земля Александры (архипелаг Земля Франца-Иосифа) в безледный период осенью 2011 г.". Ru. 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.



VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## ВСЕЛЕННАЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ: Арктические экосистемы

19 - 21 марта 2024 года