

ОЦЕНКА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ С УЧЕТОМ ДРЕЙФА ЛЬДА

© 2014 г. Н. Г. Платонов, В. В. Рожнов, И. В. Алпацкий, И. Н. Мордвинцев,
Е. А. Иванов, С. В. Найдено

Представлено академиком Д.С. Павловым 03.12.2013 г.

Поступило 09.12.2013 г.

DOI: 10.7868/S0869565214150249

Основное местообитание белого медведя — льды Арктики, по которым он перемещается и на которых охотится. Изучение перемещений белого медведя направлено преимущественно на выявление параметров сезонных предпочтений им местообитаний [1] и оценку размера его участка обитания [2]. Однако льды, на которых обитает белый медведь, дрейфуют, и этот дрейф льда может оказывать существенное влияние на траекторию находящегося на нем животного. Ранее подвижность льда учитывалась лишь качественно, а для корректной оценки перемещений находящегося на льду животного необходим количественный учет скорости и направления дрейфа льда. Разработке методики такого количественного учета посвящена настоящая работа.

Перемещения белого медведя изучают с помощью ошейников со встроенным радиопередатчиком спутниковой системы Argos, которые устанавливают на взрослую самку. Дрейф льда Арктики оценивается с помощью автономных буев, спутниковых изображений и моделирования. Ассимиляция данных повышает точность оценки.

Для данного исследования выбрана одна из трех самок белого медведя, помеченных нами на о. Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа [3], которая перемещалась в Баренцевом море — районе с высокой подвижностью льда. По принятым сообщениям от установленного на ней спутникового ошейника, содержащим информацию о координатах и их точности, построена траектория с регулярным временным шагом 24 ч из вершин, характеризующих положение медведицы по состоянию на 12 : 00 гринвичского времени. Исключение ошибочных локаций из траектории осуществлено вручную. Координаты позиций вычислены взвешенным осреднением сообще-

ний (± 12 ч) с учетом класса точности и удаления по времени от полудня. Полученная траектория построена по 165 локациям, с 8 ноября 2010 г. по 21 апреля 2011 г.

Для дрейфа льда рассмотрено несколько наборов данных провайдеров OSISAF [4], CERSAT [5] и NSIDC [6]. Реализована независимая оценка дрейфа льда по данным концентрации и радиояркостных температур микроволнового радиометра AMSR-E [7] для визуальной верификации заимствованных наборов данных.

Дрейф льда по спутниковым данным оценивали методом максимальной кросс-корреляции [3]. В собственной реализации каждый из четырех каналов 36 и 89 ГГц обеих поляризаций рассматривали независимо с обзором данных по положению кромки льда, поверхностному ветру и давлению на уровне моря.

Векторы дрейфа льда для локаций самки белого медведя построены с помощью метода пространственной интерполяции — ординарного кригинга [8] с максимальным удалением 200 км. Для аппроксимации вариограммы использована функция Бесселя, показавшая в большинстве случаев наименьшие ошибки в сравнении с другими функциями.

Набор данных OSISAF отражает оценку дрейфа льда за 2-дневный интервал, CERSAT представляет перемещение льда по данным AMSR-E за 2, 3 и 6 дней, по данным ASCAT — за 3 и 6 дней, по объединенным данным ASCAT и SSM/I — за 3 и 6 дней, по объединенным данным QuikScat и SSM/I — за 3 и 6 дней. Из исходных наборов NSIDC использован среднесуточный дрейф в регулярной сетке.

Для согласования данных по дрейфу льда и перемещению белого медведя локаций животного проанализированы в те периоды, когда оказывалась возможной оценка дрейфа льда. Разность векторов абсолютного перемещения белого мед-

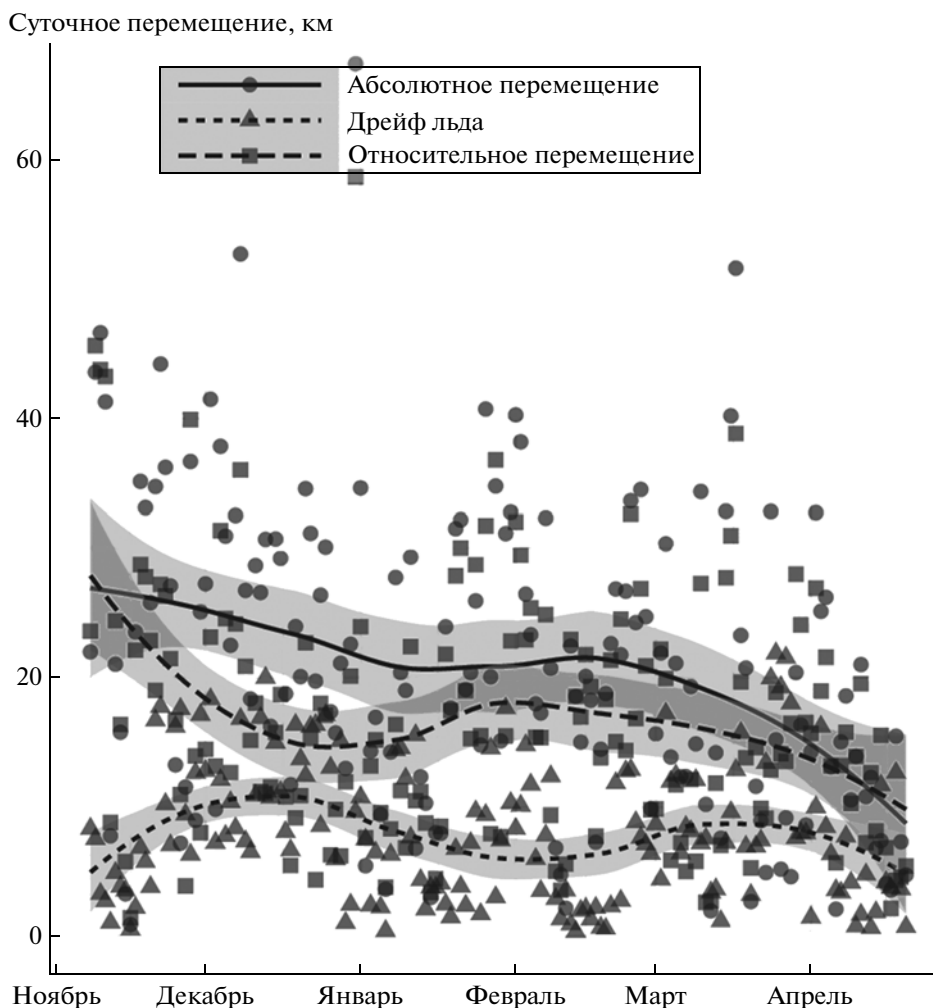


Рис. 1. Абсолютное перемещение самки белого медведя в течение суток, дрейф льда по данным NSIDC и перемещение животного относительно дрейфующего льда. Кривые и затемненная область соответствуют loess-сглаживанию [9] с 95%-м уровнем значимости.

ведя и дрейфа льда за одинаковый промежуток времени определяли как относительное перемещение животного. В дальнейшем проведено сравнение амплитуд векторов.

В местах локаций самки белого медведя скорость дрейфа льда по данным ASCAT мала, поэтому параметры абсолютного и относительного перемещения животного близки. Для остальных наборов абсолютное перемещение оказалось больше относительно, за исключением апреля 2011 г., когда медведица подошла к архипелагу Шпицберген с малоподвижным льдом.

На рис. 1 представлены абсолютное и относительное перемещение медведицы и дрейф льда по данным NSIDC в суточном масштабе времени. Эта иллюстрация отражает общую картину многосуточного перемещения по данным других провайдеров. Для сравнения с NSIDC выбран набор OSISAF, среднесуточный дрейф льда извлечен с сохранением координатной сетки.

Значения абсолютного и относительного суточных перемещений самки белого медведя в начале и в конце исследуемого периода оказались близки друг к другу. Для дат с оцененным дрейфом льда по данным NSIDC перемещение животного составило в среднем 20.7 км/сут (20.4 км/сут для дрейфа OSISAF). При этом среднесуточный дрейф льда по данным NSIDC составил 8.2 км/сут и OSISAF – 10.2 км/сут. Суточное перемещение зверя относительно дрейфующего льда составило 16.7 км (данные NSIDC) и 17.5 км (данные OSISAF). Максимальное абсолютное перемещение самки белого медведя в течение суток составило более 67 км и зафиксировано с 31 декабря 2010 г. на 1 января 2011 г., при этом перемещение относительно льда составило 58.7 км, а лед продрейфовал на 9.6 км.

Для оценки размера участка обитания самки белого медведя, за которой велись наблюдения, применен метод кернел (фиксированного конту-

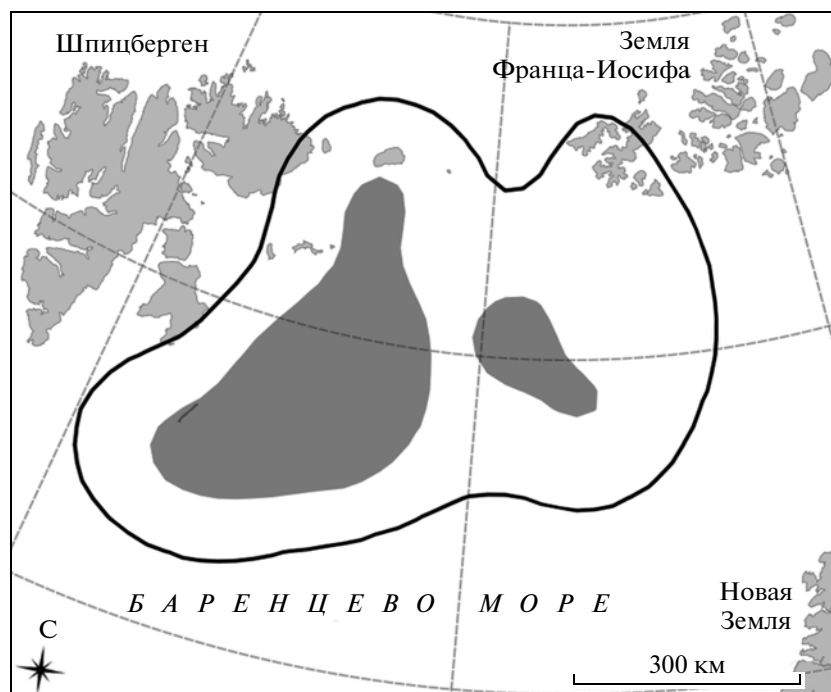


Рис. 2. Абсолютный участок обитания (кERNEL 95%, контур) и ядерная зона (кERNEL 50%, заливка) самки белого медведя.

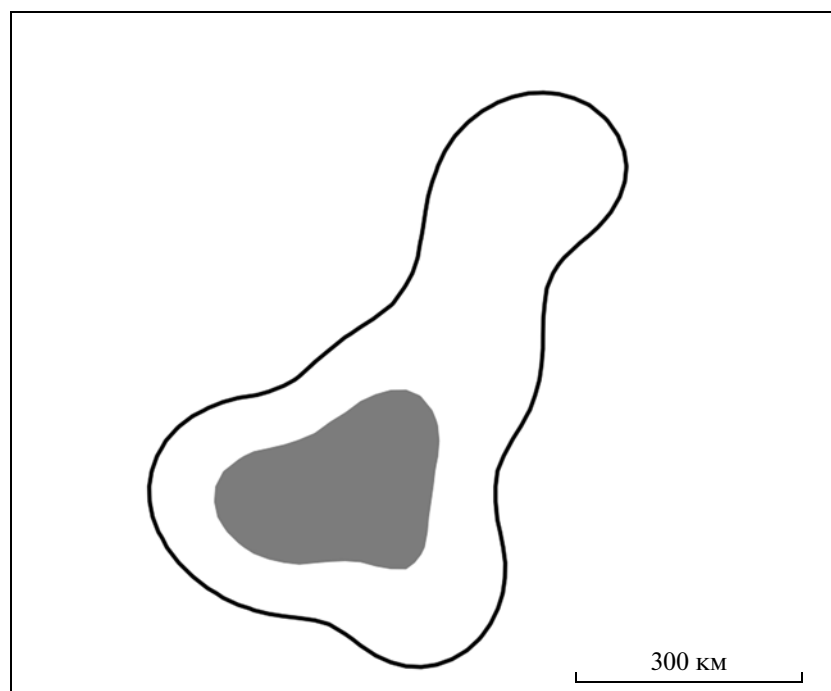


Рис. 3. Реально используемый участок обитания (кERNEL 95%, контур) и ядерная зона (кERNEL 50%, заливка) самки белого медведя относительно дрейфующего льда по данным NSIDC.

ра) [10] в равноплощадной географической проекции для уменьшения ошибок из-за пространственных искажений. По географическим координатам среднесуточных локаций самки белого

медведя построен абсолютный (географический) участок обитания (на рис. 2 обозначен контуром, его ядерная зона [10] выделена заливкой), а по точкам, полученным в результате корректировки

траектории зверя с учетом дрейфа льда — относительный (реально используемый, рис. 3). Необходимо отметить, что при оценке реально используемого животным пространства (площадь и форма участка обитания) географическая привязка не может быть применена, но при этом масштаб и направление координатных осей сохраняются.

Площадь абсолютного участка обитания (уровень 95%) составила 352000 км², ядерной зоны (уровень 50%) — 100000 км². Площадь относительного участка (с учетом дрейфа льда по данным NSIDC) составила 231000 км², что на треть меньше площади абсолютного участка. Размер участка обитания по локациям относительно дрейфа льда OSISAF оказался близок по площади к абсолютному его размеру и составил 350000 км². Площадь ядерной зоны участка обитания самки белого медведя относительно дрейфа льда по данным NSIDC составила 51000 км², а по данным OSISAF — 72000 км². И в том, и в другом случае она значительно меньше размера ядерной зоны абсолютного участка. При этом в ядерной зоне абсолютного участка обитания выявлено два полигона, а в относительном только один.

Абсолютный участок обитания вытянут в зональном направлении и привязан на севере к двум участкам суши — восточной части Шпицбергена и западной части Земли Франца-Иосифа. Относительный участок по данным и NSIDC, и OSISAF несколько вытянут в меридианном направлении. Таким образом, зональное перемещение медведицы обусловлено дрейфом льда. При этом медведица предпочитала придерживаться кромки льда в осенне-зимний период или уйти в северном направлении при наступлении арктической весны (апрель) [3].

Таким образом, впервые полученные количественные оценки по суточному перемещению белого медведя, форме и размеру участка обитания

с учетом дрейфа льда значительно уточняют представления о перемещениях этих зверей, а также о размерах и структуре их участка обитания.

Исследования проведены при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках работы постоянно действующей экспедиции РАН по изучению животных Красной книги Российской Федерации и других особо важных животных фауны России по Программе изучения белого медведя в Российской Арктике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Durner G.M., Douglas D.C., Nielson R.M., Amstrup S.C., McDonald T.L., Stirling I., Mauritzen M., Born E.W., Wiig Ø., DeWeaver E., Serreze M.C., Belikov S.E., Holland M.M., Maslanik J., Aars J., Bailey D.A., Derocher A.E.* // *Ecol. Monogr.* 2009. V. 79. P. 25–58.
2. *Бельчанский Г.И., Петросян В.Г., Гарнер Г.* // *Успехи соврем. биологии.* 1999. Т. 119. № 5. С. 510–524.
3. *Рожнов В.В., Мордвинцев И.Н., Платонов Н.Г.* Анализ перемещений радиомеченных самок белых медведей в Баренцевом море зимой 2010/2011 гг. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 124.
4. *Lavergne T., Eastwood S., Teffah Z., Schyberg H., Breivik L.-A.* // *J. Geophys. Res.* 2010. V. 115. C10032. doi:10.1029/2009JC005958.
5. *Girard-Ardhuin F., Ezraty R.* // *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing.* 2012. V. 50. № 7. P. 2639–2648.
6. *Fowler C., Emery W., Tschudi M.* // *Polar Pathfinder Daily 25 km EASE-Grid Sea Ice Motion Vectors. Ver. 2.* Boulder (Color.): NSIDC, 2013.
7. *Cavalieri D.J., Markus T., Comiso J.C.* AMSR-E/Aqua Daily L3 12.5 km Brightness Temperature, Sea Ice Concentration, & Snow Depth Polar Grids. Ver. 2. Boulder (Color.): NASA DAAC, 2003.
8. *Goovaerts P.* *Geostatistics for Natural Resources Evaluation.* Oxford: Oxford Univ. Press, 1997. 496 p.
9. *Cleveland W.S., Devlin S.J.* // *J. Amer. Stat. Assoc.* 1988. V. 83. № 403. P. 596–610.
10. *Worton B.J.* // *Ecology.* 1989. V. 70. P. 164–168.