

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СУТОЧНОГО НАСЛЕДА ЛОСЯ

Скуматов Д.В.¹, Седихин Н.В.², Минаев А.Н.³

skumatovd@bk.ru¹, sedoi1995@mail.ru², moosefarmer@mail.ru³

ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б.М.Житкова¹, ЗИН РАН², ИПЭЭ им.

А.Н.Северцова РАН³

Ключевые слова: лось, *Alces alces*, перемещения, учет, наслед, численность.

Молодой лось самец, попавший на территорию завода Nissan Санкт-Петербурга в 2020 г, был снабжен ошейником с GPS-GSM передатчиком и выпущен в естественные местообитания на территории ГПЗ «Гладышевский» во второй половине апреля 2021 г. По настоящее время каждый час фиксируют географические координаты его местонахождения. Более 15 месяцев лось перемещался по территории Выборгского района Ленинградской области. Подавляющую часть времени отслеживания перемещений он находился вне пределов особо охраняемых природных территорий и земель населенных пунктов. Полученный массив данных обработан с целью объективной оценки характеристик суточных перемещений этого зверя. Основные задачи состояли в оценке сезонных изменений линейных параметров наследов и в методическом расчетном уточнении длины суточного наследа по полученным исходным данным. В связи с прямым использованием длины суточного наследа в методике зимнего маршрутного учета (ЗМУ) зверей, это представляется актуальным. Важно сопоставление результатов с аналогичными данными, полученными ранее другими способами, а также их объективная проверка.

Расстояния измеряли в компьютерной программе MapSource. Расчеты выполнены с использованием стандартного набора функций программы М. Excel по формулам, выведенным Н.Г.Челинцевым [6] на основании ранее показанных геометрических зависимостей [1]. Обработаны данные за 365 суток с 1 мая 2021 г по 30 апреля 2022 г и последующие 3 месяца 2022 г для сопоставления аналогичных сезонов двух лет. Линейные параметры определяли за сутки, как правило, по 24-м отрезкам часовых перемещений, соединяющим 25 навигационных точек с 11 часов одних суток до 11 часов следующих суток. Время 11 часов в качестве разграничения выбрано потому, что в это время суток перемещения были минимальны (обычно лоси на лежках). В редких случаях по техническим причинам координаты за тот или иной час не были определены, то есть точек за сутки было меньше (24, 23, единично 20 и 16). Навигационный трек по точкам за сутки представляет собой ломаную линию, которая спрямлена от фактической длины суточного наследа (L), и длина этой линии очевидно смещена (укорочена). С другой стороны техническая ошибка определения координат GPS приборами один раз в час может составлять десятки метров. Поэтому, когда зверь долго неподвижен (находится на лежке), он может по навигационным точкам за несколько часов «набрать» расстояние более 100 м из-за несовпадения координат точек, не двигаясь с места. Такое методическое смещение (завышение) длины наследа может оказаться

существенно, когда общая длина наследа составляет несколько сотен метров в сутки. В компьютерной программе с помощью обычного инструмента измерения расстояний обведены и измерены минимальные выпуклые контуры – периметры суточных наследов (**P**). Этот параметр зависит от конфигурации рисунка наследа – от формы, а не от его длины. Определенно измеренная длина **P** будет ближе к реальной длине, чем длина спрямленного наследа внутри этого периметра к фактической длине извилистого наследа. Поскольку измерение периметра производят преимущественно по касательной к линии наследа, и по внешним выступающим отрезкам. Аналогично средняя проекция суточного наследа (**H**) также будет ближе к действительной проекции, так как зависит только от длины периметра наследа ($H=P/\pi$). Средние значения средних чисел пересечений наследа случайной прямой (**Z**), как характеристика его «извилистости» рассчитаны по формуле $Z=2L/P$ ($Z=2L/\pi H$).

Таблица – Средние значения оцениваемых параметров суточных наследов лося по месяцам 2021-2022 гг. (в скобках отмечена относительная статистическая ошибка оценок).

Месяц	Длина суточных наследов (по отрезкам между точками), км	Длина мин. выпуклых контуров (периметров) суточных наследов (P), км	Длина проекций суточных наследов ($H=P/\pi$), км	Средние числа пересечений наследов случайной прямой (Z)	Расчетные длины суточных наследов ($L=PZ/2$), км
1	2	3	4	5	6
Май 2021	3,62 (0,133)	3,97 (0,166)	1,26 (0,166)	2,37 (0,058)	4,70
Июнь 2021	4,56 (0,118)	5,67 (0,164)	1,81 (0,164)	2,32 (0,083)	6,56
Июль 2021	3,28 (0,101)	4,01 (0,132)	1,28 (0,132)	1,93 (0,053)	3,87
Август 2021	2,56 (0,070)	2,96 (0,100)	0,94 (0,100)	1,97 (0,057)	2,91
Сентябрь 2021	3,94 (0,074)	4,70 (0,099)	1,50 (0,099)	1,81 (0,043)	4,26
Октябрь 2021	3,29 (0,087)	4,30 (0,133)	1,37 (0,133)	1,87 (0,065)	4,02
Ноябрь 2021	2,63 (0,089)	3,35 (0,121)	1,07 (0,121)	1,85 (0,059)	3,10
Декабрь 2021	3,81 (0,212)	5,21 (0,269)	1,66 (0,269)	1,82 (0,061)	4,73
Январь 2022	1,93 (0,157)	2,47 (0,186)	0,79 (0,186)	1,89 (0,053)	2,33
Февраль 2022	0,77 (0,071)	0,76 (0,126)	0,24 (0,126)	2,43 (0,064)	0,92
Март 2022	1,17 (0,102)	1,24 (0,177)	0,39 (0,177)	2,38 (0,052)	1,47
Апрель 2022	2,54 (0,193)	3,30 (0,286)	1,04 (0,286)	2,05 (0,054)	3,38
Май 2022	3,76 (0,107)	4,64 (0,151)	1,48 (0,151)	1,98 (0,068)	4,60
Июнь 2022	4,27 (0,090)	5,28 (0,116)	1,68 (0,116)	1,95 (0,077)	5,14
Июль 2022	3,71 (0,123)	5,05 (0,152)	1,61 (0,152)	2,01 (0,079)	5,09

Полученные результаты измерений и расчетов представлены в таблице. В столбце 2 находятся оценки средних значений длины наследов (n – число суток

в соответствующем месяце). Длины наследов измерены автоматически по отрезкам между координатными точками местонахождений лося. Столбец 3 показывает соответствующие оценки среднемесячных значений **P** по результатам специальных измерений по фигуре наследа за каждые сутки. В столбце 4 представлены расчетные оценки среднемесячных **H**. Необходимо отметить, что в качестве проверки, для 4-х суток средние проекции наследов были определены другим способом, без использования π , путем усреднения прямых измерений четырех проекций фигуры наследа под разными углами [6]. Оба способа дали близкие результаты. Различия проявлялись в третьем знаке (т.е. в метрах при длине **H** сотни метров). Столбец 5 содержит средние арифметические оценки из значений **Z**. В столбце 6 рассчитаны среднемесячные длины **L** на основе зависимости от среднемесячного **P** и расчетной среднеарифметической оценки **Z** за этот месяц. Как видно при сравнении данных столбцов 2 и 6 по всем месяцам расчетные значения **L** больше автоматического измерения от 8% (сентябрь) до почти 44% (июнь 2021), или на 26% в среднем за полный год. Это различие определяет средняя арифметическая оценка **Z**, которая выше средневзвешенной оценки **Z** по месяцам в том же соотношении. В расчетах по результатам троплений лосей [6, 2] такое различие было гораздо меньше и составляло от менее 1% до 4%.

За весь период 15 месяцев выполненные расчеты показывают отрицательную ковариацию **Z** с тремя линейными параметрами наследов, имеющими прямую зависимость между собой. То есть с увеличением значений **L**, **P** и в меньшей степени **H**, наслед становится менее извилист (более однонаправлен). Параметр **Z** связан и отражает особенности экологии вида зверей и влияние комплекса местных условий среды обитания [6], к этому можно добавить и поведение, и биологическую цикличность. Наименее извилистые средние наследы лося были с сентября по январь. Самое низкое значение **Z** характерно для сентября, что логично связать с половой активностью самца в период гона. Большая длина наследов в декабре, вместе с низкой извилистостью может быть результатом прямого беспокойства лосей человеком в этот период года. В декабре были максимальные значения параметров суточного наследа за весь период наблюдений. Максимальный разброс значений определил и большие статистические ошибки оценок линейных параметров за декабрь.

Сравнение оценки **L** по месяцам показывает 6-7 кратное изменение в течение года. Не вызывает сомнений, что эти изменения определяют естественные биологические процессы, экологические факторы и поведение, как результат взаимодействия и приспособления особи (группировки, вида) к комплексу условий своего существования и к сезонности природных процессов в первую очередь. В качестве подтверждения можно отметить по данным таблицы близкие и сопоставимые среднемесячные параметры наследов за май, июнь и июль 2021 с теми же месяцами 2022 г. Различия между соответствующими месяцами двух лет по выборкам длины наследов за каждые

сутки статистически не значимы (не достоверны). Одновременно **L** в ноябре длиннее в 3-3,5 раза, чем в феврале, а в декабре в 4-5 раз, чем в феврале.

Особую практическую значимость имеет период второй половины зимы (январь, февраль, март) когда обычно выполняют ЗМУ зверей по их следам или оценивают среднюю плотность населения лосей другими способами. Сравнение выборок автоматически измеренных длин суточных наследов за январь и февраль, за февраль и март по критерию достоверности различий показывает максимальный уровень значимости ($t > 3,7$; $P < 0,001$), то есть близкую к 100% доверительную вероятность различий. Это демонстрирует то, что при одинаковом среднем показателе учета **следов** лосей (пересечений) на маршрутах ЗМУ, в январе, в феврале и в марте 2022 г. средняя плотность населения лосей была бы достоверно различной (ориентировочно в 1,5-2,5 раза) из-за разницы средних параметров суточных наследов.

Мы рассматриваем перемещения только одного лося в условиях разных сезонов. Тем не менее, нет оснований предполагать, что для лося самца на третьем году жизни характерны перемещения, значительно отличающихся от средних по всей группировке в тех же условиях (по крайней мере, в сторону занижения параметров наследов). Условия второй половины зимы в разные годы могут существенно различаться, поэтому есть смысл сравнивать средние значения не только по месяцам, а и за все три месяца второй половины зимы.

Средняя длина суточных наследов лося, измеренных по навигационным точкам в феврале – 0,77 км представляется гипотетически заниженной. Если умножить это значение на $\frac{1}{2}\pi$ (1,57) в предположении, что лось ходил между точками регистраций не по прямой, а описывал между точками полуокружности, получаем значение 1,21 км. Это значение находится на уровне средних оценок длины суточных наследов для февраля в Приозерском районе Ленинградской области [7] и в Кировской области с 2013 г по 2021 г в разные периоды зимы методом многодневного оклада и методом специальных троплений [2]. Средние оценки на том же уровне получены нами методом многодневного оклада в Рязанской области (февраль-март 2022). Средняя длина суточных наследов по измерениям за январь, февраль и март находится на уровне 1,29-1,31 км, что совпадает с результатами специальных троплений разных групп лосей на территории Ленинградской области во второй половине зимы в 1960-70-х годах Е.К.Тимофеевой [3]. Расчетная оценка среднемесячной длины **L** для февраля 2022 г – 0,92 км практически совпадает с минимальными средними значениями **L** полученными методом многодневного оклада на территории Ленинградской и Кировской областей с 2013 по 2021 в конце зимы [7, 2]. По таблице средняя расчетная оценка **L** за январь, февраль и март находится на уровне 1,57 км, что соответствует максимальным средним оценкам **L** для лосей, полученным зимой методом многодневного оклада на территории Ленинградской и Кировской областей с 2013 по 2021 г [7, 2].

Выполненное исследование в очередной раз объективно подтверждает то, что официальный ЗМУ методически занижает оценки численности лосей в 2-3 раза. О подобном занижении было сказано более 30 лет назад [4].

По результату сопоставлений параметров наследов отслеженного лося и определения средних длин суточных наследов другими способами на различных территориях обозначенный выше подход в расчетах достаточно обоснован и позволяет получить оценку **L** приближенную к действительности (устранить смещение). Собственно в расчете **L** нет необходимости. Когда измерены **P** и рассчитаны **Z**, последние показатели могут быть прямо применены для расчетов [2]. Надо отметить, что во всех случаях меньшие статистические ошибки в столбце 2 таблицы, чем в столбце 3, ни в коей мере не означают то, что в столбце 2 оценки точнее. Просто спрямленные (укороченные) измерения более стабильны, дают меньший разброс и меньшие статистические ошибки.

В расчетах практически не задействован параметр **H** (столбец 5 таблицы), который связан с **P** простой зависимостью и имеет идентичные статистические ошибки. Средняя проекция наследа **H** имеет некое сакральное значение, начиная с ошибки А.Н.Формозова (1932) [5, 6]. Если кто-либо берет на себя смелость и ответственность подсчитывать на маршрутах не следы лосей (пересечения), а числа самих лосей, пересекавших учетный маршрут ЗМУ (числа их суточных наследов), то ширина полосы учета лосей на учетных маршрутах это **H** (не **L**). Как видно по таблице за февраль в среднем **H** составляла 240 м. За 90 дней января, февраля и марта она была в среднем на уровне менее 500 м. Эти значения хорошо согласуются с результатами измерений и расчетов по троплениям лосей специалистами [6, 2].

Авторы искренне признательны всем организациям и конкретным лицам, принявшим деятельное участие в реализации исследовательского проекта связанного с отслеживанием лося названного Виктор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кендалл М., Моран П. Геометрические вероятности. М.:«Наука», 1972. 192 с.
2. Скуматов Д.В. Фактические значения средней длины суточного наследа лосей // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии (XI съезд Териологического общества при РАН). М.: Тов-во научных изданий КМК, 2022. С. 323.
3. Тимофеева Е.К. Лось (экология, распространение, хозяйственное значение). Л.: ЛГУ, 1974. 168 с.
4. Учет и эксплуатация охотничьих ресурсов: Сб. науч. трудов. Киров: ВНИИОЗ, 1988. С. 3.
5. Формозов А.Н. Формула учета млекопитающих по следам // Зоол. журн. 1932. Т.11, вып. 2. С. 66-69.
6. Челинцев, Н.Г. Математические основы учета животных. М.: ГУ Центрохотконтроль, 2000. 431 с.
7. Юдин А.А., Скуматов Д.В. Применение методики многодневного оклада для учета лосей и неадекватность системной основы государственного мониторинга охотничьих ресурсов // Гуманитарные аспекты охоты и охотничьего хозяйства: Сб. материалов 6-й международной научно-практической конференции (Иркутск, 29-31 октября 2018 г.). Иркутск, 2018. С. 13-36.