

## Промысловые виды и их биология

УДК 599.745.31

**Активность перемещений байкальской нерпы по данным спутникового мечения**

М.А. Соловьёва<sup>1</sup>, Г.Ю. Пилипенко<sup>1</sup>, Д.М. Глазов<sup>1</sup>, В.А. Петерфельд<sup>2</sup>, Е.А. Петров<sup>3</sup>,  
В.В. Рожнов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ФГБУН «ИПЭЭ РАН»), г. Москва

<sup>2</sup> Байкальское отделение ФГБНУ ВНИРО («БайкалНИРО»), г. Улан-Удэ

<sup>3</sup> Байкальский музей Иркутского Научного Центра, пос. Листвянка Иркутская обл.

E-mail: rozhnov.v@gmail.com

Приведены новые данные об активности перемещений эндемика озера Байкал — байкальской нерпы (*Pusa sibirica*), полученные с помощью спутниковой телеметрии в период с июля 2019 г. по март 2020 г. Установлены средние расстояния, на которые перемещались нерпы в течение суток ( $9,9 \pm 2,7$  SE км для самок,  $17,0 \pm 2,1$  км для самцов), и дальность перемещений за время наблюдений (до 5459 км для самок и до 8220 км для самцов). Наиболее активные перемещения происходили в августе и декабре у самцов и в ноябре у самок. В октябре животные обоих полов перемещались наименее активно, что может быть связано с перемещением их в мелководные быстрозамерзающие заливы и соры. Резкое падение активности происходило и в январе-феврале, когда у нерп, вероятно, начинался «оседлый» ледовый период. Полученные данные согласуются с предыдущим мечением неполовозрелых байкальских нерп, проведённым в 1990–1991 гг. Получены более низкие значения пройденных расстояний и средних показателей за месяц для самок по сравнению с самцами. Однако, отсутствие статистически достоверных различий между животными различных полов оставляет открытым вопрос о различиях в перемещениях между неполовозрелыми самцами и самками.

**Ключевые слова:** байкальская нерпа *Pusa sibirica*, активность перемещений, дальность перемещений, спутниковое мечение.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-92-101

**ВВЕДЕНИЕ**

В годовом жизненном цикле байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gmelin, 1788) можно выделить несколько периодов, которые определяются фенологическими явлениями на озере Байкал, различаются особенностями

перемещений животных по озеру и использованием ими тех или иных его участков.

В летний нагульный период байкальская нерпа распределяется по всему озеру и встречается как в открытой глубоководной акватории, так и в прибрежно-склоновой

зоне Байкала, но основной зоной локализации нерпы считается пелагиаль озера. При этом ближе к берегам предпочитают держаться молодые звери (сеголетки, неполовозрелые особи), а в открытых водах — взрослые, хотя исследователи отмечают слабую изученность экологии байкальской нерпы в этот сезон. Летние и осенние береговые залежки часть популяции нерп устраивают на Ушканьих о-вах, мысе Понгонье, в губе Аяя, на участке побережья в районе реки Ледяная, мысов Северного Кедрового и Хобоя. На эти залежки с начала июля выходят и образуют береговые «привалы» звери разного возраста обоих полов — как линяющие, так и вылинявшие. По данным 1960–1970-х гг. частота выходов на лежбища и численность животных на них возрастали к сентябрю, однако в 1990-х гг. наметилось смещение массового выхода на более раннее время — на июль. В осенний период, по мере охлаждения воды и образования льда, животные перемещаются в мелководные, рано промерзающие участки (соры, заливы) восточного побережья Байкала, а к декабрю вновь начинают рассредоточиваться по акватории озера. Зимой нерпы проводят время подо льдом, преимущественно в глубоководных частях Байкала, используя для дыхания специально устроенные отверстия во льду — отдушины. Неполовозрелые особи могут оставаться на более мелководных участках [Пастухов, 1993; Петров, 1997; Кутырев, Пронин, 2006].

В ледовый период происходит значимый этап жизненного цикла нерпы — размножение. Весь период размножения, включающий роды, выкармливание детёнышей и спаривание, начинается с конца февраля и завершается к началу мая. Беременные самки устраивают на льду, под снегом, логовища, в которых приносят потомство, обычно по одному щенку. Рождение детёнышей происходит с конца февраля до конца марта. Лактация продолжается 1,5–3,5 месяца. Отмечена зависимость продолжительности выкармливания нерпят молоком от состояния ледового покрова: при раннем ледоходе период лактации сокращается, при позднем — удлиняется. С момента взлома льда байкаль-

ские нерпы образуют на его поверхности кратковременные ледяные залежки. По мере распада ледяного покрова и увеличения пространства открытой воды животные перемещаются из южной части Байкала на более крепкий лёд в среднюю и северную части озера. Наибольшая общая численность залежек наблюдалась в начале периода ледохода [Пастухов, 1993].

Качественные исследования годового цикла животных и особенностей их биологии в разные сезоны невозможны без индивидуального прослеживания с помощью спутниковых передатчиков. Байкальская нерпа была исследована таким образом лишь однажды: в 1990 году на примере четырёх неполовозрелых тюленей [Петров и др., 1993; Stewart et al., 1996]. Данных о перемещениях байкальской нерпы по-прежнему недостаточно.

Целью настоящей работы является анализ особенностей перемещений байкальской нерпы с использованием инструментальных методов (спутниковой телеметрии) в различные сезоны года, начиная с июля (периода открытой воды).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работы по мечению байкальской нерпы спутниковыми передатчиками (метками) были проведены в районе береговых лежбищ архипелага Ушканьи острова, который расположен в средней части озера Байкал. В период с 7 по 11 июля 2019 г. с помощью четырёх плавучих сетей с использованием стандартной методики было отловлено 15 байкальских нерп, возраст которых определяли по сегментам когтей [Чапский, 1952; Пастухов, 1993].

На животных были установлены передатчики «Пульсар» (ЗАО «Эс-Пас», Россия) спутниковой системы Argos. Метки устанавливали на спину животного, между лопаток (рис. 1). Обездвиживающие препараты во время мечения не применялись. Все отловленные животные по окончании установки спутниковых меток были выпущены в озеро не более чем в 1 км от места отлова. Подробно мечение тюленей описано нами ранее [Соловьёва и др., 2016; Глазов и др., 2019].



**Рис. 1.** Байкальская нерпа со спутниковым передатчиком «Пульсар» (ЗАО «Эс-Пас», Россия) системы Argos

Сведения о помеченных нерпах и работе меток приведены в табл. 1.

Передатчики работали в режиме 6 ч через 18 ч, либо 4 ч через 4 ч. Информация о местоположении зверей считывалась с информационного пула компании ARGOS CLS через интернет. Поступившие данные прош-

ли предварительную фильтрацию по методу Кальмана (Kalman Filtering algorithm) на сайте системы Argos (Lopez, Malardé, 2011). Дальнейшую фильтрацию проводили в три этапа, включающие фильтрацию в Ms Excel (удаление данных без координат и удаление повторяющихся данных), фильтрацию треков SDA-фильтром (speed-distance-angle) пакета argosfilter для R [R Development Core Team, 2019] и фильтрацию по географическому принципу (в пакете программ ArcMap 10.4.1). Для SDA-фильтра использовали следующие параметры: максимальная скорость перемещения тюленей — 1,5 м/с (5,4 км/ч) [Watanabe et al., 2004]; максимальный угол между двумя отрезками пути длиной больше 2,5 км — 15°, длиной больше 5 км — 25° [Freitas et al., 2008]. Точки, оказавшиеся за пределами акватории после применения SDA-фильтра, удаляли вручную в программе ArcGIS 10.7.

Для расчётов минимальных пройденных нерпами расстояний и оценки скоростей за каждый день работы передатчика выбиралась одна точка по следующим критериям: ближайшая к 12:00:00 местного времени и максимальное качество локации (опре-

**Таблица 1.** Данные о помеченных байкальских нерпах и работе меток

№ метки	Возраст	Масса (кг)	Дата последнего сигнала	Кол-во дней работы	Кол-во полученных локаций после фильтрации	Длина трека (км)
<i>Самки</i>						
183585	2+	39	28.12.2019	175	85	2601
183586	1+	22	20.01.2020	197	137	2355
183588	2+	25,5	05.08.2019	80	4	165
183589	7+	57,5	28.12.2019	170	60	2161
183597	1+	22	22.03.2019	168	51	1905
183599	1+	23	06.01.2020	179	283	5459
<i>Самцы</i>						
183587	2+	22	28.02.2020	202	216	3431
183590	2+	23	05.01.2020	178	80	2809
183591	1+	22	08.01.2020	183	178	4312
183592	1+	28	12.10.2019	97	87	2486
183593	1+	25	12.01.2020	200	406	8220
183594	1+	22	06.01.2020	182	55	1656
183595	1+	21	09.01.2020	184	334	5279
183596	4+	32	24.01.2020	197	207	4259
183598	1+	22	23.11.2019	135	121	3990

деляется величиной радиуса эллипса, в котором может находиться данная локация, а также выражает вероятность ошибки определения позиции). Отобранные точки соединяли и для полученных отрезков рассчитывали их длину, которая являлась минимальным пройденным нерпой расстоянием за данный отрезок времени. Таким расстоянием между двумя точками, пройденным за сутки, за месяц или за всё время прослеживания, характеризовали активность нерп. Скорость передвижения нерп рассчитывали путём деления длины отрезка на количество часов между двумя точками. Такая скорость не является истинной скоростью плавания животных, и включает в себя и миграции, и более активное плавание при добыче пищи, и отдых в воде, и скорее характеризует перемещение из одной точки в другую. Для сравнения особей между собой и сравнения параметров перемещений между месяцами, использовали индекс скорости: среднемесячные значения для каждого животного делили на средний показатель среди всех тюленей.

Статистическую обработку данных проводили стандартными инструментами в программе STATISTICA 12.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Продолжительность работы (от первого до последнего полученного сигнала) передатчиков различалась (см. табл. 1). Максимально долго работал передатчик № 183597, который перестал подавать сигнал 22.03.2020 г.

Суммарное расстояние, пройденное байкальскими нерпами за всё время наблюдений, составило для самцов  $4049 \pm 636$  км (среднее  $\pm$ SE), для самок —  $2441 \pm 700$  км.

Изменение активности помеченных байкальских нерп в течение всего периода работы радиомаяков представлено на рис. 2. Можно видеть, что среднее расстояние, которое проплывали в течение месяца самки, всегда было меньше, чем таковое, пройденное самцами.

Необходимо отметить, что данные цифры не отражают абсолютную скорость плавания животных, а скорее дают относи-

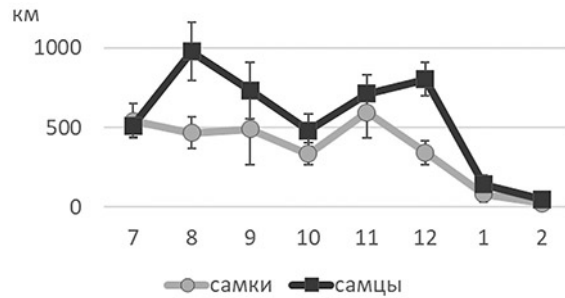


Рис. 2. Среднее расстояние, пройденное помеченными байкальскими нерпами в течение месяца, с июля по март. Для каждого значения указан диапазон ошибки (SE)

тельную оценку скорости перемещений из пункта А в пункт Б, которая позволяет проводить сравнение как между различными месяцами в перемещениях одной особи, так и между особями.

В активности самцов нерпы выделяют два пика: наибольшее расстояние тюлени проходили в августе ( $977 \pm 181$  км (среднее  $\pm$ SE)) и декабре ( $805 \pm 106$  км), при этом между этими пиками было заметное снижение активности с минимумом в октябре, когда животные прошли всего  $483 \pm 102$  км. У самок нерпы отмечен только один пик активности перемещений — в ноябре ( $595 \pm 162$  км). В августе такого же пика, как у самцов, не наблюдалось, но спад активности в октябре также выражен ( $334 \pm 68$  км).

Полученные нами данные хорошо укладываются в существующие представления о биологии байкальской нерпы. Летом и в начале осени идёт активный нагул нерпы. И хотя этот период в экологии байкальской нерпы изучен недостаточно, исследователи признают вероятность совершения нерпой в этот период нагульных миграций, в том числе — на большие расстояния [Stewart et al., 1996]. Спад активности в октябре у животных обоих полов связан, по-видимому, с отмеченным всеми предыдущими исследователями [Иванов, 1938;] перемещением нерп в мелководные, рано замерзающие районы, и нахождением там до активной или пассивной (на льдах) миграции в открытый Байкал, которая, очевидно, и произошла у помеченных животных в ноябре-декабре [Пастухов, 1993; Петров, 1997].

В течение всего времени наблюдений пройденное самками нерпы за месяц расстояние существенно ниже, чем у самцов, что говорит о различном уровне их активности. Интерес представляют также различия во времени осеннего пика перемещений: самки на большие расстояния перемещались в ноябре, а самцы немного позже — в декабре. Поскольку помеченные животные обоих полов были неполовозрелыми (за исключением самки № 183589), выявленные различия не могут быть объяснены необходимостью самок искать место для щенения. Возможно, после начала замерзания озера и по мере того, как берег и пищевые ресурсы прибрежья становятся всё менее доступными, самки стремятся скорее переместиться в глубоководные районы озера, где концентрируется основной пищевой объект нерпы — малая голомянка (*Comephorus dybowskii*) [Иванов, 1938; Пастухов, 1993].

В январе и феврале активность и у самцов нерпы, и у самок падает, достигая минимальных значений. Недостаточное количество данных не даёт возможности делать однозначные выводы, однако известно, что в эти месяцы байкальские нерпы переходят к жизни на льду и плаванию подо льдом [Пастухов, 1993]. Из четырёх байкальских нерп, помеченных в 1990 г. [Stewart et al., 1996], от двух передатчиков с января по апрель не поступало данных, что авторы также связывают с оседлым нахождением животных среди торосистого льда. В период наших исследований, зимой 2019/2020 г., Байкал полностью покрылся льдом к концу первой декады января. Исходя из этих данных можно предположить, что помеченные нами животные завершили к январю активные перемещения и в их жизни начался ледовый период.

Двигательная активность нерп была в основном высокой и заметно различалась у отдельных особей. Данные, полученные в 1990 г., по-видимому, не отражали реального расстояния, которое неполовозрелые нерпы могут преодолевать в своих годовых перемещениях. Этими авторами было показано, что неполовозрелые нерпы за время наблюдений преодолевали следующие расстояния: самка массой 32,5 кг — более

400 км, два самца массой 22,5 и 24 кг — более 800–900 км, самец массой 35 кг — более 1600 км [Stewart et al., 1996]. Отдельные помеченные нами байкальские нерпы такого же возраста преодолели значительно большее расстояние — свыше 5000 км.

На пройденное каждой нерпой за весь период наблюдений расстояние повлияла продолжительность работы установленных на них меток, но мы имеем возможность сравнить расстояния, преодолеваемые нерпами в среднем за один день (табл. 2).

Среднее расстояние, пройденное нерпой за день, составило для самцов  $17,0 \pm 2,1$  км, для самок —  $9,9 \pm 2,7$  км, различия достоверны. Средние значения для самок ниже по сравнению с самцами в каждый месяц наблюдения (за исключением июля), однако различия по разбросу данных за каждый отдельный месяц статистически недостоверны (табл. 2). Этими показателями мы пока не можем подтвердить или опровергнуть ранее полученные данные о более активных перемещениях самцов. Предыдущие исследования, анализируя длины отолитов или желудочно-кишечного тракта нерп, связывали это с тем, что самцы (как взрослые, так и неполовозрелые) чаще поедают быстрых и сильных лососевидных рыб (сиговых и хариуса) и в разы больше, чем одновозрастные самки [Петров и др., 2007; Петров, Смирнова, 2008].

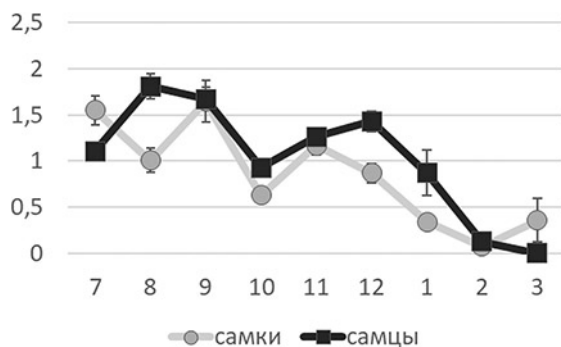
Полученные данные о среднесуточных перемещениях самок в осенний период также сопоставимы с уже имеющимися. Скорость осенних миграций по исследованиям 1990 г. [Петров, 1997] составляла от 10 до 14 км в день, а по нашим данным — от 9,3 до 15,9 км/день. Примерно с такой же скоростью проходили и весенние миграции на плавающих льдах в северном направлении, но для сравнения этих данных от установленных нами меток поступило недостаточно локаций.

Ожидаемой положительной зависимости двигательной активности от массы тела (как это имеет место в отношении поведения при погружениях [Stewart et al., 1996]) выявить не удалось. Между половозрелой самкой и неполовозрелой отличий по данному па-

**Таблица 2.** Среднее расстояние, пройденное в день (км/день), за каждый месяц

№ метки	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	Среднее для особи
183585	9,7	17,1	10,3	8,3	23,7	13,8				13,8
183586	20,0	5,8	15,4	5,4	6,2	15,7	4,2			10,4
183588	6,8									6,8
183589	15,5	15,6	4,3	9,3	11,2	16,9				12,1
183597	28,2	6,1	5,2	6,7	3,0	7,0	1,2	0,9	1,1	6,6
183599	26,2	22,2	44,2	17,0	21,5	10,5	8,4			21,4
<i>Среднее ± SE для самок</i>	<i>17,8 ± 3,5</i>	<i>13,3 ± 3,2</i>	<i>15,9 ± 7,4</i>	<i>9,3 ± 2,0</i>	<i>13,1 ± 4,1</i>	<i>12,8 ± 1,8</i>	<i>4,6 ± 2,1</i>	<i>0,9</i>	<i>1,1</i>	<i>9,9 ± 2,1</i>
183587	4,9	6,1	15,1	27,4	23,7	14,4	4,0	2,2		12,2
183590	18,8	26,5	11,1	5,7	17,4	13,7				15,5
183591	14,9	39,3	18,9	9,6	21,2	23,7	20,8			21,2
183592	20,1	15,4	30,8	24,1						22,6
183593	21,2	52,2	60,2	25,0	16,0	37,7	2,4			30,7
183594	17,1	10,9	1,5	0,9	4,6	18,8				9,0
183595	19,5	14,1	22,9	16,3	22,1	24,4	28,6			21,1
183596	10,8	19,3	16,3	10,8	35,8	27,3	0,6			17,3
183598	15,7	46,2	36,3	10,6	16,1					25,0
<i>Среднее ± SE для самцов</i>	<i>15,9 ± 1,6</i>	<i>25,6 ± 5,2</i>	<i>23,7 ± 5,4</i>	<i>14,5 ± 2,9</i>	<i>19,6 ± 2,9</i>	<i>22,9 ± 2,9</i>	<i>11,3 ± 5,1</i>	<i>2,2</i>		<i>17,0 ± 2,7</i>
<i>p-value (K-S two sample test) сравнение самок с самцами</i>	<i>&gt;0,1</i>	<i>&gt;0,1</i>	<i>&gt;0,1</i>	<i>&gt;0,1</i>	<i>&gt;0,1</i>	<i>&gt;0,1</i>	<i>&gt;0,1</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>&lt;0,01</i>

раметру мы не обнаружили ( $p=0,913$ , Mann-Whitney U Test). Самым активным оказался молодой самец (№ 183593) с массой тела 25 кг — он ежедневно проплывал в среднем 30,7 км и за 200 дней преодолел 8220 км, причём, в течение одного месяца был зарегистрирован в точках озера, отстоящих друг от друга на расстоянии более 700 км.



**Рис. 3.** Индексы скорости перемещений байкальских нерп в период с июля по март. Для каждого значения указан диапазон ошибки (SE)

Индекс скорости также был выше у самцов байкальской нерпы, чем у самок, во все месяцы, за исключением июля (рис. 3).

Изменения скорости плавания байкальских нерп совпадают с их активностью: в те месяцы, когда животные проходили большие расстояния (в августе и декабре для самцов, в ноябре — для самок) — возрастает и индекс скорости перемещений. В октябре, когда тюлени обоих полов мало перемещались, наблюдаются и низкие значения индексов. К сожалению, по имеющимся данным невозможно понять, за счёт чего достигается увеличение пройденного расстояния — за счёт увеличения времени нахождения в воде или за счёт увеличения скорости плавания. Для исследования данного вопроса необходимо мечение байкальских нерп передатчиками с датчиком «haul-out» (сухо/мокро), который позволяет оценивать соотношение проведённого в воде и на суше времени в периоды активных миграций и в период залегания нерп. Также для выяснения истинной

скорости плавания животных и описания соотношения времени, проводимого за миграциями/охотой и отдыхом в воде, необходимо в дальнейшем использовать передатчики с датчиком занывивания.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты изучения перемещений байкальской нерпы показывают, что молодые байкальские нерпы активно перемещаются в течение июля-сентября. По-видимому, это особенность молодых особей, которым свойственно «бродяжничество» [Dudley, 1992; Heide-Jorgensen et al., 1992]. Чтобы подтвердить это предположение, необходимо провести мечение взрослых особей байкальской нерпы. Осенью, в октябре, двигательная активность помеченных нами нерп несколько понижалась, что, вероятно, обусловлено приуроченностью к зонам формирующихся льдов. В ноябре-декабре активность их вновь увеличивалась, что можно объяснить расселением животных по замерзающему Байкалу, и резко падала в январь-феврале, когда у нерп начинался «оседлый» ледовый период.

Наши данные по перемещениям помеченных спутниковыми метками байкальских нерп хорошо согласуются и дополняют сведения, полученные другими авторами в 1990–1991 гг. на неполовозрелых особях, и существенно расширяют представления о расстояниях, преодолеваемых нерпами в течение года. Появившийся в результате проведённых исследований «перекося» в сторону неполовозрелых животных позволяет обозначить необходимое направление дальнейших исследований: для получения более полных сведений о пространственной экологии байкальской нерпы требуется проведение аналогичного спутникового мечения взрослых особей как самцов, так и самок. А для выявления истинных скоростей плавания байкальской нерпы при различных видах активности необходимо в будущем использовать передатчики с датчиками «haul-out» (сухо-мокро) и датчиками, определяющими параметры погружения.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал». Авторы выражают благодарность сотрудникам Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО» Н.И. Титову и В.В. Ткачёву, директору ФГБУ «Заповедное Подлесье» М.Е. Овдину, сотрудникам ФГБУ «Заповедное Подлесье» Н.М. Лужковой и А.Е. Разуваеву за помощь в организации экспедиции и проведении отлова и мечения байкальских нерп, а также ведущему инженеру ИПЭЭ РАН Н.Р. Шумейко за неоценимую помощь на всех этапах выполнения работ.

### ЛИТЕРАТУРА

- Глазов Д.М., Кузнецова Д.М., Соловьёва М.А., Улицев В.И., Рожнов В.В. 2019. Использование ладожской кольчатой нерпой (*Pusa hispida ladogensis*) акватории Ладожского озера в осенне-зимний период по данным спутниковой телеметрии // Зоологический журнал. Т. 98. № 6. С. 706–713.
- Иванов Т.М. 1938. Байкальская нерпа, её биология и промысел // Известия Биол.-географ. НИИ при Восточно-Сибирском государственном университете. Иркутск. Т. 8. Вып. 1–2. С. 5–119.
- Кутырев И.А., Пронин Н.М. 2006. Паспорт байкальской нерпы // Байкальская нерпа: Паспорт и библиография. С. 9–11.
- Пастухов В.Д. 1993. Нерпа Байкала. Новосибирск: Наука. 272 с.
- Петров Е.А. 1997. Распределение байкальской нерпы *Pusa sibirica* // Зоологический журнал. Т. 76. № 10. С. 1202–1209.
- Петров Е.А., Сиделева В.Г., Стюарт Б., Мельник Н.Г. 1993. Питание байкальской нерпы: состояние проблемы. 5. Нырятельное поведение и экология питания // Сибирский биологический журнал. Известия СО РАН. № 6. С. 32–41.
- Петров Е.А., Смирнова О.Г. 2008. Питание байкальской нерпы // Рыбное хозяйство. № 3. С. 53–57.
- Петров Е.А., Смирнова О.Г., Ткачёв В.В. 2007. Потребление ценных промысловых видов рыб байкальской нерпой (*Pusa sibirica* Gm., Pinnipedia) // Сибирский экологический журнал. № 4. С. 639–651.
- Соловьёва М.А., Глазов Д.М., Кузнецова Д.М., Рожнов В.В., 2016. Перемещения ларг (*Phoca largha*) в Охотском море по данным спутникового мечения // Экология. № 4. С. 313–320.

- Чанский К.К. 1952. К методике определения возраста млекопитающих. Структура когтей как возрастной признак гренландского тюленя // Изв. естественно-научного института им. П.Ф. Лесгафта. Т. 25. С. 47–67.
- Dudley M. 1992. First Pacific record of a hooded seal (*Cystophora cristata* Erxleben, 1777) // Marine Mammal Science. V. 8. P. 164–168.
- Freitas C., Kovacs K.M., Ims R.A., Fedak M.A., Lydersen C. 2008. Ringed seal post-moulting movement tactics and habitat selection // Oecologia. V. 155. № 1. P. 193–204.
- Lopez R, Malardé JP. 2011. Improving ARGOS Doppler location using Kalman filtering. CLS-DT-MEMO-11-65. 14 p.
- Heide-Jorgensen M.-P., Stewart B.S., Leatherwood N.D.S. 1992. Satellite tracking of ringed seals, *Phoca hispida*, off Northwest Greenland // Ecography. V. 15. P. 56–61.
- R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (URL <https://www.R-project.org/>).
- Stewart B., Petrov E., Baranov E., Timonin A., Ivanov M. 1996. Seasonal movements and dive patterns of juvenile Baikal seals, *Phoca sibirica* // Marine Mammal Science. № 12/4. P. 528–542.
- Watanabe Y., Baranov E.A., Sato K., Naito Y., Miyazaki N. 2004. Foraging tactics of Baikal seals differ between day and night // Marine Ecology progress series. V. 279. P. 283–289.

Поступила в редакцию 24.07.2020 г.  
Принята после рецензии 30.08.2020 г.



## Commercial species and their biology

Movements activity of the Baikal seal  
according to satellite tagging dataM.A. Solovyeva<sup>1</sup>, G.U. Pilipenko<sup>1</sup>, D.M. Glazov<sup>1</sup>, V.A. Peterfeld<sup>2</sup>, E.A. Petrov<sup>3</sup>, V.V. Rozhnov<sup>1</sup><sup>1</sup> A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS (FSBIS «SIEE RAS»), Moscow, Russia<sup>2</sup> Baikal Branch of FSBIS «VNIRO» («BaikalNIRO»), Ulan-Ude, Russia<sup>3</sup> Baikal Museum Irkutsk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Listvyanka, Irkutsk Region

In this article presented new data about movements activity of the Baikal seal (*Pusa sibirica*) —endemic of the Lake Baikal, obtained using satellite telemetry from July 2019 to March 2020. The average distances during the day was  $9.9 \pm 2.7$  SE km for females,  $17.0 \pm 2.1$  km for males, range of movements during the observation period was up to 5459 km for females and up to 8220 km for males. The most active movements occurred in August and December for males and in November for females. In October, males and females moved the least actively, which may be associated with their movement to shallow, rapidly freezing bays and shores. A sharp decline in activity also took place in January-February, when seals probably began a “settlement” ice period. Data consistent with previous tagging of subadult Baikal seals in 1990–1991. We obtained lower values of covered distances and average indicators for the month for females compared to males. However, we not found statistically significant differences between males and females, and question of differences in movement between subadult males and females still open.

**Keywords:** Baikal seal *Pusa sibirica*, movements activity, movements distance, satellite tagging.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-92-101

## REFERENCES

- Glazov D.M., Kuznetsova D.M., Solov'eva M.A., Ulichev V.I., Rozhnov V.V. 2019. Ispol'zovanie ladozhskoj kol'chatoj nerpoj (*Pusa hispida ladogensis*) akvatorii Ladozhskogo ozera v osenne-zimnij period po dannym sputnikovoj telemekhnologii [Use of the lake Ladoga area by the ladoga seal (*Pusa hispida ladogensis*) in the autumn-winter period, based on satellite telemetry data] // Zoologicheskij zhurnal. T. 98. № 6. S. 706–713.
- Ivanov T.M. 1938. Bajkal'skaya nerpa, ee biologiya i promysel [Baikal seal, its biology and fishing] // Izvestiya Biol.-geograf. NII pri Vostochno-Sibirskom gosudarstvennom universitete. Irkutsk. T. 8. Vyp. 1–2. S. 5–119.
- Kutyrev I.A., Pronin N.M. 2006. Paspport bajkal'skoj nerpy [Passport of Baikal nerpa] // Bajkal'skaya nerpa: Pasport i bibliografiya. S. 9–11.
- Pastukhov V.D. 1993. Nerpa Bajkala [The Baikal Seal]. Novosibirsk: Nauka. 272 s.
- Petrov E.A. 1997. Raspredelenie bajkal'skoj nerpy *Pusa sibirica* [Current distribution of Baikal seal *Pusa sibirica*] // Zoologicheskij zhurnal. T. 76. № 10. S. 1202–1209.
- Petrov E.A., Sideleva V.G., Styuart B., Mel'nik N.G. 1993. Pitanie bajkal'skoj nerpy: sostoyanie problemy. 5. Nyryatel'noe povedenie i ehkologiya pitaniya [Diet of Baikal seal: the state of the problem 5. Diving behavior and ecology of feeding] // Sibirskij biologicheskij zhurnal. Izvestiya SO RAN. № 6. S. 32–41.
- Petrov E.A., Smirnova O.G. 2008. Pitanie bajkal'skoj nerpy [Feeding of Baikal seal] // Rybnoe khozyajstvo. № 3. S. 53–57.
- Petrov E.A., Smirnova O.G., Tkachev V.V. 2007. Potreblenie tsennykh promyslovnykh vidov ryb

- bajkal'skoj nerpoj (*Pusa sibirica* Gm., Pinnipedia) [Consumption of valuable food fish species by Baikal seal] // Sibirskij ehkologicheskij zhurnal. № 4. S. 639–651.
- Solov'eva M.A., Glazov D.M., Kuznetsova D.M., Rozhnov V.V. 2016. Peremeshcheniya larg (*Phoca largha*) v Okhotskom more po dannym sputnikovogo mecheniya [Movements of spotted seals (*Phoca largha*) in the sea of Okhotsk according to satellite tagging data] // Ehkologiya. № 4. S. 313–320.
- Chapskij K.K. 1952. K metodike opredeleniya vozrasta mlekopitayushchikh. Struktura kogtej kak vozrastnoj priznak grenlandskogo tyulenyja [To the method for determining mammals. Claw structure as an age characteristic of harp seals] // Izv. estestvenno-nauchnogo instituta im. P.F. Lesgafta. T. 25. S. 47–67.
- Dudley M. 1992. First Pacific record of a hooded seal (*Cystophora cristata* Erxleben, 1777) // Marine Mammal Science. V. 8. P. 164–168.
- Freitas C., Kovacs K.M., Ims R.A., Fedak M.A., Lydersen C. 2008. Ringed seal post-moulting movement tactics and habitat selection // Oecologia. V. 155. № 1. P. 193–204.
- Heide-Jorgensen M.-P., Stewart B.S., Leatherwood N.D.S. 1992. Satellite tracking of ringed seals, *Phoca hispida*, off Northwest Greenland // Ecography. V. 15. P. 56–61.
- R Development Core Team. 2011. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. www.r-project.org
- Stewart B., Petrov E., Baranov E., Timonin A., Ivanov M. 1996. Seasonal movements and dive patterns of juvenile Baikal seals, *Phoca sibirica* // Marine Mammal Science. № 12/4. P. 528–542.
- Watanabe Y., Baranov E.A., Sato K., Naito Y., Miyazaki N. 2004. Foraging tactics of Baikal seals differ between day and night // Marine Ecology progress series. V. 279. P. 283–289.

#### TABLE CAPTIONS

**Table 1.** Data about tagged Baikal seals and tags

**Table 2.** Average distance per day (km/day) for each month

#### FIGURE CAPTIONS

**Fig. 1.** Baikal seal with satellite tag «Pulsar» («Es-Pas», Russia), Argos system.

**Fig. 2.** Average distance covered by Baikal seals during month from July to March. SE indicated for each value.

**Fig. 3.** Movements speed index in the period from July to March. SE indicated for each value.