

**УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ
ENVIRONMENTS OF FISHERIES RESOURCES**

Научная статья

УДК 599.745.3:556.124.4(282.256.341)

DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-163-178

EDN: OHHBIA

**ВЛИЯНИЕ РАННЕГО РАЗРУШЕНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА
И ВЫСОКОГО УРОВНЯ ВОДЫ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ
БЕРЕГОВОГО ЛЕЖБИЩА БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПЫ (*PUSA SIBIRICA* GM.)
НА О. ДОЛГОМ (ОЗ. БАЙКАЛ) ПО МАТЕРИАЛАМ 2020 Г.**

Е.А. Петров, А.Б. Купчинский*

Байкальский музей Сибирского отделения РАН,
664520, Иркутская обл., пос. Листвянка, ул. Академическая, 1

Аннотация. На примере регулярно посещаемого байкальской нерпой *Pusa sibirica* Gm. лежбищного участка на о. Долгом, за которым ведется постоянное видеонаблюдение, дана характеристика функционирования одного из основных береговых лежбищ в 2020 г. при воздействии двух абиотических факторов — значительно более раннего (по сравнению с 2011–2019 гг.) разрушения и исчезновения ледяного покрова в северной части оз. Байкал и быстрого повышения уровня воды в летне-осенний период. Время выхода животных на берег и их численность зависят от первого фактора по схеме «меньше льда — раньше выход и выше численность». Уже в начале формирования залежек (май) на лежбище одновременно залегали до 400 животных. С преждевременным исчезновением плавающих льдов связана необычно большая доля в залежках особей с неоконченной линькой, а задержка линьки, вероятно, негативно отражается на здоровье животных. Увеличение потребности животных в береговых лежбищах происходит на фоне сокращения доступной площади твердого субстрата, что обусловлено быстрым повышением уровня воды. Высокий уровень воды, особенно в начале летнего сезона, выступает вторым негативным фактором, ограничивающим площадь среды обитания тюленей, испытывающих потребность в береговых лежбищах. Вследствие большого количества очень хорошо упитанных взрослых самок и самцов на лежбище в мае выдвинуто предположение о неучастии этих особей в воспроизводстве популяции в 2020 г.

Ключевые слова: байкальская нерпа *Pusa sibirica* Gm., береговое лежбище, потепление климата, остров Долгий, ледяной покров

Для цитирования: Петров Е.А., Купчинский А.Б. Влияние раннего разрушения ледяного покрова и высокого уровня воды на функционирование берегового лежбища байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.) на о. Долгом (оз. Байкал) по материалам 2020 г. // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 163–178. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-163-178. EDN: OHHBIA.

* Петров Евгений Аполлонович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, evgen-p@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8976-8291; Купчинский Александр Борисович, кандидат биологических наук, директор, albor67@mail.ru, ORCID 0000-0001-8884-8636.

© Петров Е.А., Купчинский А.Б., 2023

Influence of early destruction of the ice cover and high water level on functioning of the coastal rookery for baikal seal (*Pusa sibirica* Gm.) on Dolgiy Island (Lake Baikal), on materials of 2020

Evgeny A. Petrov*, Alexander B. Kupchinsky**

*, ** Baikal Museum, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
1, Akademicheskaya Str., Listvyanka, Irkutsk Region, 664520, Russia

* D. Biol., principal researcher, evgen-p@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8976-8291

** Ph.D., director, albor67@mail.ru, ORCID 0000-0001-8884-8636

Abstract. Functioning of a coastal seal rookery is considered on example of those located on Dolgiy Island in Lake Baikal, regularly visited by baikal seal *Pusa sibirica* Gm., which is constantly monitored by video surveillance. A case of the year 2020 with extremely early (comparing to 2011–2019) destruction and disappearance of ice in the northern part of the lake and rapid rise of the water level in summer-autumn is analyzed. Timing of the seals haul onshore and their abundance in rookery depend on the ice conditions: the lower ice cover — the earlier hauling-out and the higher abundance. Since the beginning of the rookery formation in May, up to 400 animals roosted there at the same time. Too early disappearance of the floating ice caused an abnormally large portion of individuals with incomplete molting on the rookery, and the delay in molting affected likely negatively on the animals health. Other negative factor was the deficit of available solid substrate for hauling-out because of rapid rise of the water level, particular in early summer. However, a large number of very well-fed adult females and males was observed on the rookery in May; presumably they did not participate in reproduction of population in 2020.

Keywords: Baikal seal, *Pusa sibirica* Gm., coastal rookery, climate warming, Dolgiy Island, ice cover

For citation: Petrov E.A., Kupchinsky A.B. Influence of early melting of the ice cover and high water level on functioning of the coastal rookery for baikal seal (*Pusa sibirica* Gm.) on Dolgiy Island (Lake Baikal), on materials of 2020, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 1, pp. 163–178. (In Russ.) DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-163-178. EDN: OHHBIA.

Введение

Байкальская нерпа *Pusa sibirica* Gm. — эндемичный пагетодный вид настоящих тюленей, обитающий в глубоководном пресноводном озере в центре Евразии, завершает трофическую цепь водоема и служит индикатором состояния экосистемы оз. Байкал. Нерпа является одним из основных объектов биомониторинга*. В условиях планетарного потепления климата соответствующие процессы в байкальском регионе идут ускоренными темпами. На Байкале (в аспекте байкальской нерпы) главными являются изменения ледового режима, когда периоды ледостава становятся короче как за счет более позднего становления ледяного покрова, так и за счет утончения льда и его раннего разрушения и исчезновения [Шимараев и др., 2002, 2019]. Такие процессы несут угрозу прежде всего репродуктивному успеху нерп, но одновременно они заметно удлиняют периоды безо льда (для нерпы — время активного нагула), влияют на поведение животных. В этих условиях, несмотря на преимущественное обитание нерп в пелагиали, возрастает значение берега в жизни тюленей [Петров и др., 2021a]. Недавно на примере одного из основных береговых лежбищ байкальской нерпы описаны некоторые характеристики его функционирования в разные годы [Petrov et al., 2022] и показано, что время появления нерп в районе лежбища, а также численность первых залежек и доля линяющих особей в них зависят от степени «ледовитости» и времени исчезновения плавающих льдов

* Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2020 году». Иркутск: ФГБУН Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2021. 370 с.

в северной части оз. Байкал [Купчинский и др., 2021]. В 2020 г. природа поставила эксперимент, позволивший проследить, как происходит освоение берегового лежбища нерпами в условиях одновременного влияния двух мощных абиотических факторов. Первый — исчезновение плавающих льдов в северной части Байкала значительно раньше обычных сроков (11 мая). В 2011–2019 гг. это случалось между 20 мая — 2 июня. Второй фактор — уровень воды: относительно высокий на дату начала наблюдений (456,23 м над уровнем моря). Он быстро увеличивался летом и особенно осенью. К августу уровень воды поднялся на 39 см, а к октябрю — еще на 50 см, что привело к затоплению значительных площадей обитания тюленей во время пребывания на лежбищах. Оценка одновременного влияния этих двух, негативных для животных, абиотических факторов на «береговой» период жизни и поведение байкальской нерпы и является целью настоящей работы.

Материалы и методы

Информационной основой для статьи стали видеонаблюдения, проводимые Байкальским музеем на северной оконечности о. Долгого — одного из основных береговых лежбищ, ежегодно посещаемых байкальской нерпой. Остров входит в состав архипелага Ушканьи острова (рис. 1), расположенного на границе между северной и средней частями оз. Байкал. Схема организации дистанционных наблюдений и основные технические параметры используемой аппаратуры подробно описаны В.А. Фиалковым с соавторами [2013]. Использовалась купольная камера Axis Q6035-E; передача информации с острова и управление видеокамерой осуществлялись по высокоскоростному каналу связи через промежуточные пункты (ретрансляторы) с помощью оборудования RADWIN 2000C; электропитание получали с помощью солнечных батарей и ветрогенератора «Аполло-650», смонтированных на острове (работа видеокамеры ограничивалась преимущественно световым днем). Изображения с места наблюдений в режиме реального времени поступали непосредственно в интернет, в настоящее время они заархивированы (ресурсоемкий стандарт сжатия М-JPEG) и хранятся в фондах Байкальского музея.

Для сообщения использованы видеоматериалы, полученные в сезон 2020 г. Характеристика животных в залежках (размерно-возрастной состав, состояние волосяного покрова, упитанность и физическое состояние животных) проведена преимущественно по предварительно изготовленным стоп-кадрам (методом срезов) [Попов, Ильченко, 1990]. Численность нерп на том или ином участке определяли прямым подсчетом животных на стоп-кадрах, если численность за день была меньше 10, считали, что животные отсутствовали (они фиксировались, но не обсуждаются).

Размерную (возрастную) принадлежность нерп оценивали визуально по физическому состоянию животных. Выделяли три группы: молодые (мелкие) животные в возрасте $\leq 3+$ лет; неполовозрелые особи в возрасте $4+...7+$ лет и взрослые (крупные) особи старше $7+$ лет (масса тела этих особей приблизительно составляла соответственно 15–30 кг, 30–40/50 и ≥ 50 кг). Упитанность животного (у ластоногих — отношение массы подкожного жира + шкура к общей массе тела, %) оценивали визуально с учетом возраста (по возможности — половой принадлежности) и сезона. Всех нерп подразделяли на четыре группы: с высокой упитанностью (для данного сезона), когда упитанность превышает 50 %; с нормальной (средней) упитанностью (40–50 %); с недостаточной (низкой) упитанностью (до 40 %) и так называемые «заморыши». Под последними понимают животных, которые практически находятся на грани жизни и смерти и их физическое состояние является, как правило, результатом позднего рождения и недостаточного питания в первые месяцы жизни [Пастухов, 1993].

Главными признаками линьки служили специфическая окраска животных (преобладание буро-желто-ржавых оттенков), «вздыбленность» волосяного покрова на спине и по бокам, неотросшие вибриссы.

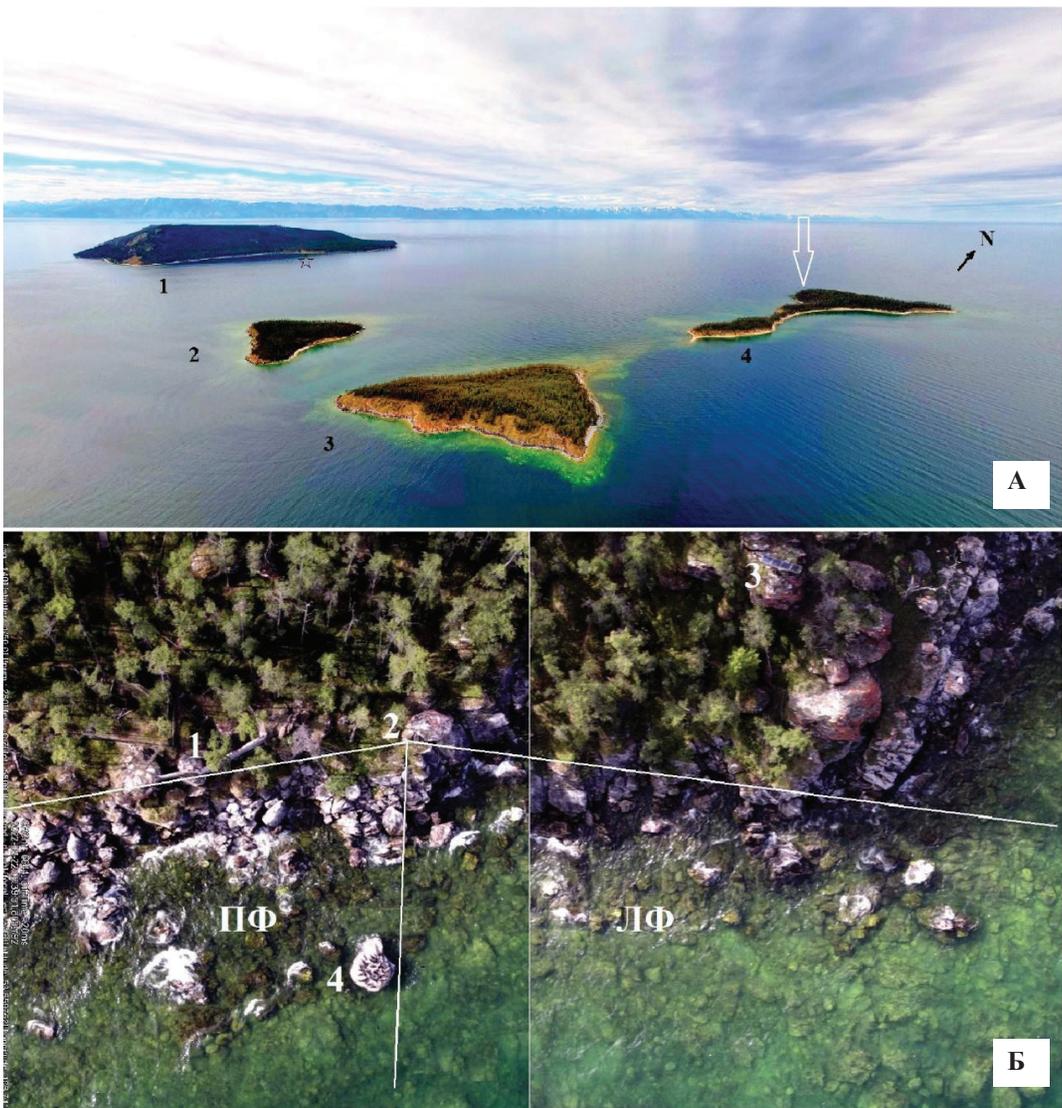


Рис. 1. Общий вид архипелага Ушканьи острова (А): 1 — о. Большой, 2 — о. Тонкий, 3 — о. Круглый, 4 — о. Долгий (Длинный), *стрелкой* показано место установки видеосистемы; северо-западный мыс о. Долгого (Б), на котором смонтирована видеосистема: 1 — тропа и смотровая площадка, 2 — место расположения видеокамеры, 3 — солнечные батареи и другая аппаратура, 4 — прибрежная глыба (Камушек), ПФ и ЛФ — правый и левый фланги сектора видеосъемки (фото Д.Е. Шабанова)

Fig. 1. General view of Ushkany Islands archipelago (А: 1 — Bolshoi Island, 2 — Tonkiy Island, 3 — Krugly Island, 4 — Dolgiy Island, the *arrow* shows location of the video system) and view of the northwestern cape of Dolgiy Island where the video system is mounted (Б: 1 — trail and observation deck, 2 — video camera, 3 — solar panels and other equipment, 4 — coastal rock Kamushek, ПФ and ЛФ — right and left flanks of the monitored sector), photo by D.E. Shabanov

Весь сектор осмотра для удобства мы разделили на правый и левый фланги (ПФ, ЛФ), границей между ними служила большая прибрежная глыба — Камушек (рис. 1). Наблюдения начали 11 мая, прекратили — 22 октября; по техническим причинам камера не работала 1 день в июле и 2 дня в августе.

В статье использованы фотографии (стоп-кадры), полученные с видеоматериалов, некоторые данные обчислены стандартными методами вариационной статистики

(Microsoft Excel), приведены $m_x \pm SE$ и n — количество определений изучаемого показателя. Ледовая обстановка оценивалась по космическим снимкам [сайт <http://sputnik.irk.ru>], уровень воды в Байкале — по сайту www.rushydro.ru.

Результаты и их обсуждение

Численность

Начальный период освоения лежбища (май). Наблюдения начались 11 мая, когда на скалах лежбища еще сохранялись сакуи (наледы), но акватория была свободной ото льда (рис. 2, А). Первые нерпы в акватории лежбища появились 17 мая, первые залежки возникли 18 мая и сразу наблюдался массовый подход — *привал* (термин Т.М. Иванова [1938]): около 60 нерп заняли камни и берег, но низкий уровень воды делал Камушек труднодоступным. На камнях ПФ и ЛФ, расположенных на литорали, в силу их небольшой площади и сложной конфигурации (архитектуры) численность животных в залежках всегда небольшая (18 — на ПФ и 22 — на ЛФ), но непосредственно на каменистом берегу и на небольших камнях в уресе воды (участок ПФ, обозначенный как «дворик», рис. 2) залежки были достоверно многочисленней (в среднем по 32) (табл. 1).



Рис. 2. Заполняемость берегового участка на ПФ (локация «дворик») в первые дни освоения лежбища (19 мая, А) и позже (1 июня, Б) (стоп-кадры видеосъемки, 2020 г.)

Fig. 2. Occupancy of the coastal area on right flank of the monitored sector («courtyard») in the beginning of the rookery formation: on May 19 (А) and June 1 (Б), by video stills

После формирования первых относительно малочисленных залежек 18 мая численность животных быстро увеличивалась, и уже 21 мая залежки стали массовыми, а пик численности пришелся на 31 мая. В мае нерпы явно предпочитали лежать на ПФ, в отдельные дни (и часы) их количество достигало 200–245 особей, в то время как на ЛФ — не более 170. Минимальные и максимальные среднесуточные значения численности нерп на разных флангах различались статистически достоверно (табл. 2). Посуточная динамика средней численности нерп в залежках (экз./ч) в первые дни освоения лежбища показана на рис. 3. Отметим, что превосходство численности нерп

Таблица 1

Численность и количество линяющих особей в исследованных залежках байкальской нерпы на лежбище на о. Долгом в 2020 г.

Table 1

Total number and the number of molting individuals in monitored haulouts of baikal seal on the rookery on Dolgiy Island in 2020

Участок лежбища	Дата	Численность нерп		
		Средняя в залежке, шт.	Всего в залежках, шт.	Линяющих в залежке, %
Правый фланг, берег	Май, 19–26	32 ± 3 (17)	548	81 ± 2
Правый фланг, камни в литорали	Май, 18–30	18 ± 2 (37)	673	88 ± 2
Левый фланг, камни в литорали	Май, 19–30	22 ± 2 (23)	505	81 ± 3
Правый и левый фланги (без Камушка)	Июнь	30 ± 2 (80)	2374	81 ± 1
	Июль	22 ± 2 (88)	1962	80 ± 1
	Август	16 ± 1 (23)	369	78 ± 3
	Сентябрь	12 ± 2 (23)	288	80 ± 3
	Октябрь	14 (1)	14	85
Камушек	Май, 20–31	31 ± 1 (44)	1354	85 ± 2
	Июнь	35 ± 2 (43)	1491	83 ± 2
	Июль, 1–23	36 ± 1 (118)	4207	79 ± 1
	Июль, 24–30	41 ± 2 (16)	657	69 ± 3
	Август	42 ± 2 (29)	1231	71 ± 2
	Сентябрь	36 ± 2 (57)	2072	83 ± 1
	Октябрь	35 ± 1 (34)	1198	86 ± 1

Примечание. В скобках количество залежек.

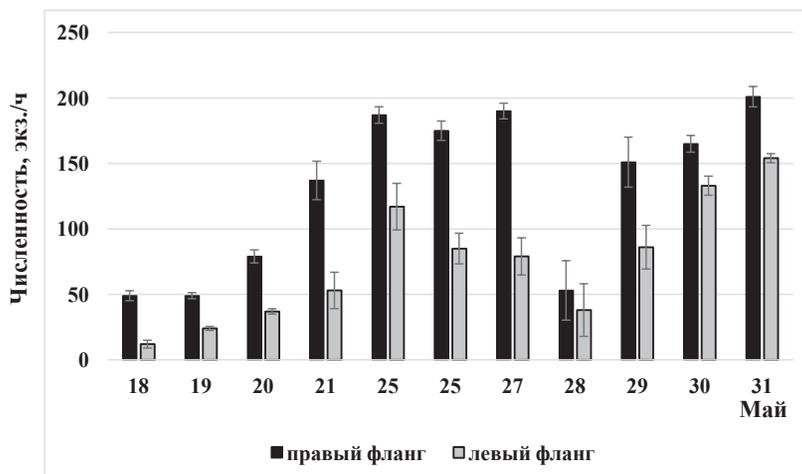


Рис. 3. Динамика средней численности нерп в залежках в первые дни освоения лежбища (с 18 по 31 мая 2020 г.), экз./ч

Fig. 3. Dynamics of average number of seals in haulouts in the beginning of the rookery formation (from May 18 to May 31, 2020), ind. per hour

на ПФ по сравнению с таковой на ЛФ сохранялось весь май, и оно было достоверно (кроме значений 28.05.2020 г.) (рис. 3), но позже нивелировалось.

Сравнивая данные 2020 г. с полученными ранее [Купчинский и др., 2021; Петров и др., 2021б; Petrov et al., 2022], можно увидеть, как четко прослеживаются особенности сезона.

В первую очередь это ранние сроки начала выхода животных на берег и массовость первых привалов. В конце мая и в начале июня в отдельные дни на обследуемом леж-

бище одновременно залегало > 400 особей, а с учетом нерп, залегающих в «мертвой» зоне (за правым мысом на ПФ), не менее 600 особей (рис. 4). Мы считаем, что такой массовости, скорее всего, поспособствовали ледовые условия на завершающем этапе ледолома.

В 2020 г. продолжительность стояния сплошного ледяного покрова в южной части озера составила 118 дней (с 12.01 по 9.05), а время ледолома (от начала разрушения до полного исчезновения льда) — 19 дней. В северной части лед стоял дольше (129 дней, со 2.01 по 11.05), но период ледолома был почти вдвое короче (10 дней). Однако время «жизни» именно плавающих льдов, на которых должны формироваться многотысячные залежки («урганы») и в течение двух недель происходит линька всех животных (за исключением сеголеток, вылинявших зимой) [Иванов, 1982], было еще короче. Очевидно, что большое количество животных не успели завершить линьку на льдах и вынуждены были выходить не только на прибрежные камни, но и непосредственно на берег. Отметим, что в прошлом веке нерпы появлялись на лежбищах лишь в июле, и то в небольшом количестве [Иванов, 1938; Пастухов, 1993]. Однако уже в 1990-е гг. летние залежки на Ушканьих островах начинали образовываться в июне вслед за исчезновением плавающих льдов и во второй половине месяца бывали многочисленными, а в июле — массовыми (сотни особей). При этом нерпы в основном успевали вылинять на льдах и имели нормальную упитанность [Петров, 1997].

Нагульный период (июнь-август). В июне нерпы находились на лежбище весь месяц, причем сравнительно в большом количестве, особенно на ЛФ. В течение месяца никакой закономерности в изменении численности залежек не отмечено, не соблюдалась и прежняя избирательность в отношении флангов лежбища (табл. 2). По дням средняя численность нерп (без учета нулевых значений) на лежбищах ПФ колебалась от 60 до 167, составляя в среднем для месяца 131 нерпу в день. На ЛФ среднесуточная численность колебалась от 49 до 170 (табл. 2), составляя в среднем для июня 123 нерпы в день.

Таблица 2

Table 2

Интенсивность посещения байкальской нерпой разных участков лежбища на о. Долгом в 2020 г.
Intensity of baikal seals visiting to certain parts of the rookery on Dolgiy Island in 2020

Месяц (кол-во дней наблюдений)	Уровень воды на начало месяца, м над уровнем моря (месячный прирост, м)	Правый фланг (ПФ) лежбища			Левый фланг (ЛФ) лежбища		
		Кол-во дней, когда нерпа присутствовала	Min средняя численность в отдельные дни, шт.	Max средняя численность в отдельные дни, шт.	Кол-во дней, когда нерпа присутствовала	Min средняя численность в отдельные дни, шт.	Max средняя численность в отдельные дни, шт.
Май (21)	456,18	11	49 ± 4	201 ± 8	11	12 ± 3	154 ± 4
Июнь (30)	456,29 (+11)	30	60 ± 10	167 ± 5	30	49 ± 11	170 ± 8
Июль (30)	456,48 (+19)	23	12 ± 6	125 ± 7	23	18 ± 2	140 ± 8
Август (29)	456,62 (+14)	14	11 ± 2	72 ± 8	10	15 ± 6	96 ± 12
Сентябрь (30)	456,88 (+26)	6	14 ± 4	62 ± 12	6	17 ± 8	73 ± 11
Октябрь (21)**	457,12 (+24)	1	—	18 ± 5	1	—	27 ± 4

* Не считая «нулевых» дней, когда нерп не было.

** Данные по ПФ за 08.10.2020 г., по ЛФ — за 06.10.2020 г.

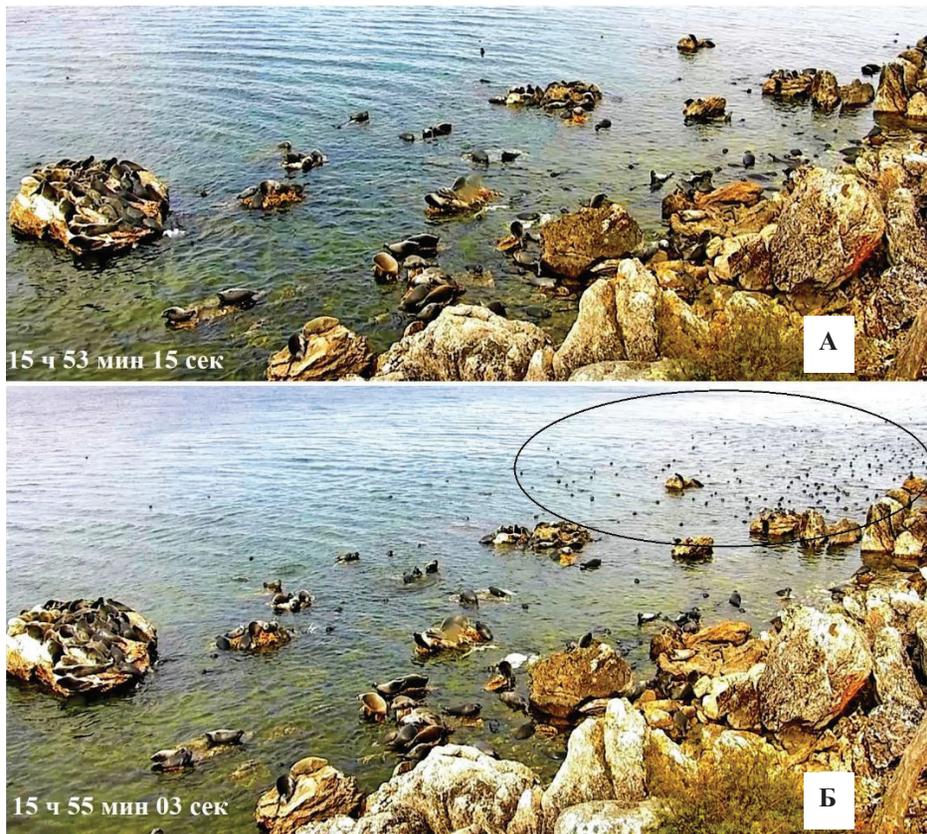


Рис. 4. Два фрагмента видеосъемок залежек байкальских нерп: А — правый фланг и Камушек, лежат ≈ 150 животных; Б — разница в 2 мин., на лежбище те же особи, в правом верхнем углу — головы тюленей (> 150 шт.), сошедших в воду с участка лежбища, не просматриваемого видеокамерой («мертвая» зона), в результате сгона нерп людьми (фото-срез 16.06.2020 г.)

Fig. 4. Two fragments of video footage of the baikal seal haulouts on June 16, 2020: А — right flank of the monitored sector and rock Kamushek, ≈ 150 animals lie; Б — the same haul-out site after 2 min: the same animals lie and other > 150 individuals show their heads in the upper right corner being descended to the water driven by people from the area not viewed by video camera («dead» zone). Time is indicated

В июле залежки оставались многочисленными только в начале месяца, после чего количество животных, выходящих на твердый субстрат, резко сократилось, отчего средняя численность залежек достоверно была ниже, чем в июне (см. табл. 1). На ПФ в течение месяца оно колебалось от 125 до 12, составляя в среднем 52 особи. На ЛФ — от 145 до 18 (табл. 2), в среднем — 61.

В августе динамика численности была как в июле — до 10 августа нерп было относительно много, но потом их численность сократилась, и средняя численность залежек была достоверно меньше, чем в июле (см. табл. 1). В августе больше животных было на ЛФ — средняя численность колебалась от 15 до 96 особей, в то время как на ПФ — от 11 до 72 (табл. 2), но с учетом «нулевых» дней каждый день на камнях лежало в среднем соответственно по 19 и 18 нерп.

Суточная динамика численности нерп на лежбище летом, по-видимому, может быть разной: обычно привалы случались с раннего утра (или ночью, в предрассветные часы), реже численность животных увеличивалась до максимума в дневное время и еще реже — к вечеру.

Осенний период. В сентябре нерпы появлялись на лежбище только в течение 6 дней, но минимальная и максимальная численность животных на лежбище почти не от-

личались от таковых в августе (табл. 2). В *октябре* лежбища посещали единичные особи. Только раз на ПФ лежбища в среднем лежали 18 нерп, а на левом — 27 (в разные дни).

Посещаемость лежбища. Если в июне нерпы присутствовали на лежбище каждый день (и в большом количестве), то в июле — только 23 дня (что можно связать с непогодой). Отличительной чертой августа были многочисленные «нулевые» дни (15), когда нерпы не посещали лежбище, причем не всегда из-за неблагоприятной погоды. На ПФ нерп фиксировали в течение 14 дней, на ЛФ — только 10 дней, и их численность заметно понизилась, возможно, в связи с затоплением части лежбища (табл. 2). То же самое наблюдали в сентябре — с продолжающимся быстрым затоплением берега и прибрежных камней (уровень воды за месяц повысился на 26 см) нерпы в небольшом количестве выходили на лежбище всего 6 дней, а в октябре — 2 дня.

Размерно-возрастной состав залежек

В начальный период освоения лежбища (в мае) на всех исследуемых лежбищных участках (указаны в табл. 1) доминировали крупные (взрослые) особи. Так, в залежках на береговой линии (локация «дворик») взрослых нерп было ≈64 %.

Мелких животных было мало (10 %), а 26 % составляли нерпы средних размеров (неполовозрелые). Доминирование крупных особей в залежках отмечали на камнях и скалах литорали обоих флангов (рис. 5), но на ЛФ крупных особей было достоверно больше, чем на ПФ ($p = 0,05$) — 66 против 49 %, а мелких, напротив, было меньше (11 против 20 %), т.е. на ЛФ залегали животные тех же размеров, что и на берегу ПФ (во «дворике»).

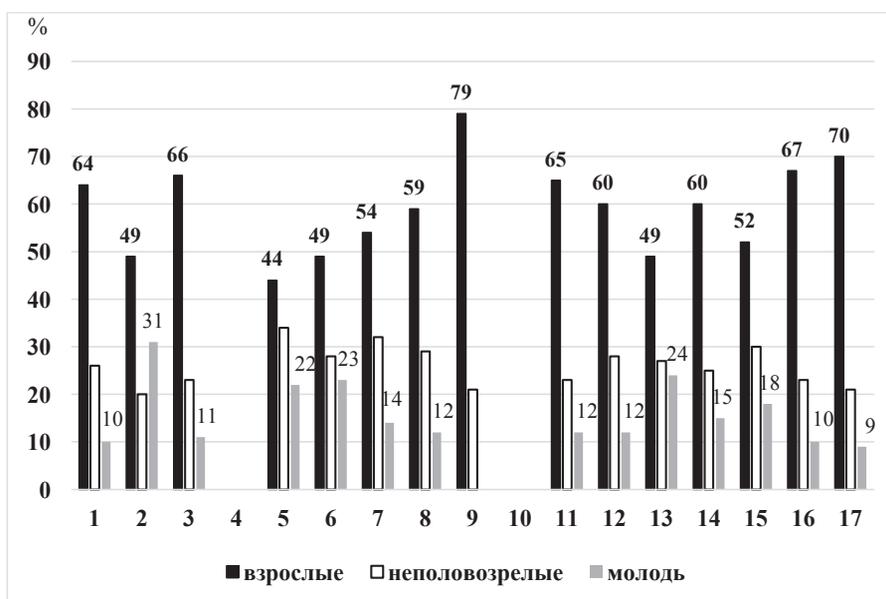


Рис. 5. Возрастной (размерный) состав залежек байкальской нерпы на разных участках лежбища в сезонном аспекте. В мае (1–3): 1 — берег правого фланга (ПФ), 2 — камни в литорали ПФ, 3 — камни в литорали левого фланга (ЛФ). Летом и осенью (4–8) на берегу и камнях в литорали (ПФ+ЛФ, без Камушка): 4 — июнь, 5 — июль, 6 — август, 7 — сентябрь, 8 — октябрь. Летом и осенью (9–15) на Камушке: 9 — 20–31 мая, 10 — июнь, 11 — 1–23 июля, 12 — 24–30 июля, 13 — август, 14 — сентябрь, 15 — октябрь (о. Долгий, 2020 г.)

Fig. 5. Seasonal dynamics of the baikal seal age (size) composition in certain parts of the rookery on Dolgiy Island in 2020: 1 — shore on the right flank of the monitored sector in May; 2 — littoral rocks on the right flank in May; 3 — littoral rocks on the left flank in May; 4 — shore and littoral rocks on the right and left flanks of the monitored sector (beyond rock Kamushek) in June; 5 — same areas in July; 6 — same areas in August; 7 — same areas in September; 8 — same areas in October; 9 — rock Kamushek on May 20–31, 10 — rock Kamushek in June, 11 — rock Kamushek on July 1–23, 12 — rock Kamushek on July 24–30, 13 — rock Kamushek in August, 14 — rock Kamushek in September, 15 — rock Kamushek in October

В июне крупных (взрослых) особей было меньше ($\approx 48\%$), а мелких нерп — больше (22%), т.е. увеличилась относительная численность не маленьких, но предположительно неполовозрелых животных (до 34%). Однако в дальнейшем, к осени, количество взрослых нерп только увеличивалось, достигнув в октябре 79% . Одновременно молодые (мелкие) особи постепенно исчезли из залежек (рис. 5). Возрастной состав залежек, вероятно, отражает состав той группы, которая подошла на лежбище, или тех животных, которые в данное время обитают в окрестностях лежбища (но не всей популяции).

Упитанность

В мае среди лежащих нерп многие особи ($26\text{--}34\%$) были «не по сезону» очень хорошо упитаны, тощих особей («заморышей») не было вовсе. Около $52\text{--}57\%$ нерп имели нормальную упитанность и остальные ($\approx 16\%$) отнесены к худым (рис. 6). В июне и июле количество хорошо упитанных особей уменьшилось (до $22\text{--}23\%$), $58\text{--}52\%$ животных имели нормальную (среднюю) упитанность, но количество недостаточно упитанных нерп с 20% в июне увеличилось до 25% в июле. Однако в августе хорошо упитанных особей стало заметно больше (почти 32%), а плохо упитанных — меньше (17%). Эта динамика — увеличение относительного количества хорошо упитанных животных в залежках и уменьшение численности плохо упитанных — продолжалась и дальше, и в октябре доля хорошо упитанных особей составила 57% , а особи с недостаточной упитанностью исчезли (рис. 6). Отметим, что за все время наблюдений в залежках было очень мало «заморышей» ($< 1\%$).

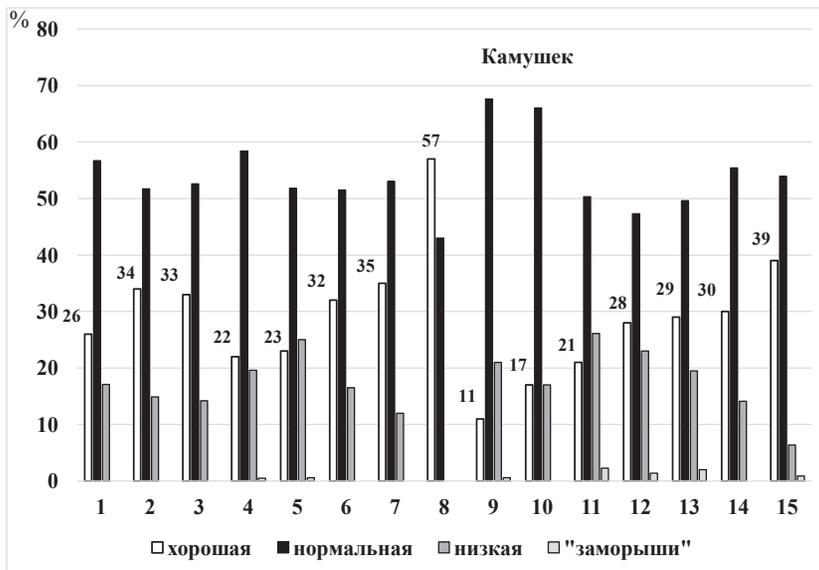


Рис. 6. Упитанность байкальской нерпы на лежбище в сезонном аспекте. В мае (1–3): 1 — берег правого фланга (ПФ), 2 — камни в литорали ПФ, 3 — камни в литорали левого фланга (ЛФ). Летом и осенью (4–8) на берегу и камнях в литорали (ПФ+ЛФ, без Камушка): 4 — июнь, 5 — июль, 6 — август, 7 — сентябрь, 8 — октябрь. Летом и осенью (9–15) на Камушке: 9 — 20–31 мая, 10 — июнь, 11 — 1–23 июля, 12 — 24–30 июля, 13 — август, 14 — сентябрь, 15 — октябрь (о. Долгий, 2020 г.)

Fig. 6. Seasonal dynamics of the baikal seal fatness on the rookery on Dolgiy Island in 2020: 1 — shore on the right flank of the monitored sector in May; 2 — littoral rocks on the right flank in May; 3 — littoral rocks on the left flank in May; 4 — shore and littoral rocks on the right and left flanks of the monitored sector (beyond rock Kamushek) in June; 5 — same areas in July; 6 — same areas in August; 7 — same areas in September; 8 — same areas in October; 9 — rock Kamushek on May 20–31, 10 — rock Kamushek in June, 11 — rock Kamushek on July 1–23, 12 — rock Kamushek on July 24–30, 13 — rock Kamushek in August, 14 — rock Kamushek in September, 15 — rock Kamushek in October

Очень высокая упитанность заметного количества взрослых самцов и самок в начале освоения лежбища в 2020 г. (в мае) — явление, наблюдаемое в последнее время в отдельные годы. В прежних работах либо только упоминается наличие очень хорошо упитанных взрослых самок на лежбищах Ушканьих островов [Иванов, 1938], либо утверждается, что животные «имели обычную для этого времени упитанность» [Пастухов, 1993, с. 116]. Однако в обоих случаях речь шла об июле. У байкальской нерпы в мае индекс упитанности самый низкий в течение года. Особенно это касается взрослых самцов, участвующих в гоне, и самок, недавно переставших кормить щенков [Пастухов, 1993].

Кроме того, считается, что зимой все нерпы недоедают [Гурова, Пастухов, 1974; Пастухов, 1993], точнее, их питание не адекватно энергетическим затратам при подледном обитании. Однако взрослые самки, не рожавшие и не выкармливающие щенка в данном году («яловухи»), а также самцы, пропустившие гон, к весне обычно сохраняют высокую упитанность.

В нашем случае большое количество хорошо упитанных животных на лежбище сразу после очищения озера ото льда (в мае) объясняется не результатом нагула (слишком короткий период) и не только хорошей кормовой базой в зимнее время и относительно коротким ледовым периодом зимы 2019–2020 гг. (смотрите выше), требующим меньших затрат энергии (без чего сохранить высокую упитанность было бы невозможно). Основная причина феномена — неучастие многих взрослых самок в воспроизводстве популяции. Заметное количество взрослых самцов, очевидно, также не принимали участия в гоне в 2020 г. (о чем свидетельствует их хорошая упитанность в мае-июне). Постепенное увеличение в залежках доли хорошо упитанных животных от весны к осени — нормальное явление, отражающее интенсивный нагул в условиях хорошей кормовой базы. Например, в августе многие животные были упитаны не хуже, чем обычно бывает в октябре-ноябре, когда у нерп наблюдается максимальная сезонная упитанность и масса тела [Пастухов, 1993].

Линька и патологии

В мае большинство (> 80 %) животных были с признаками незаконченной линьки, причем в залежках на камнях и скалах литоральной зоны ПФ линяющих нерп было достоверно больше, чем на соседних локациях, — продолжали линять 88 % животных (см. табл. 1). Очевидно, что связано это с недостаточным временем пребывания тюленей на плавающих льдах, т.е. с преждевременным исчезновением обычного субстрата для линьки.

С июня по октябрь количество линяющих животных в залежках достоверно не менялось, оставаясь в границах 78–85 % (табл. 1). Сохранение огромного количества линяющих нерп вплоть до поздней осени мы отмечали и в другие годы, но этот феномен совершенно необычный, немислимый в 1960–1990-е гг. В 1930-е гг. функционально летние береговые лежбища рассматривали как продолжение ледовых линных лежбищ, как место, куда выходят почти исключительно начинающие или уже линяющие животные [Иванов, 1938]. Однако на основании материалов 1962–1979 гг. это утверждение было отвергнуто, поскольку на береговых лежбищах линяющих нерп было только 9 % численности [Пастухов, 1993]. По нашим данным, начиная по крайней мере с 2011 г., основной причиной выхода байкальской нерпы на береговые лежбища является растянутая линька, протекающая на фоне процессов, связанных с потеплением климата [Петров и др., 2021а, б]. В этом ключе данные В.Д. Пастухова согласуются с нашими: в 60–70-е гг. прошлого века плавающие льды в северном Байкале сохранялись вплоть до 20-х чисел июня (поэтому, по мнению авторов, животные успевали вылинять на них), а после окончательного очищения акватории ото льда нерпы не сразу выходили на лежбища [Пастухов, 1993, с. 116–117], вероятно потому, что у них не было такой потребности.

Неуменьшающееся количество линяющих особей в течение летне-осеннего периода объясняется постоянной ротацией состава залежек [Petrov et al., 2021], т.е. подходом

на лежбище новых групп животных, которые до этого, не найдя подходящего места для выхода на берег, нагуливались в пелагиали. Возможно, какие-то группы мигрировали из южной части озера, где подходящих мест для формирования лежбищ очень мало (из-за высокого антропогенного пресса).

Если распространить наблюдаемую на лежбище картину на всю популяцию, получается, что какое-то количество животных уходит «на зимовку», так и не завершив смену волосяного покрова. Однако при этом они хорошо упитаны. Важно, что у животных с сильно затянувшейся во времени линькой, судя по видеозаписям крупным планом, развиваются болезни кожно-волосяного покрова различной (неустановленной) этиологии (рис. 7). Примеры внешнего проявления патологий кожно-волосяного покрова байкальской нерпы приведены на рис. 5, 7 и 12 в статье Е.А. Петрова с соавторами [2021б].



Рис. 7. Примеры патологий кожно-волосяного покрова байкальской нерпы: **А** — байкальские нерпы на Камушке; *красными точками* помечены особи, явно имеющие патологии; **Б** — фрагмент залежки нерп на отдельном камне, все особи невылинявшие, что для сентября также можно считать патологией (фото-срезы 15.09.2020 г., уровень воды — 457,04 м)

Fig. 7. Examples for pathologies of skin and hair coat of baikal seal: **A** — seals on rock Kamushek, the individuals with clear pathologies marked by *red dots*; **B** — unmolted seals on a separate rock on September 15, 2020 (water level 457.04 m) — such delay in molting is considered a pathology

Примечательно, что прежние авторы [Иванов, 1938; Пастухов, 1993] при описании береговых лежбищ не упоминают о больных нерпах. Однако наблюдения за лежбищами летом 1990, 1991, 1993 гг. показали, что заметная доля животных, находящихся на лежбище, это ослабленные, плохо упитанные животные: подранки, нуждающиеся в отдыхе, а также больные и продолжающие линять животные* [Петров, 1997].

Массовые патологии, возможно, являются очень негативным результатом нарушения важнейшего физиологического процесса в жизни нерпы — смены волосяного покрова [Пастухов, 1993]. Это обстоятельство повышает значение пребывания животных на суше под солнечными лучами, поскольку они оказывают оздоровительный эффект как на кожно-волосяной покров млекопитающих, так и на организм в целом (преимущественно через кожу) [Чередниченко, 1979].

* Тогда линяющих нерп было немного и их количество не связывалось с ледовым режимом.

Возможно, именно потребность в солнечных лучах является основополагающей мотивацией выхода животных на берег [Petrov et al., 2021]. В этом же ключе можно объяснить упомянутую выше избирательность места залегания нерп, т.е. выбор места связан с его освещенностью. В погожие дни продолжительность воздействия солнечного освещения на лежащих на берегу нерп на ПФ больше, чем на ЛФ (причем как утром, так и вечером), но это соотношение меняется в течение летне-осеннего периода. В наших широтах естественная освещенность в течение года максимальная летом, в июле, а в течение суток — с 11 до 14 час (полуденные часы). Эта рабочая гипотеза требует более тщательного анализа видеозаписей, а пока показано, что проявление или не проявление избирательности места залегания с погодными условиями (направление ветра, волнение, осадки) мало связаны [Petrov et al., 2022].

Лежбищный участок Камушек

В значительной степени численность нерп и в какой-то степени состав залежек на Камушке зависят от уровня воды. Эта локация (рис. 1 (Б), 4, 7, (А)) не всегда доступна мелким нерпам, и даже взрослые животные при низком уровне воды испытывают трудности при вылезании на этот камень. Поэтому, во всяком случае при низком уровне воды, залежкам на Камушке свойственна некая селективность — на нем практически не бывает молодых (мелких) нерп. Однако в мае 2020 г. начальный уровень воды был достаточно высоким (456,23–456,29 м над уровнем моря), чтобы размерно-возрастной состав залежек на Камушке был практически такой же, как на ЛФ (см. табл. 1). Но с 18 по 21 мая залежки были небольшими — средней численностью 9 ± 2 особи ($n = 5$; суммарная численность животных в залежках — 46).

Впоследствии по мере повышения уровня воды численность животных, залегающих на Камушке, увеличилась: поначалу превышала 30 особей, а со второй половины июля и в августе она достоверно увеличилась до > 40 (табл. 1). На Камушек, с одной стороны, чаще стали выбираться мелкие особи, с другой — увеличивалось количество взрослых, хорошо упитанных животных, и в залежке всегда преобладали крупные сильные особи (рис. 5), которым физически легче преодолеть высоту (порог) лаза. К ним относятся и взрослые самцы, многих из которых формально мы относим к категории нерп с низкой/недостаточной упитанностью [Пастухов, 1993]. Таким образом, если в залежках относительно много взрослых самцов, то доля нерп с высокой упитанностью уменьшается.

Однако осенью численность нерп вернулась к прежним значениям, что опять-таки может быть связано с высоким уровнем воды, поскольку заметно уменьшилась доступная площадь камня, остающаяся незатопленной.

На Камушке с мая по октябрь было заметно меньше нерп с высокой упитанностью (чем на других участках) (рис. 6), что, на наш взгляд, объясняется их меньшей двигательной активностью вне воды — толстым особям трудно выбираться на скалу. По мере затопления Камушка эта задача облегчалась и количество хорошо упитанных особей увеличивалось, достигнув в октябре 38 %, что все равно было значительно меньше, чем в залежках на других участках (табл. 1). Осенью Камушек остается практически единственным местом на изучаемом лежбище (при высоком уровне воды — легкодоступным), где нерпы образуют залежки (до октября включительно).

В мае в первых немногочисленных залежках на Камушке линяющих особей было 58 ± 14 %, но уже в конце месяца залежки стали многочисленней и животных, продолжающих линьку, стало значительно больше (85 %) (табл. 1). В июне численность линяющих особей оставалась прежней, но в июле и августе она достоверно понизилась (впрочем, оставаясь большой), а осенью вернулась к прежним значениям. Причина сохранения на залежках большого количества линяющего зверя в течение всего сезона озвучена выше (ротация).

Мы уже отмечали, что в связи с потеплением климата и изменением ледового режима (в том числе в сроках ледостава) увеличилась продолжительность функцио-

нирования береговых лежбищ [Петров и др., 2021а, б] и их правильнее считать не летними, а летне-осенними. В 2020 г. это также прослеживается, хотя численность нерп, посещающих берег в осеннее время, невелика, что, возможно, определяется уровнем воды (поскольку залежка на незатопляемом Камушке всегда относительно крупная). До значимого изменения ледового режима на Байкале численность нерп на береговых лежбищах была минимальной в июле, максимальная численность отмечалась в сентябре, а в октябре нерпы перемещались на мелководные участки озера, к «фабрикам льда», в частности в Чивыркуйский залив, ближайший к Ушканьим островам [Пастухов, 1993]. Теперь сезонная динамика численности обратная, а нерпы не спешат в заливы, поскольку формирование первого льда там начинается намного позже, чем было в 1960–1990 гг.

Заключение

Показано, что в связи с очень ранним исчезновением плавающих льдов в 2020 г. освоение лежбищ (на примере о. Долгого) началось значительно раньше обычных сроков, а первые привалы были очень мощными. На берег сразу пошли сотни животных, большинство из которых не успели закончить сезонную линьку. Этот факт является резко отрицательным последствием раннего разрушения льда, поскольку процесс смены волосяного покрова растягивается и приобретает патологические черты. Животные с нарушенным кожно-волосяным покровом подвержены развитию кожных заболеваний.

Водный режим озера влияет на сезонную динамику численности нерп в залежках и их распределение по участкам лежбища. Этот абиотический фактор (быстрый и значительный подъем уровня воды) негативно влияет на тюленей: в течение лета, когда значительная часть популяции нуждается в береговых лежбищах, многие лежбищные участки затапливаются, и, возможно, именно поэтому численность нерп на лежбище сокращается уже в августе, не говоря об осени. Только огромный Камушек, становясь более доступным, является единственным местом (на изучаемом лежбище), где нерпы могут образовывать залежки до поздней осени.

Отмечено наличие в залежках заметного количества очень хорошо упитанных особей в мае, что нехарактерно для вида. Несомненно, что на массу и упитанность нерп повлияли хорошая кормовая база пелагиали и относительно короткий период жизни подо льдом прошедшей зимой. Однако, принимая во внимание, что чрезмерно упитанными (для сезона) являются преимущественно заведомо взрослые самки и часть взрослых самцов, мы полагаем, что сохранение такой упитанности у этих особей возможно только в одном случае — если они не участвовали в воспроизводстве популяции в 2020 г. Большая относительная численность таких животных (25 %), в свою очередь, может свидетельствовать о процессах саморегуляции в популяции нерпы, направленных на стабилизацию или сокращение ее численности.

Продолжающееся потепление, сокращающее продолжительность ледостава и ускоряющее распадение ледяного покрова на Байкале, следует рассматривать как угрозу для нормальной жизнедеятельности байкальской нерпы не только в зимний период (деторождение), — что очевидно, этой темы мы не касались, — но и в нагульный период.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность техническому персоналу, обеспечивающему видеосъемку и передачу информации в музей.

The authors express their gratitude to the technical staff who made the video images and provided this information to the Baikal museum.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетной темы № 121032900077-4 «Экологическая диагностика изменений некоторых элементов биогеоценозов территории Восточной Сибири».

The study was conducted within the framework of the budget project No. 121032900077-4 «Ecological diagnostics of changes in some elements of biogeocenoses in the territory of East Siberia».

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Настоящая статья не содержит исследований с участием людей или животных в качестве объектов экспериментальных исследований. Библиографические ссылки на все использованные источники оформлены в соответствии с правилами данного издания.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

This article does not contain studies involving humans or animals as subjects of experimental studies. Bibliographic references to all used sources are formatted in accordance with the rules of this edition

The authors state that they have no conflict of interest.

Список литературы

Гурова Л.А., Пастухов В.Д. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала : моногр. — Новосибирск : Наука, 1974. — 184 с.

Иванов М.К. Кожно-волосая покров байкальской нерпы // Морфо-физиологические и экологические исследования байкальской нерпы. — Новосибирск : Наука, 1982. — С. 20–39.

Иванов Т.М. Байкальская нерпа, ее биология и промысел // Изв. Биол.-геогр. НИИ при Вост.-Сиб. гос. ун-те. — 1938. — Т. 8, вып. 1–2. — С. 5–119.

Купчинский А.Б., Петров Е.А., Овдин М.Е. Первый опыт применения дистанционного мониторинга лежбища байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.) // Биота и среда природных территорий. — 2021. — № 2. — С. 77–94. DOI: 10.37102/2782-1978_2021_2_6.

Пастухов В.Д. Нерпа Байкала. Биологические основы рационального использования и охраны ресурсов : моногр. — Новосибирск : ВО Наука, Сибирская издательская фирма, 1993. — 262 с.

Петров Е.А. Распределение байкальской нерпы *Pusa sibirica* (Pinnipedia, Phocidae) // Зоол. журн. — 1997. — Т. 76, № 10. — С. 1208–1209.

Петров Е.А., Купчинский А.Б., Фиалков В.А. К вопросу о значении береговых лежбищ в жизни байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.) в условиях потепления климата // Междунар. науч.-исслед. журн. — 2021а. — № 3(105), ч. 2. — С. 42–47. DOI: 10.23670/IRJ.2021.105.3.032.

Петров Е.А., Купчинский А.Б., Фиалков В.А., Бадардинов А.А. Значение береговых лежбищ в жизни байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gmelin, 1788, Pinnipedia). 3. Функционирование лежбищ байкальской нерпы на острове Тонкий (Ушканьи острова, оз. Байкал) по материалам видеонаблюдений // Зоол. журн. — 2021б. — Т. 100, № 7. — С. 823–840. DOI: 10.31857/S0044513421070102.

Попов С.В., Ильченко О.Г. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе. — М. : Московский зоопарк, 1990. — 76 с.

Фиалков В.А., Бадардинов А.А., Кузванова Е.Н., Егранов В.В. Совершенствование системы дистанционного мониторинга за флорой и фауной ООПТ Байкальской природной территории // Вестн. ИрГСХА. — 2013. — Вып. 57-2. — С. 149–156.

Чередниченко Л.К. Природные факторы среды и их влияние на организмы // Экологическая физиология животных. Ч. 1. Общая экологическая физиология и физиология адаптаций. — Л. : Наука, 1979. — С. 36–78.

Шимараев М.Н., Куимова Л.Н., Синюкович В.Н., Цехановский В.В. О проявлении на Байкале глобальных изменений климата в XX столетии // ДАН. — 2002. — Т. 383, № 3. — С. 397–400.

Шимараев М.Н., Сизова Л.Н., Троицкая Е.С. и др. Ледово-термический режим озера Байкал в условиях современного потепления (1950–2017 гг.) // Метеорол. и гидрол. — 2019. — № 10. — С. 67–76.

Petrov E.A., Kupchinsky A.B., Fialkov V.A. Summer coastal rookeries and perspectives of the Baikal seal (*Pusa sibirica*) population in the conditions of the global warming // Biosyst. Divers. — 2021. — Vol. 29(4). — P. 387–392. DOI: 10.15421/012149.

Petrov E.A., Kupchinsky A.B., Fialkov V.A., Badardinov A.A. The Importance of Coastal Hauling Grounds in the Life of the Baikal Seal (*Pusa sibirica* Gmelin 1788, Pinnipedia): 3. Utilization of Coastal Hauling Grounds by the Baikal Seal on Tonkii Island (Tonkii Ushkan Islet), Ushkan Islands, Lake Baikal, Based on Video Observations // Biology Bulletin. — 2022. — Vol. 49, № 7. — P. 975–991. DOI: 10.1134/S1062359022070159.

References

Gurova, L.A. and Pastukhov, V.D., *Pitaniye i pishchevyye vzaimootnosheniya pelagicheskikh ryb i nerpy Baykala* (Nutrition and food relationships between pelagic fish and seals of Baikal), Novosibirsk: Nauka, 1974.

Ivanov, M.K., Skin and hair cover of the Baikal seal, in *Morfo-fiziologicheskiye i ekologicheskiye issledovaniya baykal'skoy nerpy* (Morphological and ecological studies of the Baikal seal), Novosibirsk: Nauka, 1982, pp. 20–39.

Ivanov, T.M., On Baikal seal *Phoca sibirica* Gmelin, its biology and fishing, *Izv. biol.-geogr. Nauchno-Issled. Inst. pri Vostochnosib. Gos. Univ.*, 1938, vol. 8, no. 1–2, pp. 5–119.

Kupchinsky, A.B., Petrov, E.A., and Ovdin M.E., First attempt at remote monitoring the Baikal Seal's (*PusaSibirica* Gm.) coastal rookery, *Biota i sreda prirodnikh territory*, 2021, no. 2, pp. 77–94. doi 10.37102/2782-1978_2021_2_6

Pastukhov, V.D., *Nerpa Baykala. Biologicheskiye osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya i okhrany resursov* (Baikal seal. Biological foundations of rational use and protection of resources). Novosibirsk: Nauka, Sibirskaya izdatel'skaya firma, 1993.

Petrov, E.A., Current distribution of Baikal Seal *Pusa sibirica* (Pinnipedia, Phocidae), *Zool. Zh.*, 1997, vol. 76, no. 10. pp. 1208–1209.

Petrov, E.A., Kupchinsky, A.B., and Fialkov, V.A., On the importance of coastal rookeries in the life of Baikal Seals (*Pusa sibirica* Gm.) in warming climate conditions, *Mezhdunar. nauch.-issled. Zhurnal*, 2021, no. 3(105), part 2, pp. 42–47. doi 10.23670/IRJ.2021.105.3.032

Petrov, E.A., Kupchinsky, A.B., Fialkov, V.A., and Badardinov, A.A., The importance of coastal rookeries in the life of the Baikal Seal (*Pusa sibirica* Gmelin 1788, Pinnipedia). 3. Functioning of the Baikal Seal rookeries on Tonkiy Island, Ushkany Islands, Lake Baikal, based on video observations, *Zool. Zh.*, 2021, vol. 100, no. 7, pp. 823–840. doi 10.31857/S0044513421070102

Popov, S.V. and Ilchenko, O.G., *Metodicheskiye rekomendatsii po etologicheskim nablyudeni-yam za mlekopitayushchimi v nevole* (Methodological recommendations for ethological observations of mammals in captivity), Moscow: Moskovskiy zoopark, 1990.

Fialkov, V.A., Badardinov, A.A., Kuzevanova, E.N., and Egranov, V.V., Improving the remote monitoring system for the flora and fauna of the protected areas of the Baikal natural territory, *Vestn. Irkutsk. Gos. Sel'skokhoz. Akademii*, 2013, no. 57-2, pp. 149–156.

Cherednichenko, L.K., Natural factors of the environment and their influence on organisms, in *Ekologicheskaya fiziologiya zhivotnykh. Ch. 1. Obshchaya ekologicheskaya fiziologiya i fiziologiya adaptatsiy* (Ecological animal physiology. Part 1. General ecological physiology and physiology of adaptations), Leningrad: Nauka, 1979, pp. 36–78.

Shimaraev, M.N., Kuimova, L.N., Sinyukovich, V.N., and Tsekhanovskii V.V., Manifestation of Global Climatic Changes in Lake Baikal during the 20th Century, *Doklady Earth Sciences*, 2002, vol. 383A, no. 3, pp. 288–291.

Shimaraev, M.N., Sizova, L.N., Troitskaya, E.S., Kuimova, L.N., and Yakimova, N.I., Ice-thermal regime of Lake Baikal under conditions of modern warming (1950–2017), *Russ. Meteorol. and Hydrol.*, 2019, vol. 44, no. 10, pp. 679–686. doi 10.3103/S1068373919100066

Petrov, E.A., Kupchinsky, A.B., and Fialkov, V.A., Summer coastal rookeries and perspectives of the Baikal seal (*Pusa sibirica*) population in the conditions of the global warming, *Biosyst. Divers.*, 2021, vol. 29, no. 4, pp. 387–392. doi 10.15421/012149

Petrov, E.A., Kupchinsky, A.B., Fialkov, V.A., and Badardinov, A.A., The Importance of Coastal Hauling Grounds in the Life of the Baikal Seal (*Pusa sibirica* Gmelin 1788, Pinnipedia): 3. Utilization of Coastal Hauling Grounds by the Baikal Seal on Tonkii Island (Tonkii Ushkan Islet), Ushkan Islands, Lake Baikal, Based on Video Observations, *Biology Bulletin*, 2022, vol. 49, no. 7, pp. 975–991. doi 10.1134/S1062359022070159

Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii ozera Baykal i merakh po yego okhrane v 2020 godu» (State report “On the state of Lake Baikal and measures for its protection in 2020”), Irkutsk: FGBUN Institute geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2021.

Поступила в редакцию 31.10.2022 г.

После доработки 25.12.2022 г.

Принята к публикации 3.03.2023 г.

The article was submitted 31.10.2022; approved after reviewing 25.12.2022;
accepted for publication 3.03.2023