

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРОВ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПОЙ (*PUSA SIBIRICA* GMELIN, 1788) БЕРЕГОВОГО ЛЕЖБИЩА НА О. ДОЛГИЙ (УШКАНЫ ОСТРОВА, БАЙКАЛ) ПО МАТЕРИАЛАМ 2021 ГОДА

А.Б. Купчинский¹, М.Е. Овдин^{1, 2}, Е.А. Петров^{1*}

¹ Байкальский музей Сибирского отделения РАН, пос. Листвянка, Иркутская обл., Россия;

² Заповедное Подлеморье, пос. Усть-Баргузин, Баргузинский район, Бурятия, Россия

* Эл. почта: evgen-p@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 03.01.2024; принята к печати 06.02.2024

Использование береговых лежбищ байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.) в условиях одновременного воздействия двух факторов среды – исчезновения плавающих льдов и быстрого и резкого повышения уровня воды в оз. Байкал в летний период – изучено на основе видеоматериалов со стационарной видеосистемы, передающей информацию в режиме онлайн. Описаны особенности функционирования лежбища в 2021 году на о-ве Долгий (архипелаг Ушканы острова, оз. Байкал) – одном из главных береговых лежбищ байкальской нерпы. Этот год отличался необычным ледовым режимом и быстрым подъемом уровня воды, затопившей лежбища. Формирование первых залежек нерп в более поздние сроки коррелировало с особенностями ледового режима и было предсказано, но дальнейшая динамика общей численности животных на лежбище заметно отличалась от описанной ранее. Главное несбывшееся предположение – общая численность животных на береговом лежбище оказалась незначительной, в 2–3 раза меньше, чем в 2020 году, что нельзя объяснить только быстрым затоплением многих лежбищных участков. Кроме того, в течение лета нерпы вообще отсутствовали на береговом лежбище много времени (включая дни с благоприятными погодными условиями). Дана характеристика физического состояния животных на лежбище. Возрастной (размерный) состав залежек и упитанность нерп существенно не отличались от таковых 2020 года, но относительное количество линяющих особей было заметно меньше (в среднем 60% против 80%), что коррелирует с поздним ледоломом, но при этом быстрым исчезновением плавающих льдов. Около 1/3 животных в залежках имели внешне различимые признаки патологии кожно-волосного покрова различного генезиса, что характерно и для других лет. Сделан вывод, что почти одновременное воздействие двух абиотических факторов отразилось на береговом этапе годового цикла байкальской нерпы не совсем так, как ожидалось. Возможно, в какой-то мере отсутствие или малочисленность нерп в залежках обусловлена наличием большого числа посетителей (туристов), но не только этим. Без получения достоверных сведений по другим береговым лежбищам сделать более конкретные заключения проблематично.

Ключевые слова: байкальская нерпа, летние береговые лежбища, ледовый режим, уровень воды, фактор беспокойства; антропогенное влияние.

INFLUENCE OF ABIOTIC AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE USE OF THE BAIKAL SEAL (*PUSA SIBIRICA* GMELIN, 1788) OF THE SHORE ROOKING ON DOLGIY ISLAND (USHKANY ISLANDS, BAIKAL) ACCORDING TO DATA RELATED TO THE YEAR 2021

A.B. Kupchinsky¹, M.Ye. Ovdin^{1,2}, Ye.A. Petrov^{1*}

¹ Baikal Museum of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Listvyanka, Irkutsk region), Russia;

² Reserved Podlemorye (Ust-Barguzin, Barguzinsky District, Buryatia), Russia

* E-mail: evgen-p@yandex.ru

The usage of the coastal rookeries by the Baikal seal (*Pusa sibirica* Gm.) under the simultaneous influence of two environmental factors – floating ice disappearance and a rapid and sharp water level increase in the lake Baikal in summer – was studied based on video monitoring with stationary cameras, which transmitted information online. Dolgiy Island (Ushkany Islands archipelago, the Lake Baikal), one of the main coastal rookeries of the Baikal seal, was monitored in 2021. This year was distinguished by an unusual ice regimen and a rapid water level rise, which flooded the rookeries. The delayed formation of the first seal haulouts correlated with ice regimen characteristics and was predictable, but the

further dynamics of the total number of animals at the rookery differed markedly from those described earlier. The main unexpected observation was that the total number of animals in the coastal rookery was 2–3 times less than in 2020. This cannot be explained with only the rapid flooding of many rookery areas. Moreover, in summer, seals were completely absent from the coastal rookery for long periods (including the days when the weather was favorable). As to the physical condition of the seals at the rookery, their age (size) composition and fatness were not significantly different from those in 2020, but the relative number of molting individuals was noticeably lower, on average 60% vs. 80%, which correlates with the late ice break-up associated with a rapid disappearance of floating ice. About 1/3 of the animals in the haulouts had clearly visible manifestations of the skin and hair pathology of various origins, which is also typical for other years. On the whole, the almost simultaneous impact of the two abiotic factors affected the coastal stage of Baikal seal annual cycle not exactly as it could be expected. Perhaps, to some extent, the absence or small numbers of seals at their haulouts was caused by numerous human visitors (tourists). However, not only by that. It is problematic to make more specific conclusions without reliable information about other coastal rookeries.

Keywords: *Baikal seal, summer coastal rookeries, ice regime, water level, disturbance factor; anthropogenic influence.*

Введение

Байкальская нерпа (*Pusa sibirica* Gmelin, 1788) – единственное млекопитающее, обитающее во внутриконтинентальном водоёме, в оз. Байкал. Нерпа завершает трофическую цепь водоёма, тем самым играя исключительно важную роль в экосистеме [4]. По состоянию популяции нерпы можно судить о функционировании всей экосистемы Байкала, о её благополучии или негативных тенденциях. По этой причине объективная информация, дополняющая наши знания о популяции нерпы, является актуальной и востребованной.

Байкальская нерпа филогенетически имеет северные корни [16] и в значительной мере сохранила черты, присущие арктическим пагетодным тюленям, но отличается от них локальным ареалом и меньшей численностью [4]. Поэтому уязвимость байкальской нерпы к ухудшению условий обитания гораздо выше, чем у других пагетодных тюленей, поскольку, если арктические тюлени могут мигрировать в районы с более оптимальными условиями обитания [13], то ареал байкальской нерпы ограничен одним озером.

Потепление климата в Байкальском регионе особенно ярко отражается на ледовом режиме и чуть ли не ежегодно провоцирует возникновение неординарных условий для обитания байкальской нерпы, что должно влиять на поведение и физическое состояние тюленей. Ухудшение ледового режима выражается в уменьшении толщины льда, что влечёт за собой более раннее разрушение ледового покрова [12] и быстрое исчезновение плавающих льдов – субстрата, на котором в норме протекает ежегодная линька байкальской нерпы. С учетом современных представлений о влиянии глобального потепления на арктических и субарктических млекопитающих, в частности, на ластоногих, сезонное сокращение площади ледяного покрова и ухудшение качества льда рассматривают как существенное изменение среды обитания ластоногих, в некоторых случаях – как угрозу для популяции [13].

В современных климатических условиях в жизни байкальской нерпы возрастает роль и значение летних береговых лежбищ [14, 15], а основным стимулом

выхода на берег выступает необходимость завершения линьки, поскольку животные не успевают вылезти на плавающих льдах [7]. Сведения о летнем периоде жизни байкальской нерпы до наших работ [2, 3, 6–8] относились к 1930-м годам [1], и отчасти – к 1960–1980-м годам [4], когда условия обитания животных были иными, и речи о потеплении ещё не было.

В нашей предыдущей публикации [3] был сделан акцент на оценке фактора беспокойства на лежбищах северо-восточного берега оз. Байкал, приведён обзор литературы и подробно описаны паттерны поведения зверей в ответ на антропогенное воздействие на лежбище на о-ве Долгий в первый месяц его освоения в условиях 2022 года². В настоящей работе основное внимание уделено описанию функционирования того же лежбища в 2021 году в течение всего лета при других абиотических условиях. В частности, 2021 год отличался по условиям от других лет нехарактерной динамикой разрушения ледового покрова и очень быстрым повышением уровня воды. В тот год северная часть оз. Байкал очистилась от плавающего льда на 26 дней позже, чем в 2022 году, и на 10 дней позже, чем в 2020 году (6 июня), а уровень воды с 25 мая по 1 сентября увеличился на 91 см (по сравнению с 47 см в сезон 2022 года и 63 см – в 2020 году). Поскольку согласно нашей гипотезе время начала выхода зверей на берег и их численность в залёжках зависят от ледового режима в весеннее время по схеме «меньше льда – раньше выход и выше численность» [7], ледовому режиму было уделено больше внимания, и мы решили выяснить, справедливо ли обратное утверждение: «больше льда – позже выход и ниже численность» на примере функционирования того же берегового лежбища в указанных условиях. Мы полагаем, что оба фактора повлияли на посещаемость байкальской нерпой берегового лежбища: недолговечность плавающих льдов – на начальном этапе освоения лежбища, а многоводность – на последующем этапе. Мы ожидали, что по сравнению с 2020 [8] и 2022 годами [3]

² В этом году ограничения, вводимые на период эпидемии COVID-19, были окончательно сняты, и по сравнению с 2021 годом число посетителей Ушканьих островов увеличилось в 1,8 раза (с 2877 до 5247 человек).

выход нерп на береговые лежбища в 2021 году будет поздним по срокам, общая численность зверей относительно небольшой, и, кроме того, численность линяющих животных будет меньше. С другой стороны, с учетом летней динамики уровня воды в оз. Байкал в 2021 году предполагалось, что в связи с быстрым затоплением лежбищных участков численность нерп в залёжках должна уменьшиться уже в летние месяцы, а не к осени, как наблюдалось обычно. Проверка наших гипотез и стала целью данной работы.

Материалы и методы

Материалом для статьи послужили видеосъёмки на участке одного из основных лежбищ байкальской нерпы (северная оконечность о-ва Долгий, архипелаг Ушканьи острова), проведённые с мая по октябрь 2021 года. Архипелаг Ушканьи о-ва включает 4 острова (рис. 1), находится на границе южной и северной котловин оз. Байкал и входит в состав ФБГУ «Объединенная дирекция Баргузинского государственного природного биосферного заповедника и Забайкальского национального парка» – «Заповедное Подлесье».

Методика получения видеоматериалов неоднократно описана в наших предыдущих публикациях и более подробно изложена в работах авторов идеи организации видеонаблюдения за нерпой [5, 8, 10, 11].

Видеосъёмку вели с помощью стационарной видеосистемы, смонтированной на северной оконечности острова (рис. 1, 2), она в режиме реального времени

передавала информацию через интернет непосредственно в Байкальский музей (www.bm.irk.ru). Использовалась купольная камера Axis Q6035-E; передача информации с острова и управление видеочамерой 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. Для анализа использовали архивные данные.

Значимые видео анализировались по стоп-кадрам (методом срезов) [8]. Весь сектор осмотра для удобства мы разделили на правый и левый фланги (ПФ, ЛФ), границей между ними служила большая прибрежная глыба – Камушек (рис. 2). Физиологическое состояние зверей оценивали визуально (рис. 3), при этом фиксировали такие виды патологий, как облысевшие участки тела, язвы, фурункулы и т. д., а также шрамы. Признаками наличия линьки служили специфическая окраска животных (преобладание буро-жёлтых оттенков), «вздыбленность» волосяного покрова на спине и по бокам, не полностью отросшие вибриссы. Визуально просматривая изображения животных на стоп-кадрах, мы выделяли три возрастные группы с учётом размера: молодые (мелкие) животные в возрасте ≤ 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, 30–40/50 и ≥ 50 кг). Упитанность животного (у ластоногих – отношение массы подкожного

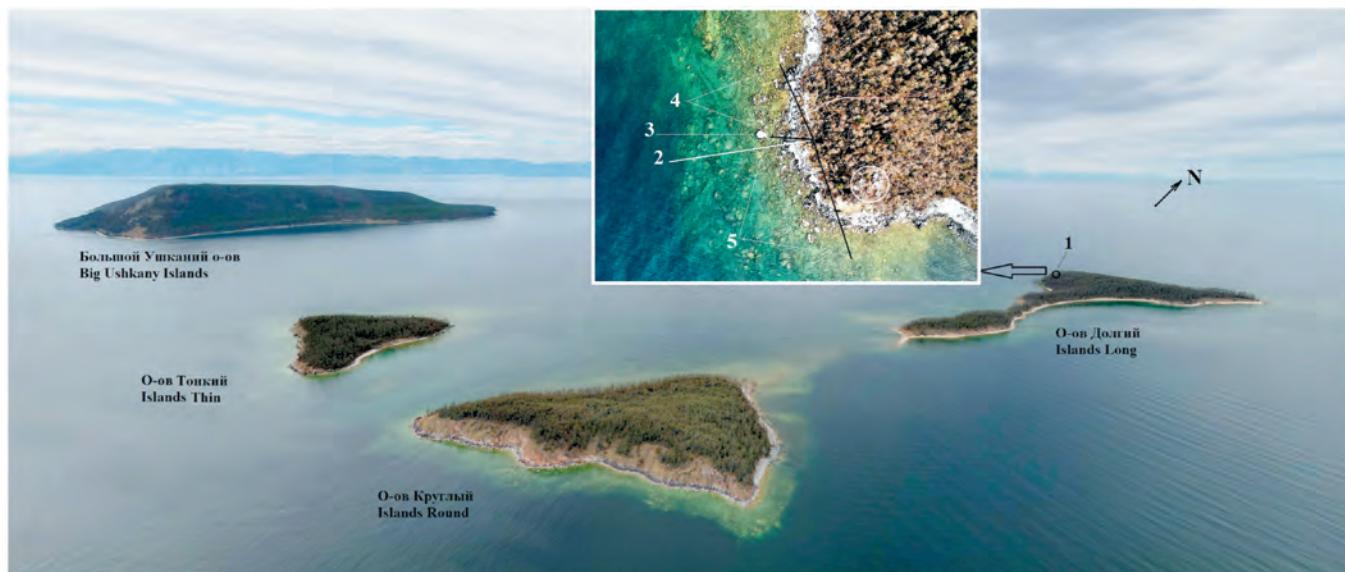


Рис. 1. Архипелаг Ушканьи острова, место расположения видеосистемы (1) на северной оконечности о-ва Долгий. На врезке: видеочамера (2; кружком обозначены солнечные батареи и другое оборудование), скала Камушек (3), правый фланг (4) и левый фланг (5) сектора наблюдения (фото А.А. Сыроватского с БПЛА)



Рис. 2. Ледовая обстановка на изучаемом участке берегового лежбища на о-ве Долгий (стоп-кадры с видео-онлайн <http://bm.isc.irk.ru>): А – 27 мая; В – 3 июня; С – 4 июня. Обозначены: К – Камушек; а-б-С – правый фланг (ПФ) лежбища (без К); в жёлтой окружности – нерпы на льдине; сакуи – наплески воды, замёрзшие на прибрежных камнях



Рис. 3. Фрагменты залёжки байкальской нерпы на Камушке. Лежат особи разного размера, пола и физиологического состояния. Обозначены точками разного цвета: белый – особи вылинявшие; красный – особи линяющие (разные стадии); жёлтый – особи, имеющие видимые патологии на кожно-волосаном покрове (стоп-кадр с видео К.М. Иванова)

жира + шкура (хоровины) к общей массе тела (%) оценивали визуально с учётом сезона, размера/возраста и, по возможности, у взрослых зверей и по половой принадлежности). Всех нерп подразделяли на четыре группы: с высокой упитанностью, когда масса хоровины >50%; с нормальной (средней) упитанностью (40–50%); с недостаточной (<40%) и с низкой упитанностью (так называемые «заморыши», масса хоровины около 20%). 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 [4].

Данные обчислены стандартными методами вариационной статистики (Microsoft Excel), приведены: m_x – среднее арифметическое значение, $\pm SE$ – стандартная ошибка, n – число измерений или животных и r – коэффициент корреляции между сравниваемыми величинами; значимость различий определяли по t -тесту (при $p = 0,05$) и путём проведения однофакторного дисперсионного анализа (F -критерий, при $\alpha = 0,05$). Оценка ледового режима проведена по космическим снимкам (сайт www.sputnic.irk.ru), об уровне Байкала судили по данным с сайта www.rushydro.ru. При обсуждении, кроме видеоматериалов, использовали наши наблюдения, полученные непосредственно при посещении лежбищ в 2021 и 2022 годах во время рейсов на экспедиционном судне «Профессор А.А. Тресков».

Результаты и обсуждение Ледовый режим

Время стояния ледяного покрова в 2021 году было достаточно продолжительным, но его разрушение было необычным. В южной части подвижки льда начались поздно (28 апреля), и процесс разрушения льда проходил долго. По принятым нами критериям с момента вскрытия до полного очищения ото льда акватории южного Байкала прошло около 25 дней. Но плавающие в открытых частях акватории льды, являющиеся главным субстратом для линьки тюленей, сохранялись до 14 мая или чуть дольше. Долго сохраняющиеся припай и прибитые к нему остатки дрейфующих битых льдов у восточного берега нерпы не используют для массовых залёжек, на этих льдах могут залегать только единичные особи [4]. В северной части Байкала, наоборот, лёд исчез быстро: с момента первых подвижек (21–22 мая) до полного освобождения акватории ото льда прошло не больше 14 дней³. То есть время «жизни» плавающих льдов, необходимых для линьки нерп, в южной части озера, по фор-

³ Для сравнения: в 2020 году в южной части время ледолома (до полного исчезновения льда) составляло 19 дней (с 9.05), а в северной части – 10 дней (до 11.05) [7].

² Максимальное количество животных, которое может физически разместиться на лежбище.

мальным признакам было достаточным для успешной линьки значительной части зимующих там нерп, а в северной части – явно недостаточным. В северном Байкале последовательность разрушения ледяного покрова была нехарактерной. По имеющейся информации можно утверждать, что малоподвижный, разрушающийся «на месте» ледяной покров максимум за неделю превратился в разреженные ледяные поля, а ещё через 4–5 дней лёд, сместившись к восточному берегу, практически исчез (4–5 июня). Последние ледяные поля скопились не как обычно, у северо-восточного берега, а в районе Ушканьих островов, то есть в непосредственной близости от основных лежбищ (рис. 2), что предопределяло быстрое и массовое появление зверей на берегу.

Начало формирования береговых залёжек

Вплоть до 4–5 июня на лежбищном участке присутствовали припайный лёд и сакуй (рис. 2), и нерпы не могли использовать прибрежные камни. Несколько зверей в эти дни залегали на небольших плавающих льдинах в непосредственной близости к лежбищу (рис. 2С) и вылезали на припайный лёд в поле зрения камеры. Припайный лёд исчез к 7 июня, и на протяжении 3–4 дней на воде наблюдали единичных животных, которые не делали попыток выбраться на камни, так называемые «разведчики» [1]. Первые залёжки нерп возникли 10 июня, на 5–6-й день после полного очищения северного Байкала ото льда, и на 3 недели позже, чем в 2020 году [8]. С 10 по 15 июня на ПФ лежбища (рис. 2, врезка) отмечался рост их численности, но он быстро сменился резким падением (рис. 4). В отдельные часы и дни на ПФ одновременно залегало около 100 нерп, но в целом с 10 по 30 июня животных было немного (рис. 4). Численность нерп резко менялась, и часто среднесуточные значения не превышали 10 (в этом случае лежбище считалось «пустым»). Лишь дважды (15 и 23 июня) на ПФ в среднем лежало 60–70 нерп. На левом фланге (ЛФ, рис. 2) звери появились на 2 дня позже (12 июня), чем на ПФ (рис. 4), и их численность была заметно меньше. Таким образом, в 2021 году по сравнению с 2020 годом на изучаемом лежбище: 1) нерпы появились и сформировали залёжки на 3 недели позже; 2) численность зверей на лежбище была в разы меньше (в 2020 году в конце мая – начале июня она превышала 400 особей [8]); 3) не было ни одного выраженного привала⁴. Можно предположить, что число байкальских нерп, которые нуждаются в твёрдом субстрате, было небольшим.

⁴ Термин введен Т.М. Ивановым (1938) для случаев, когда звери одновременно и в большом количестве подходят к лежбищам и предположительно остаются на них относительно долгое время (несколько дней).

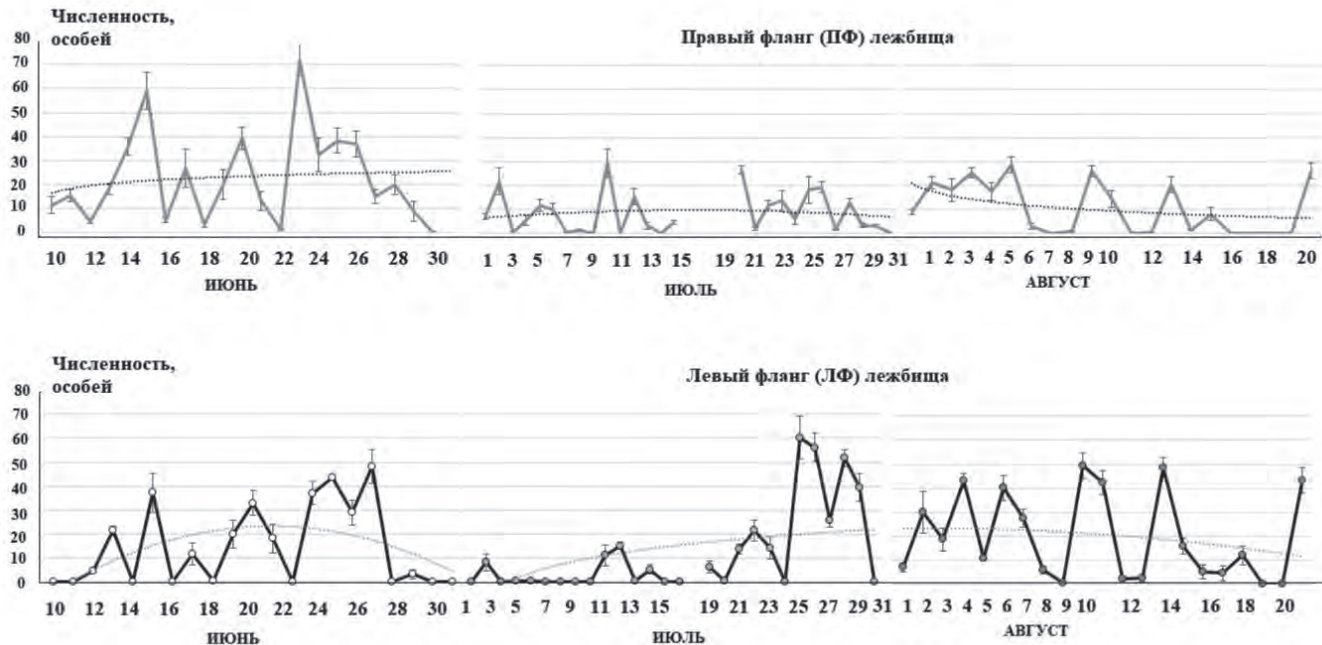


Рис. 4. Среднесуточное число нерп в залежках на правом и левом флангах лежбища в июне–августе 2021 года (пунктиром обозначены полиномиальные тренды для каждого месяца)

Летний этап функционирования лежбища

В конце июня численность нерп на обоих флангах лежбища резко уменьшилась, и в первой половине июля на ЛФ нерп почти не было, среднесуточная численность редко превышала 10 особей, а на ПФ – не превышала 30 (рис. 4). Максимальная численность нерп зафиксирована в течение двух дней (70 особей). Таким образом, численность нерп была в 2–3 раза меньше, чем наблюдали в это время в 2020 году. Такое незначительное число нерп в залежках на протяжении первой половины июля – не характерное явление. Можно предположить, что нерпы первого (июньского), весьма слабого, «привала», пробыв какое-то время на лежбище и на прилегающих акваториях, в конце июня покинули этот район Байкала. В июле на их место пришли сравнительно немногочисленные группы нерп, причём осваивали они также преимущественно ПФ лежбища (а также Камушек, см. ниже). Только в третьей декаде июля нерп стало больше, причём вновь прибывшие отдавали явное предпочтение ЛФ лежбища (рис. 4). Никакой устойчивой динамики численности нерп на лежбище в июле, как и в июне, не наблюдалось (рис. 4).

В августе несколько дней нерпы вообще не выходили на берег, и их среднесуточная численность в залежках на ПФ не превышала 30 особей, что было немного больше, чем в июле. На ЛФ средняя численность зверей в залежках была относительно большой (для 2021 года) – достоверно больше, чем в июле, и значи-

мо больше, чем на ПФ. Однако средняя общая численность зверей, залегающих ежедневно в июне, июле и августе, не различалась ($F_{\text{факт.}} < F_{\text{крит.}}, p < 1, \alpha = 9,05$).

Таким образом, поздний выход нерп на твёрдый субстрат в 2021 году по сравнению с 2020 годом хорошо коррелирует с особенностями ледового режима и объясняется относительно длительным периодом существования линных залёжек на дрейфующих льдах. Этим же можно объяснить малочисленность залёжек в начале освоения берега. Дальнейшая временная (сезонная) динамика численности нерп, залегающих на берегу, была не характерной и заметно отличалась от описанной ранее [3, 15]. Это можно связать с водным режимом, но только отчасти. К концу июня уровень воды поднялся на 25 см и на 30.06.2021 составил 456,58 м над у. м., а уменьшение численности залегающих зверей было резким и значительным (рис. 4). К тому же в августе в условиях дальнейшего увеличения уровня воды численность зверей увеличилась. По нашему мнению, к островам подошли другие группировки байкальских нерп, возможно, из южной части озера.

Избирательность в выборе мест залегания

На начальном этапе освоения лежбища в 2021 году в целом животных было значительно меньше, чем в 2020 году, но у нерп наблюдалась одна и та же картина «избирательности» в выборе мест залегания – предпочтение отдавалось ПФ. Это явление, если оно

существует, не поддаётся удовлетворительному объяснению [6], и возможно, что распределение складывается случайным образом. Однако сложившись, оно достаточно долгое время поддерживалось. Только в последней пятидневке июля на ЛФ нерп стало значительно больше, чем на ПФ. Такое же соотношение сохранялось и в августе (рис. 4) и наблюдалось в августе 2020 года [8]. О наличии некой избирательности в выборе места залегания говорят и данные о частоте посещения лежбищ нерпами. В летние месяцы звери отсутствовали на лежбище разное время (табл. 1): на ПФ число дней, когда нерп не было (или их было <10 особей), увеличивалось от июня к августу, а на ЛФ, наоборот, уменьшалось (в % времени наблюдений; в скобках число дней, когда велось наблюдение).

Суточная динамика заполнения лежбища

В июне, июле и августе она на ПФ различалась, но не чётко (рис. 4). В июне с утра на лежбище было относительно много животных, днём отмечалось незначительное увеличение, а к вечеру – заметное умень-

шение их численности (среднечасовые показатели различаются недостоверно, они не превышали 30 особей). В июле с утра нерп было очень мало, но в течение дня численность животных в целом увеличивалась, достигая максимума к вечеру (рис. 4). В августе, наоборот, с утра лежбище было несколько многочисленнее, чем в июле, но все равно численность нерп была в 2–3 раза меньше, чем в июне. Судя по линии тренда, в течение дня небольшое увеличение численности животных к 13 ч сменялось падением к ночи, но среднечасовая численность оставалась практически постоянной.

На ЛФ суточная динамика численности нерп, судя по трендам, похожа на наблюдаемую на ПФ. Можно заключить, что какой-то определённой единой динамики численности нерп на лежбище летом в течение суток не просматривалось, как это и отмечалось для других лет [2, 14, 15]. Это означает, что мигрирующие в пелагиали нерпы (группы нерп) могут подойти к лежбищу в любое время суток, и что уход зверей с лежбища к вечеру не связан с уходом на кормёжку или, по крайней мере, не определяется только профи-

Табл. 1

Частота посещения лежбищ нерпами

Локация	Отсутствие нерп (%)			r между численностью нерп и посетителей		
	Июнь (21)	Июль (28)	Август (21)	Июнь (21)	Июль (28)	Август (21)
На ПФ	10	36	48	0,30	0,22	0,47
На ЛФ	43	45	19	0,33	0,41	0,61

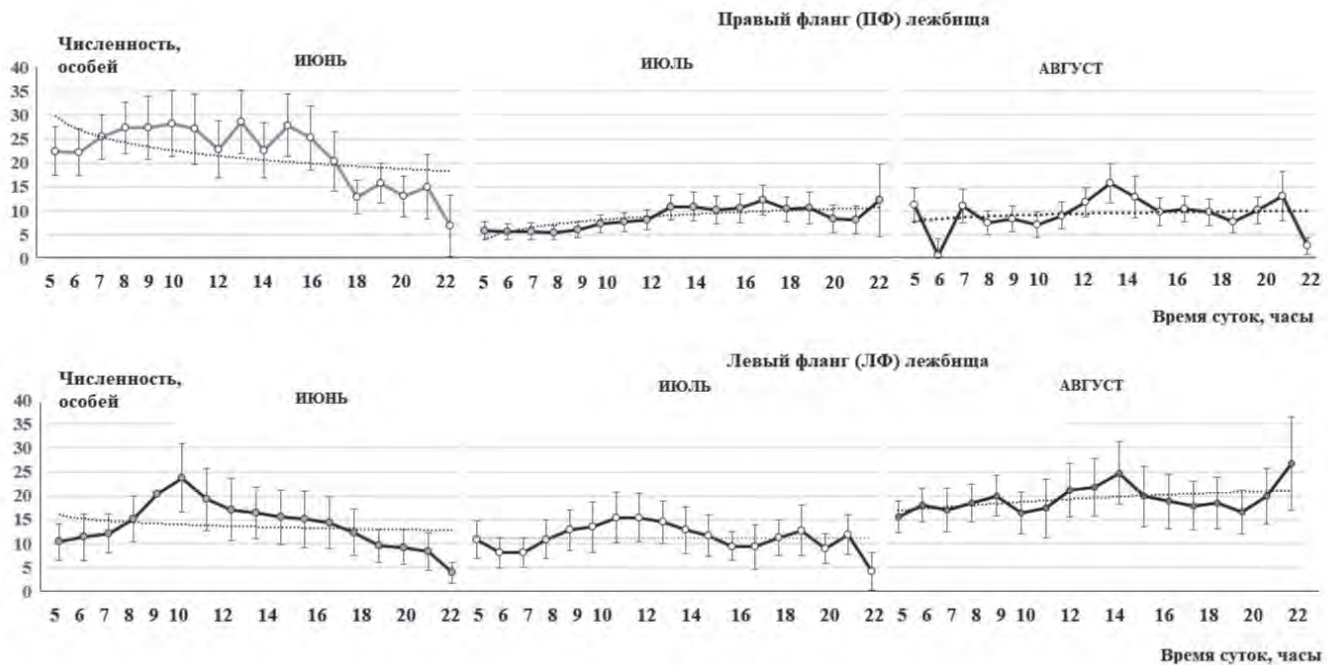


Рис. 5. Среднесуточная динамика заполнения правого и левого флангов лежбища в июне–августе 2021 года (приведены полиномиальные линии тренда для каждого месяца)

ческим фактором. Хорошо «улежавшиеся» нерпы могут оставаться на своих лёжках всю ночь, то есть эти особи не испытывают острого чувства голода.

Лежбищный участок Камушек

Это место имеет особое значение. В отличие от других участков эта большая скала никогда не затапливается и нечасто заливается водой даже во время штормов. Не случайно за 71 день наблюдений летом на Камушке нерпы отсутствовали только два дня – менее 3% времени наблюдения, и то один раз преимущественно по причине неблагоприятной погоды (дождь и небольшое волнение с ветром), а 7 июля нерп согнали около 5 ч утра, они ушли и не вернулись не только в этот день, но и на следующий. Число нерп на Камушке в течение суток колебалось от 0 до 30–40 особей, а в отдельные часы превышало 50 особей.

Доступность и вместимость разных субстратов для залегания нерп определяется не только геометрией того или иного камня, но и уровнем воды (см. ниже) в данное время, но в случае Камушка картина обратная. Среднесуточная численность нерп с июня по август (рис. 6) достоверно увеличивалась ($F_{набл.} > F_{крит.}$, p -зна-

чение < 1 , $\alpha = 0,05$), несмотря на уменьшение площади незатопленной поверхности, то есть залёжки становились всё более плотными. Если в июне среднесуточная численность залёжки по большей части не превышала 35 особей, то в августе – не сокращалась ниже 35 особей. Таким образом, сезонная динамика численности нерп на Камушке заметно отличалась от таковой на соседних участках суши (сравните рис. 6 и 4).

Залёжка на Камушке с раннего утра (с 5 ч) всегда была многочисленной, но в августе более многочисленной, чем в июне и июле, опять-таки, несмотря на повышение уровня воды (см. ниже). В июне и июле численность лежащих нерп увеличивалась к 11–13 ч и уменьшалась к вечеру (рис. 6). В августе такой динамики не наблюдалось (скорее всего из-за антропогенного влияния, см. ниже): численность залёжки с утра до вечера была большой, и только после 18 ч несколько сокращалась, но различия значений статистически не достоверны.

Уровень воды

В Байкале после строительства плотины Иркутской ГЭС на Ангаре он регулируется, однако про-

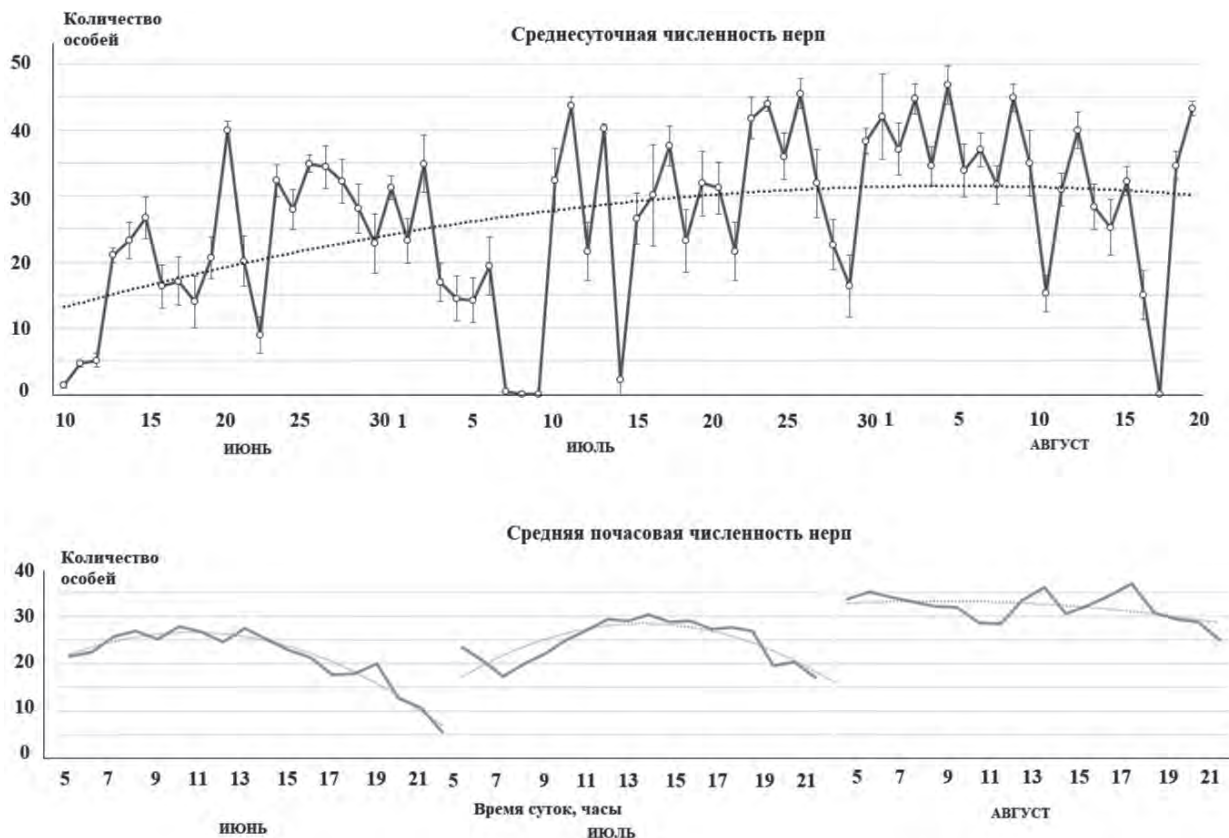


Рис. 6. Среднесуточная (вверху) и средняя почасовая (внизу) численность нерп в залежках на Камушке в июне–августе 2021 года (пунктиром показаны полиномиальные тренды для всех периодов)

исходят и его сезонные колебания. Обычно уровень воды достаточно равномерно увеличивается от зимы к лету, нередко захватывая и часть осени; размах колебаний может превышать 1 м (рис. 7). В 2021 году уровень воды изначально не отличался от такового в 2020 году: 27 мая он составлял 456,25 м над у. м., а 1 июня достиг отметки 456,28 м, такой же, как был на эту дату в 2020 году. Однако дальнейшие изменения уровня были разными. В 2020 году в летнее время уровень повышался медленно и к середине сентября достиг отметки 457,0 м. В 2021 году процесс шёл значительно быстрее, и уже 15 августа уровень воды составлял 457,0 м над у. м., а до прекращения наблюдений увеличился ещё на 22 см (1 октября 2021 года). В результате в 2021 году уже в августе значительная часть лежбищных участков оказалась затопленной (рис. 7С), и экологическая ёмкость лежбища быстро уменьшилась. Хорошая корреляция численности залегающих нерп с уровнем воды наблюдается на ПФ лежбища: с увеличением уровня и сокращением площадей, пригодных для залегания, численность животных уменьшалась (в июле и августе). Но на ЛФ чёткая картина не складывается, возможно, потому что там часть субстрата остаётся «сухой». В целом, общая численность нерп, посетивших лежбище (определяется как сумма среднесуточной численности для каждого месяца), отрицательно коррелирует со средним уровнем воды в Байкале в данный месяц ($r = -0,68$). Указанная зависимость очевидна: чем меньше становится площадь субстрата вне воды, тем меньше животных могут разместиться на лежбище. С Камушком ситуация иная. В июне повышение уровня воды облегчало нерпам вылезание на Камушек через лаз – самое низкое место (рис. 7А), и численность зверей положительно коррелировала с уровнем воды ($r = 0,73$); в июле коэффициент корреляции уменьшился до 0,30, а в августе, когда площадь субстрата на камне заметно сократилась (рис. 7В), корреляция стала отрицательной ($r = -0,43$).

Одним из последствий затопления берега и лежбищных камней в литорали могло стать освоение тюленями новых локаций для формирования береговых залёжек. Однако наблюдения показывают, что на Ушканьих островах этого не происходит. Если использовать затопляемый субстрат становится невозможно, даже при залегании в положении «в полуводе», когда значительная часть тела находится в воде (рис. 8), нерпы покидают его.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Имеющиеся материалы позволили оценить физическое состояние животных на лежбище. Несмотря на очевидные недостатки и неизбежные ошибки при визуальной оценке, получены интересные данные (табл. 2). В начальный период освоения изучаемого

лежбища (с 11 по 30 июня) залёжки нерп как на огромном Камушке, так и на других камнях и на берегу (на ПФ и ЛФ), не различались по размерно-возрастному составу, но на Камушке, по сравнению с флангами, залегало меньше очень хорошо упитанных особей, и преобладали нормально упитанные (табл. 2). Возрастной (размерный) состав залёжек в 2021 году существенно не отличался от такового в 2020 году [8].

Линяющие особи составляли значительную часть залёжек (Табл. 2), и их численности (в %) на разных участках лежбища достоверно не различались. Однако относительная численность продолжающих линьку животных в 2021 году была заметно меньше, чем в 2020 году (в тот год нерпы начали выходить на берег значительно раньше – с 18 мая) – в среднем 60% против 80% [8], что коррелирует с годовыми особенностями ледового режима. Вдвое меньше, чем линяющих, но также очень много (31%) было нерп с патологиями кожно-волосного покрова, и их численность при сравнении с 2020 годом [8] не уменьшилась. Подчеркнём, что вылинявшие особи в данном случае категория достаточно условная. Животных, у которых был бы нормальный, хорошо отросший волос по всему телу в категории «вылинявшие» было не больше 50%. С другой стороны, многие животные, отнесённые нами к категории линяющих, если не линяли диффузно (отдельными участками тела), то имели патологические нарушения волосного покрова, вплоть до больших облысевших участков тела. Какая-то часть этих патологий, как мы предполагаем, являются последствиями затянувшейся, не физиологично протекающей линьки; например, когда большие участки тела напрочь лишены волос и не защищены от внешних негативных факторов, могут возникать заболевания кожи.

Если судить по численности линяющих зверей, то потребность байкальской нерпы в твёрдом субстрате сохранялась всё лето. Относительное число линяющих зверей на лежбище (без Камушка) в июле составляло $42 \pm 4,06$ ($n = 12/271$ залёжки/особи), а в августе – $47 \pm 2,73\%$ ($n = 17/332$), что достоверно меньше, чем было в июне (табл. 2) (t_d -тест). Но в залёжках на Камушке линяющих особей стало ещё больше: в июле $67 \pm 2,71\%$ ($n = 35/1266$), в августе – $68 \pm 1,51\%$ ($n = 17/600$). Численность нерп с патологиями на протяжении лета оставалась также значительной. На Камушке таких животных в июле было $30 \pm 2,17\%$, в августе – $38 \pm 2,16\%$, а на флангах лежбища, соответственно, $24 \pm 3,70\%$ и $36,7 \pm 2,42\%$. Существенные различия между численностями линяющих особей на залёжках на Камушке и другом субстрате мы связываем с более адекватными условиями для протекания линьки на Камушке [7].

Выше мы отметили, что ожидаемых привалов нерп на лежбище в 2021 году не произошло даже на начальном этапе формирования залёжек (в июне). В июле численность нерп в залёжках резко сократилась, и только в кон-

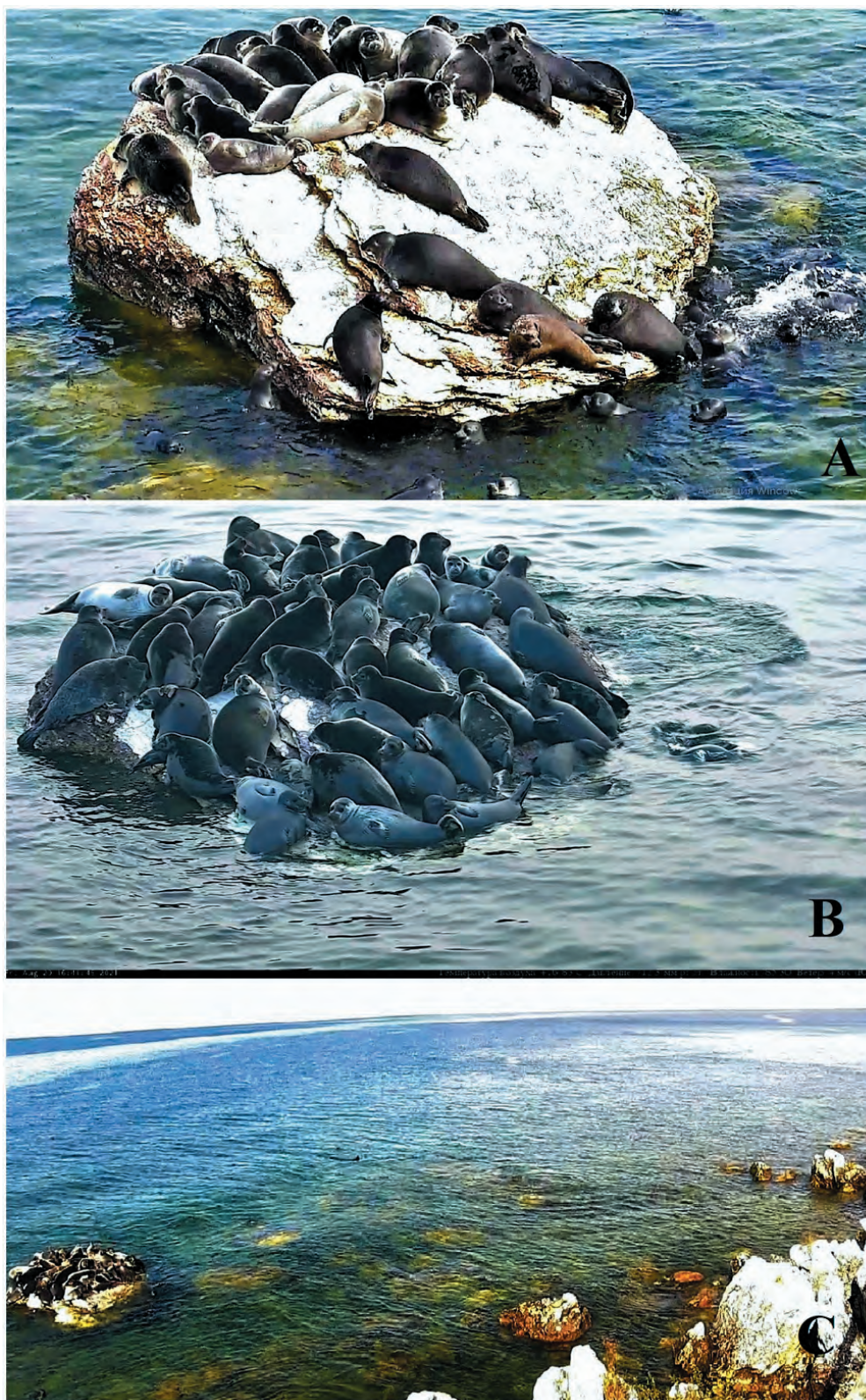


Рис. 7. Залёжки байкальской нерпы при разных уровнях воды в 2021 году: А – на Камушке 17 июня, уровень воды 456,42 м над у. м.; В – на Камушке 28 июля, уровень воды 456,92 м над у. м. (много зверей с неоконченной линькой и патологиями кожно-волосяного покрова и конкурентная борьба за право выбраться на камень); С – затопленные камни на правом фланге лежбища 25 августа, уровень воды 457,12 м над у. м. (стоп-кадры с видео)



456,56 м н.ур.м.
2.07.2022

Рис. 8. Байкальские нерпы, залегающие на затопляемых камнях (стоп-кадр видео)

Табл. 2

Физиологическое состояние байкальских нерп на разных участках северного лежбища на о. Долгий (Ушканьи острова) в июне 2021 года ($X \pm SE$)

Показатель	Камушек, залёжек 23, $n = 631$ нерп	ПФ + ЛФ, залёжек 24, $n = 448$ нерп	Камушек + ПФ + ЛФ, залёжек 47, $n = 1079$ нерп
<i>Численность нерп:</i>			
в исследованной залёжке (шт.)	$27 \pm 2,2$	$19 \pm 1,3$	$23 \pm 1,4$
линяющих в залёжке (%)	$64 \pm 4,0$	$58 \pm 4,1$	$61 \pm 2,9$
с патологиями в залёжке (%)	$32 \pm 2,2$	$30 \pm 3,0$	$31 \pm 1,8$
<i>Численность размерной группы (%)</i>			
Крупные (взрослые)	$53 \pm 2,0$	$59 \pm 2,2$	$56 \pm 1,6$
Средние (созревающие)	$27 \pm 2,1$	$27 \pm 2,1$	$27 \pm 1,5$
Мелкие (неполовозрелые)	$20 \pm 2,4$	$14 \pm 1,8$	$17 \pm 1,5$
<i>Численность нерп разной упитанности (%)</i>			
Высокая	$8 \pm 1,1^*$	$19 \pm 2,1^*$	$14 \pm 1,4$
Нормальная	$32 \pm 2,8$	$33 \pm 2,3$	$33 \pm 1,8$
Недостаточная	$50 \pm 3,2^{**}$	$42 \pm 2,5^{**}$	$46 \pm 2,1$
Низкая	$9 \pm 1,8$	$6 \pm 1,5$	$7 \pm 1,2$

* Достоверные различия (t -тест, $p < 0,05$).

це лета (в августе) общее количество зверей на лежбище увеличилось, однако оставаясь меньшим по сравнению с прошлым годом [8]. Однако возможно, что это не совсем так. Как показали наши наблюдения, данные, получаемые на лежбище на северной оконечности о-ва Долгий, нельзя механически распространять на другие лежбища, главным образом потому, что они редко подвергаются антропогенному воздействию. Насколько интенсивно использовались лежбища на соседних островах (Круглый и Тонкий) в 2021 году, неизвестно, но в конце августа по нашей визуальной оценке с берега и лодки отдельные залёжки с учётом высокого уровня воды (>457 м над у. м.) были многочисленными – по 100–150 особей. По литературным данным в июне 2022 года, когда на изучаемом лежбище насчитывалось несколько десятков нерп, на северном лежбище соседнего о-ва Круглый залегали около 600 нерп (подсчёт по снимку с БПЛА), а на о-ве Тонкий наблюдались многочисленные залёжки [3]. Поэтому первый в сезоне 2021 года массовый привал нерп мог случиться не на о-ве Долгий, а на других островных лежбищах.

Байкальские нерпы после полного отсутствия появляются на лежбище в более или менее в большом числе буквально за один день, или даже в течение нескольких часов (они приходят как бы «вдруг и ниоткуда»). Этот феномен подтверждает гипотезу о групповых перемещениях нерп в период открытой воды (в нагульный период) [1, 6, 14].

Антропогенный фактор

Кроме абиотических, существует редко учитываемый, но весьма негативный по воздействию фактор – человеческий. Наблюдаемое лежбище является практически единственным местом на Байкале, где существует официально организованный показ тюленей туристам (на врезке рис. 1 можно заметить деревянный настил – тропинку, ведущую к смотровой площадке; туристов от нерп прикрывает стена с «бойницами»). За 23 дня число туристов, посетивших лежбища в июне, составило 477 человек, то есть по $21 \pm 2,6$ в день (максимальное число – 42 человека в день), и численность посетителей положительно коррелировала с численностью нерп ($r = 0,33$), при этом на видео зафиксировано 50 случаев частичного или полного схода нерп с лежбища по вине посетителей. В июле число посетителей увеличилось в 2 раза (до 985) с максимумом 92 человека в день (в среднем за 31 день – $32 \pm 4,6$ человека) и на ЛФ + ПФ усматривается прямая связь этого параметра с численностью нерп ($r = 0,41$). Но сходов отмечено только 26, поскольку нерпы несколько дней на лежбище практически отсутствовали. В августе туристов было ещё больше (за 21 день 1415 человек, в среднем $54 \pm 7,9$ в день). Коэффициент корреляции с численностью нерп на лежбище был максимальным за лето (0,58), но отмечено всего

16 массовых сходов животных (7 дней нерп практически не было). Но посещаемость лежбищ зверями была выше – нерп не было 52% времени. Выявить ожидаемую отрицательную корреляцию между численностью посетителей и нерп на лежбище не удалось (смотрите табл. 1), но примечательно, что и тут на разных участках лежбища получены неодинаковые результаты. В целом, за летние месяцы корреляция между сравниваемыми параметрами в случае ПФ отсутствовала ($r = 0,096$), а на ЛФ – была достаточно тесной ($r = 0,46$) (в целом для всего лежбища $r = 0,32$). Заметим, что звери, залегающие на ПФ, подвергаются значительно большему беспокойству, нежели нерпы на ЛФ, в силу разного обзора (большинство зверей с ЛФ визуально не могут видеть, что происходит на смотровой площадке).

Многие сходы нерп в воду имеют откровенно панический характер, и к ним больше подходит термин «сгоны» (случаются и преднамеренные). После сгонов звери не возвращаются к берегу по несколько часов, а то и дней. В течение летних месяцев 2021 года в целом численность нерп на лежбище сокращалась от июня (рис. 5А) к августу (рис. 5С), а число посетителей – увеличивалось, и видно, что почти после каждого пика посещаемости на следующий день следует сокращение численности зверей, выходящих на сушу (рис. 9). То есть большинство резких почти ежедневных «скачков» численности нерп спровоцированы именно антропогенным фактором. Казалось бы, между числом посетителей и численностью животных должна быть положительная корреляция, но это не так ($r = -0,98$). В данном случае мы имеем дело с двумя параметрами, каждый из которых определяется многими факторами и имеет свою динамику. Число людей, посещающих Байкал, в целом увеличивается, и оно не зависит от того, присутствуют на лежбище нерпы или нет (такой информацией туристы не владеют). Тем не менее, в 2022 году, когда людей на лежбище было существенно больше, чем в 2021 году, были выявлены другие корреляции между численностями зверей и посетителей [3]. В частности, в июне лежбище посетили 763 человека, и коэффициент корреляции был слабо отрицательным (в среднем $r = -0,19$), а в июле (2662 человека) – на ПФ корреляция отсутствовала ($r = 0,08$), а на ЛФ была слабо положительной ($r = 0,26$) [3]. Очевидно, что интенсивность фактора беспокойства напрямую зависит от ряда параметров, начиная от сезона и численности групп, кончая манерой поведения посетителей. У зверей – своя динамика, зависящая от фактора беспокойства, но, главным образом, на коротких отрезках времени.

Заключение

Анализируемые материалы, полученные в сезон 2021 года, позволили описать поведение байкальской нерпы в ответ на особенности ледового режима в северной части оз. Байкал и последующего быстрого

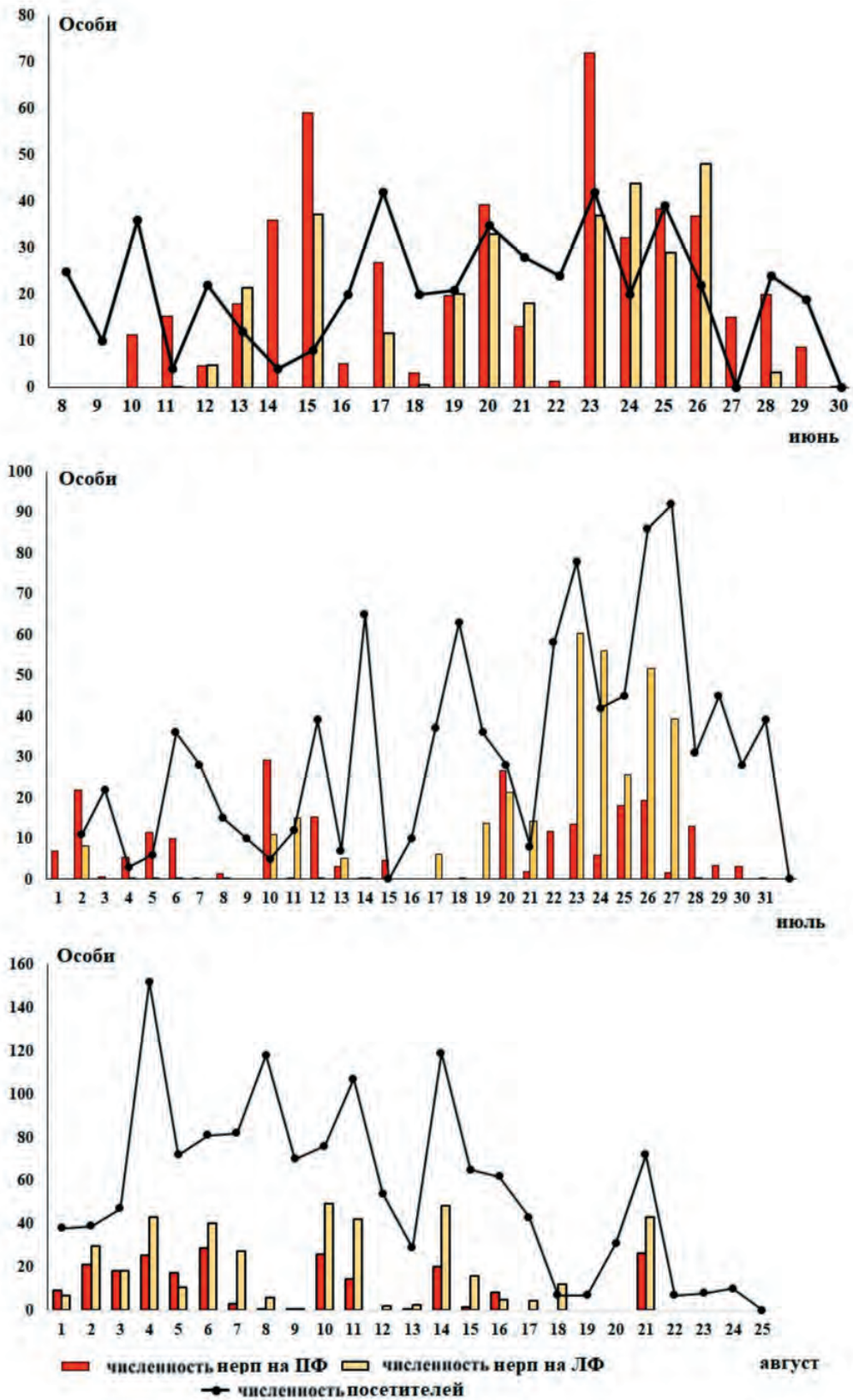


Рис. 9. Число посетителей (в день) и среднесуточная численность нерп на лежбище на о. Долгий в июне–августе 2021 года

затопления лежбищных участков в результате подъёма уровня воды. За последнее десятилетие описанное выше сочетание ледовых условий и уровня воды сложилось впервые. Соответственно, и поведение нерп в плане освоения берегового лежбища на о-ве Долгий, было необычным. Во-первых, сроки появления тюленей на лежбище, как и предполагалось, были значительно смещены в сторону лета, и первые залёжки сформировались только во второй декаде июня. Во-вторых, численность зверей на береговом лежбище оказалась незначительной. В начальный период освоения лежбища, когда обычно наблюдаются самые мощные привалы зверей, максимальная численность зверей была в 4 раза меньше, чем при освоении этого же лежбища в 2020 году, и в 2–3 раза меньше в дальнейшем. В-третьих, временная (сезонная) динамика численности нерп на лежбище в 2021 году в целом была необычной: уже в конце июня численность нерп резко сократилась и оставалась низкой весь июль, и только в августе, вероятно, с подходом новых групп зверей из других районов озера, несколько увеличилась.

Хотя негативное влияние повышения уровня воды на численность нерп, несомненно, присутствует, увеличение численности нерп в августе говорит о том, что напрямую связывать снижение численности нерп на лежбище только с затоплением лежбищного субстрата нельзя. Здесь нивелирующую роль, вероятно, сыграл Камушек. Численность нерп на этом субстрате была всегда значительной, а её динамика не такой, как на флангах лежбища, и она никак не соотносилась с динамикой уровня воды.

Влияние беспокойства в данном случае также не может быть определяющим в изменении динамики численности нерп, о чём свидетельствует всё тот же факт увеличения численности нерп на лежбище в августе, несмотря на резко возросшее количество посетителей.

Таким образом, необычная летняя динамика численности байкальской нерпы на лежбище в 2021 году, скорее всего, является следствием особенностей ледового режима в период ледолома и отражает групповое

поведение самих нерп в безлёдный период. Значительное относительное количество линяющих и условно «больных» зверей, которым требуются адекватные условия для завершения затянувшейся линьки или оздоровления (возникающие на воздухе, а не в воде), на протяжении всего лета, в очередной раз свидетельствует о важной роли летних береговых лежбищ в жизни байкальской нерпы.

Люди, посещающие лежбище, неизбежно привносят заметное негативное влияние на поведение байкальской нерпы, нарушая её естественное времяпровождение на береговом лежбище. Очевидно также, что избыточный фактор беспокойства влияет и на получаемые нами результаты, то есть по сути мы изучаем лежбище, подвергаемое явному антропогенному воздействию. Чтобы адекватно оценить это воздействие, необходимо проводить сравнительные исследования на лежбищах, не посещаемых людьми, в чём и будет заключаться следующий этап наших исследований.

Благодарности. Авторы благодарят технический персонал Байкальского музея за подготовку видеоматериалов, а также команду научно-исследовательского судна «Профессор А.А. Тресков» за добросовестную работу во время проведения экспедиционных рейсов и помощь в сборе первичных данных об антропогенном освоении берегов оз. Байкал.

Финансирование работы. Работа выполнена в рамках бюджетной темы № 121032900077-4 «Экологическая диагностика изменений некоторых элементов биогеоценозов территории Восточной Сибири». В работе использовано оборудование Центра коллективного пользования «Научно-экспедиционный центр Байкал» (<https://ckp-rf.ru/catalog/ckp/3213559>).

Соблюдение этических норм. 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.

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Иванов ТМ. Байкальская нерпа, её биология и промысел. Известия биолого-географического НИИ при Восточно-Сибирском государственном университете. 1938;8(1-2):1-119.
2. Купчинский АБ, Петров ЕА, Овдин МЕ. Первый опыт применения дистанционного мониторинга

берегового лежбища байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.). Биота и среда природных территорий. 2021;2:77-94.

3. Купчинский АБ, Овдин МЕ, Петров ЕА. Антропогенное влияние на байкальскую нерпу (*Pusa sibirica* Gm.) в береговой период её жизни (по материалам 2022 года). Биосфера. 2023;15(3):56-60.

4. Пастухов ВД. Байкальская нерпа: биологические основы рационального использования и охраны ресурсов. Новосибирск: Наука; 1993.
5. Пастухов ВВ, Фиалков ВА. Удалённый мониторинг в режиме реального времени на Ушканьих островах озера Байкал как современный метод исследования байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gmelin). Байкальский зоол журн. 2011;1(6):5-9.
6. Петров ЕА, Купчинский АБ, Фиалков ВА, Бадардинов АА. Значение береговых лежбищ в жизни байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gmelin 1788 Pinnipedia). 1. Обзор. Зоол журн. 2021;100(5):590-600.
7. Петров ЕА, Купчинский АБ. Основная причина выхода байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.) на береговые лежбища – растянутая смена волосяного покрова (линька) на фоне потепления. Зоол журн. 2023;102(1):201-14.
8. Петров ЕА, Купчинский АБ. 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. Известия ТИНРО. 2023;203(1):163-78.
9. Попов СВ, Ильченко ОГ. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе. М.: Московский орден Трудового Красного Знамени Зоологический парк; 1990.
10. Фиалков ВА, Бадардинов АА, Кузеванова ЕН, Егранов ВВ. Совершенствование метода дистанционного мониторинга за флорой и фауной ООПТ Байкальской природной территории. Вестник ИрГСХА. 2013;57(2):149-56.
11. Фиалков ВА, Бадардинов АА, Егранов ВВ, Мельников ЮИ. Байкал в режиме реального времени: технические решения и научно-просветительские задачи. В кн.: Русинёк ОТ, ред. Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН; 2014. С. 476-83.
12. Шимараев МН, Куимова ЛН, Синюкович ВН. Тенденции изменения абиотических условий в Байкале в современный период. В кн.: Русинёк ОТ, ред. Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН; 2014. С. 311-8.
2. Kupchinsky AB, Petrov EA, Ovdin ME. [First attempt at remote monitoring the Baikal seal's (*Pusa sibirica* Gm.) coastal rookery]. Biota i Sreda Prirodnikh Territoriy. 2021;(2):77-94. (In Russ.)
3. Kupchinsky AB, Ovdin ME, Petrov EA. [Anthropogenic impact on the Baikal seal (*Pusa sibirica* Gm.) during the coastal period of its life (based on materials as of 2022)]. Biosfera. 2023;15(3):56-60. (In Russ.)
4. Pastukhov VD. Baykal'skaya Nerpa: Biologicheskiye Osnovy Ratsionalnogo Ispolzovaniya i Okhrany Resursov. [Baikal Seal: Biological Basis for the Rational Use and Protection of Resources]. Novosibirsk: Nauka; 1993. (In Russ.)
5. Pastukhov VV, Fialkov VA. [Remote real-time monitoring on Ushkanii Islands of the lake Baykal as a modern method of studying Baykal seal (*Phoca sibirica* Gmelin)]. Baykalskiy zool zhurn. 2011;1(6):5-9. (In Russ.)
6. Petrov EA, Kupchinsky AB, Fialkov VA, Badardinov AA. [The importance of coastal rookeries in the life of the Baikal seal (*Pusa sibirica* Gmelin 1788 Pinnipedia). 1. Review]. Zoologicheskii Zhurn 2021;100(5):590-600. (In Russ.)
7. Petrov EA, Kupchinsky AB. [The main reason of Baikal seal (*Pusa sibirica* Gm.) coming to coastal rookeries is the extended change of hair coat (molt) against the background of warming]. Zoologicheskii Zhurn. 2023;102(1):201-14. (In Russ.)
8. Petrov EA, Kupchinsky AB. [The influence of early destruction of the ice cover and of the high levels of water on the functioning of the coastal rookery of the Baikal seal (*Pusa sibirica* Gm.) on the island Dolgov (the Lake Baikal) inferred from data obtained in 2020]. Izvestiya TINRO. 2023;203(1):163-78. (In Russ.)
9. Popov SV, Ilchenko OG. Metodicheskiiye Rekomendatsii po Etologicheskim Nabliudeniyam za Mlekopitayuschimi v Nevole. [Methodological Recommendations for Ethological Observations of Mammals in Captivity]. Moscow: Moskovskiy Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Zoologicheskiiy Park; 1990. (In Russ.)
10. Fialkov VA, Badardinov AA, Kuzevanova EN, Yegranov VV. [Improving the method of remote monitoring of the flora and fauna of the protected areas of the Baikal natural territory]. Vestnik IRGSHA. 2013;57(2):149-55. (In Russ.)
11. Fialkov VA, Badardinov AA, Yegranov VV, Melnikov YuI. [Baikal in real time: technical solutions and scientific and educational tasks]. In: Rusinok OT, ed. Razvitiye Zhizni v Protsesse Abioticheskikh Izmeneniy na Zemle. Irkutsk: Institut Geografii im. V.B. Sochavy SO RAN; 2014. P. 476-83. (In Russ.)

Общий список литературы/References

1. Ivanov TM. [Baikal seal, its biology and trade]. Izvestiya Biologo-Geograficheskogo NII pri Vo-

12. Shimaraev MN, Kuimova LN, Sinyukovich VN. [Trends in changes in abiotic conditions in Lake Baikal in the modern period]. In: Rusinok OT, ed. *Razvitiye Zhizni v Protsesse Abioticheskikh Izmeneniy na Zemle*. Irkutsk: Institut Geografii im. V.B. Sochavy SO RAN; 2014. P. 311-8. (In Russ.)
13. Laidre KL, Stirling I, Lowry LF, Wiig Ø, Heide-Jørgensen MP, Ferguson SH. Quantifying the sensitivity of arctic marine mammals to climate-induced habitat change. *Ecological Applications*. 2008;18(2):97-125.
14. Petrov EA, Kupchinsky AB, Fialkov VA. 2021. Summer coastal rookeries and perspectives of the Baikal seal (*Pusa sibirica*) population in the conditions of the global warming. *Biosyst Divers*. 2021;29(4):387-92.
15. Petrov EA, Kupchinsky AB, Fialkov VA, Badardinov AA. 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. *Biol Bull*. 2022;49(7):247-63.
16. Sasaki H, Numachi K, Grachev MA. The origin and genetic relationships of the Baikal seal, *Phoca sibirica*, by restriction analysis of mitochondrial DNA. *Zool Sci*. 2003;20:1417-22.

