

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 599.745.31
EDN YKYBQA

DOI: 10.36038/0234-2774-2025-26-4-51-60

ПИТАНИЕ АМФИПОДАМИ КАК ИНДИКАТОР
ТРОФИЧЕСКОГО СТРЕССА ПОПУЛЯЦИИ
БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПЫ (*PUSA SIBIRICA*)
В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ

© 2025 г. Е.А. Болтнев¹ (spin: 5570-1084), В.В. Ткачев² (spin: 4586-9493),
А.И. Болтнев¹ (spin: 9961-7554)

1 – ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» Россия, Москва, 105187

2 – Байкальский филиал ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО» (БайкалНИРО),
Республика Бурятия, Улан-Удэ, 670034
E-mail: eboltnev@vniro.ru

Поступила в редакцию 9.09.2025 г.

На основе собственных наблюдений и литературных сведений проанализированы структурные изменения в питании байкальской нерпы в период существенного изменения её численности. Широкий спектр питания байкальской нерпы включает различные виды рыб и беспозвоночных и является адаптацией к стохастической среде обитания. Рост популяции нерпы после прекращения её промысла, а также интенсивное рыболовство на Байкале привели к снижению кормовой базы нерпы и изменению структуры питания. Переход к питанию амфиподами, ошибочно интерпретируемый как положительный факт, по нашему мнению свидетельствует о возникающем у вида пищевом стрессе. Простейшие расчёты свидетельствуют, что питание амфиподами обеспечивает лишь около 10% суточных потребностей нерпы в энергии. При текущей численности популяции нерпы в 160 тыс. особей, её годовая потребность в пище составляет около 146 тыс. т, что составляет три четверти годовой продуктивности озера. Восстановление запасов ценных промысловых рыб без регулирования численности байкальской нерпы значительно замедлится.

Ключевые слова: байкальская нерпа (*Pusa sibirica*), спектр питания, амфиподы, пищевой стресс.

ВВЕДЕНИЕ

Популяция байкальской нерпы после прекращения коммерческого промысла в конце прошлого – начале нашего века увеличила свою численность до 160 тыс. особей, что является исторически известной максимальной величиной (Петерфельд и др., 2022). Увеличение численности популяции нерпы в условиях замкнутой экосистемы оз. Байкал и невозможности миграции нерпы в другие регионы ведет к росту плотности животных в озере и к повышению нагрузки на кормовую базу. Очевидно, что длительная повышенная эксплуатация кормовой базы может привести к существенным изменениям в структуре эко-

системы озера, что отразится на составе кормовых объектов нерпы.

Широкий спектр питания является важной эволюционной адаптацией морских млекопитающих, позволяющей легко переходить с одного вида корма на другой в изменчивой среде обитания. Байкальской нерпе, как и большинству морских млекопитающих, свойственен широкий спектр питания. Поэтому в случае снижения запасов основных кормовых объектов нерпа переходит к питанию другими кормовыми объектами.

Смена объектов питания у животных с излюбленных (предпочитаемых) на вторичные (замещающие) часто приводит к измене-

нию их основных биологических показателей. У байкальской нерпы в настоящее время отмечены повышение смертности, снижение размежно-весовых характеристик, а также ухудшение репродуктивных показателей (Болтнев, 2023а, 2023б), что подтверждает вероятность нашего предположения об изменении структуры её питания.

В научной литературе существует ряд подробных публикаций о питании байкальской нерпы, в том числе полученных с применением современных телеметрических методов исследования. Имеется несколько обзорных аналитических публикаций по питанию байкальской нерпы, где рассмотрены вопросы возрастной, половой, сезонной и географической изменчивости в её питании, в том числе и современных (Петерфельд, Петров, 2024; Петров, Купчинский, 2022а; 2022б).

Однако в этих публикациях нет ответа на вопрос о сути и причинах текущих структурных изменений в питании нерпы, отмеченных в работе Ватанабе с соавторами (Watanabe et. al., 2020). В этой работе мы попытались дать своё объяснение изменениям в структуре питания байкальской нерпы, их причинам и последствиям.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛ

Работа выполнена на основе комплексного анализа архивных материалов и имеющихся научных публикаций по структуре питания байкальской нерпы и сугубом потреблении нерпой кормовых объектов в неволе и в естественных условиях. Собранные в 2018–2023 гг. нами по традиционной отолитной методике Т.М. Иванова, описанной в работе Ткачева с соавторами (2016), пробы на питание использованы для пополнения общей таблицы В.Д. Пастухова (1993), представляющей список объектов питания байкальской нерпы. В работе использовались также публикации об основном обмене у байкальской нерпы и энергетических потребностях нерпы, определённых на основе экспериментальных исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Широкий спектр питания как эволюционная приспособленность вида

Первые научные сведения о питании байкальской нерпы, полученные на основании вскрытия желудков добытых нерп, имеются в работе З.Ф. Святоша (1925) и Т.М. Иванова (1936), которые нашли в желудках нерп голомянковых и бычковых рыб. Глубокие исследования питания нерпы предприняты В.Д. Пастуховым (1993), который на основании вскрытия почти 8 тыс. желудков забитых во время коммерческого промысла животных значительно расширил список объектов питания байкальской нерпы (табл. 1).

По результатам многолетних исследований В.Д. Пастухов (1993) относит байкальскую нерпу к типичным ихтиофагам, однако подчеркивает, что кроме рыб в пищеварительных трактах нерп были обнаружены гаммариды (амфиподы). Он предположил, что гаммариды попадают в желудок нерпы из желудка проглоченной рыбы. Однако далее он подчеркивает, что «...у некоторых зверей в желудочно-кишечном тракте раков было так много (от сотен до нескольких тысяч), что не вызывало никакого сомнения в намеренном поедании их нерпой».

Дальнейшие исследования питания проводились по результатам анализа содержащего желудков нерпы, добытых во время ежегодного экспериментального лова нерпы в осенний период. Все эти исследования подтвердили широкий спектр питания нерпы, выработанный в процессе эволюции и позволяющий выживать виду в стохастической среде обитания. Несмотря на то, что в желудках иногда попадались беспозвоночные (рис. 1), методика исследований не позволяла оценить их роль в питании нерпы по причине высокой скорости их переваривания без образования остатков.

Однако уже в начале 2000-х годов в желудках уже начинают регулярно попадаться мелкие ракообразные (Watanabe et. al., 2004).

ПИТАНИЕ АМФИПОДАМИ КАК ИНДИКАТОР

Таблица. Объекты питания байкальской нерпы в различные сезоны года (по: Пастухов, 1993; Ткачев и др., 2018; Watanabe et. al., 2020, добавлены наши данные за 2018–2023 гг.)

Вид	Периоды			
	Сплош- ной лед, (январь- апрель)	Распад льдов (май-июнь)	Биологиче- ское лето (июль- сентябрь)	Осень (октябрь- ноябрь)
Малая голомянка – <i>Comephorus dybowskii</i> Koroth	++++	++++	++++	++++
Большая голомянка – <i>C. baicalensis</i> (Pallas)	+++	+++	+++	+++
Длиннокрылый бычок – <i>Cottocomephorus inermis</i> (Jakowl.)	+++	+++	+++	+++
Желтокрылый бычок – <i>Cottocomephorus grewingkii</i> (Dyb.)	+	+++	+++	+++
Песчаная широколобка – <i>Leocottus kessleri</i> (Dyb.)	+	++	+++	+++
Каменная широколобка – <i>Paracottus knerii</i> (Dyb.)	-	+	++	++
Пестрокрылая широколобка – <i>Batrachocottus multiradiatus</i> Berg.	+	+	++	++
Большеголовая широколобка – <i>B. baicalensis</i> (Dyb.)	-	+	++	++
Горбатая широколобка – <i>Glyptocottus megalops</i> (Gratz.)	-	+	+	+
Глубоководная широколобка – <i>Asprocottus abyssalis</i> Taliev et Korjakov	-	+	+	+
Плоскоголовая широколобка – <i>A. platycephalus</i> Taliev	-	+	+	+
Шершавая широколобка – <i>A. herzensteini</i> (Berg)	-	+	+	+
Крапчатая широколобка – <i>Limnoccottus godlewskii</i> (Dyb.)	-	+	+	+
Плоская широколобка – <i>L. bergianus</i> (Tal.)	-	+	+	+
Жирная широколобка – <i>Batrachocottus nikolskii</i> (Berg)	-	+	+	+
Большая широколобка – <i>Procottus major</i> Taliev	-	+	+	+
Короткоголовая широколобка – <i>Cottinella boulengeri</i> (Berg)	-	+	+	+
Малоглазая широколобка – <i>Abyssocottus korotneffi</i> Berg	-	+	+	+
Омуль – <i>Coregonus autumnalis migratorius</i> (Georgi)	+	+	+	+
Сиг – <i>C. lavaretus</i> (Linneus)	-	-	-	+
Хариус – <i>Thymallus arcticus</i> (Pallas)	-	-	+	+
Гольян – <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.)	-	-	+	+++
Елец – <i>Leuciscus leuciscus</i> (Dyb.)	-	-	-	+
Сорога – <i>Rutilus rutilus lacustris</i> (L.)	-	-	+	+
Окунь – <i>Perca fluviatilis</i> L.	-	-	+	+
Налим – <i>Lota lota</i> (L.)	-	-	+	+
Язь – <i>Leuciscus idus</i> (L.)	-	-	-	+
Гаммариды:				

Таблица. Окончание

Вид	Периоды			
	Сплош- ной лед, (январь- апрель)	Распад льдов (май-июнь)	Биологичес- кое лето (июль - сентябрь)	Осень (октябрь - ноябрь)
<i>Odontogammarus</i> sp.	+++	+++	+++	+++
<i>Macrohectopus branickii</i> (Dyb.)	++++	++++	++++	+++
<i>Palasea concelloides</i> (Pallas)	+++	+++	+++	+++
<i>Acanthogammarus</i> sp.	+++	+++	+++	+++
Моллюски нескольких видов	-	-	-	+

Примечание: ++++ многочисленный вид в питании; +++ обычный; ++ редкий; + очень редкий; – отсутствует.

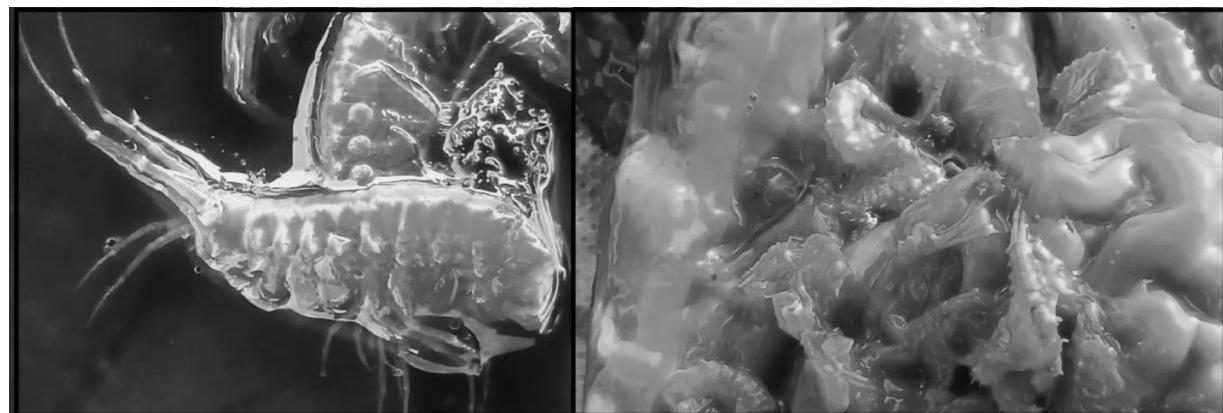


Рис. *Palasea concelloides* в желудке байкальской нерпы, октябрь 2022 г. (фото Е.А. Болтнева).

В дальнейшем потребление мелкого зоопланктона нерпой только возрастало, что подтвердили дальнейшие телеметрические исследования питания нерпы. Так, Ватанабе с соавторами (Watanabe et al., 2020), используя видеокамеры, телеметрические датчики глубины погружения и акселерометры, показали, что байкальская нерпа целенаправленно охотится на амфиопод, в первую очередь *Macrohectopus branickii* и *Palasea concelloides*, добывая в среднем от 57 особей и более за одно погружение. При этом нерпа питалась практически весь день, в светлое время суток, ныряя до 100–150 м и глубже, в тёмное время глубина её ныроков постепенно уменьшалась до 10–20 м

вслед за вертикальной миграцией скоплений *M. branickii*. В итоге за сутки нерпа добывала свыше тысячи раков *M. branickii*.

Таким образом, авторы данной работы доказали, что появление амфиопод в желудках байкальской нерпы неслучайно – на современном этапе нерпа целенаправленно поедает этих очень мелких (<0,1 г) планктонных ракообразных. Далее Ватанабе с соавторами (Watanabe et al., 2020) постарались количественно оценить значение этого типа питания для обеспечения суточной потребности нерпы в энергии. Но прежде чем переходить к анализу их расчётов, вспомним результаты исследования проблемы суточного потребления пищи нерпой.

Суточное потребление корма

Эксперименты В.Д. Пастухова (1993) показали, что: «...в искусственных условиях на изменения размера рациона звери весьма чутко реагировали изменением своей массы». Добившись методом подбора для каждой из содержащихся в искусственных условиях нерп соответствующего рациона и таких условий, когда их масса тела сохранялась постоянной, В.Д. Пастухов показал, что животным требовалось достаточно большое количество пищи: от 4,2 до 6,1% от массы тела. Он отмечал, что на единицу массы тела молодым животным требовался более высокий приток аккумулированной в пище энергии, чем взрослым, и что в природных условиях рацион, без сомнения, больше, чем в условиях опыта. Кормовой коэффициент в его экспериментах изменяется с массой (возрастом) животных – для прироста массы тела на 1 кг молодым особям требовалось 23–26 кг пищи, тогда как взрослой самке – 54 кг. Максимальное количество пищи, съедаемое в условиях опыта за один приём, составило 2 кг. Обычно же одноразовый приём пищи был не более 1 кг; суточный рацион у молодых животных колебался от 4,5 до 5,3 кг; у взрослой самки не превышал 5,6 кг (Пастухов, 1993).

Несколько иные оценки суточной пищевой потребности получены через изучение энергетического обмена у нерп. Энергетические потребности нерп, рассчитанные К.Б. Ивановым и Е.А. Барановым (2002) по основному обмену, составили 47,3 ккал/кг массы нерп в сутки или в среднем 1264,5 ккал/сутки. В объёме потреблённого корма это составляет примерно 3,7% от массы тела нерп.

По данным Е.А. Петрова (2009) минимальный уровень энергетического обмена в искусственных условиях при температуре воды 5–8°C у голодных животных описывался уравнением:

$$VO_2 (\text{мл}/(\text{мин} \times \text{кг})) = 40 \times BW^{-0,56} \quad (r = -0,78; n = 18), \text{ где}$$

BW – масса тела, кг;

VO_2 – объём потребляемого кислорода;

r – коэффициент корреляции.

По его данным, потребление кислорода (VO_2) у взрослых животных с массой тела, близкой к среднепопуляционной (> 50 кг), варьировали в пределах 2,7–4,8 мл/мин×кг. На основе этих данных был проведен расчёт минимальной пищевой потребности нерпы. При условии 100% усвоемости пищи для нерпы, весом 52 кг, при смешанном типе питания суточная потребность в пище составляет 730 г весной и 850 г в зимний период. Во время плавания и при кормодобывании общий уровень энергозатрат у взрослых нерп возрастает примерно в 2–2,5 раза. Соответственно, суточная потребность в пище возрастает также в 2–2,5 раза и составляет от 1,4 кг у сеголеток (5,7% от массы тела) до 1,9 кг (3,0% от массы тела) у взрослых особей при 100% усвоемости пищи. Поскольку усвоемость пищи оценивается примерно в 70%, суточная потребность взрослой нерпы возрастает до 2,5 кг рыбы (Петров, 2009).

Эти оценки Е.А. Петрова можно считать минимальными (осторожными) по сравнению с максимальными оценками в 4,5–5,6 кг В.Д. Пастухова (1993). С биологической точки зрения эти две оценки можно рассматривать как минимальную и максимальную потребность нерпы в пище. Первая из них обеспечивает как минимум выживание популяции или поддержание её в стабильном состоянии, вторая – предполагает расширенное воспроизводство популяции, обеспечивая необходимой энергией размножающихся самок.

Может ли питание амфиподами обеспечить благосостояние популяции нерп?

Ватанабе с соавторами (Watanabe et. al., 2020) рассчитали объём потребляемой нерпой пищи при питании амфиподами. Они показали, что за сутки (исключая периоды отдыха на лежбище, длительный отдых на поверхности, нырки без захвата добычи) нерпы добывали в среднем 4278 ± 2124 особи *M. branickii*.

В живом весе это составило в среднем 389 ± 193 г (при длине тела *M. branickii* в среднем 23 мм и весе 91 мг). При условии, что суточная потребность в пище байкальских тюленей в неволе составляет 3,7% от массы тела или примерно 1,4–2,6 кг в день, то, по их расчётом, питание нерпы амфиподой *M. branickii* покрывает примерно $20 \pm 9\%$ суточной потребности нерпы в пище в весовом эквиваленте (Watanabe et.al., 2020).

При этом как положительный момент, обеспечивающий «процветание» популяции нерпы в Байкале, они отметили сокращение трофической цепи в экосистеме озера при поступлении энергии к нерпе с уровня первичной продуктивности (по типу питания гигантов морей – китов!). В целом, именно с питанием амфиподами авторы связывают более высокую плотность байкальской нерпы в оз. Байкал ($2,6\text{--}3,6$ особей на км^2) по сравнению с другими тюленями закрытых водных систем: каспийским тюленем – $0,28\text{--}0,45$ особей на км^2 ; ладожской нерпой – $0,34\text{--}0,51$ особей на км^2 ; сайменской кольчатой нерпой – $0,07$ особей на км^2 (Watanabe et. al., 2020).

Вместе с тем, ряд исследователей весьма критически отнёсся к выводам Ватанабе с соавторами (2020) о важности амфипод в питании нерпы.

Так, Е.А. Петров и А.Б. Купчинский (2022а, б) отмечают, что использование ракообразных в качестве питания нерпы известно давно, но до сих пор расценивалось как «не характерное» и «случайное», возможное лишь при совпадении ряда факторов, включая наличие плотных скоплений амфипод на глубинах, доступных животным, возможность обнаружения этих скоплений нерпой, а также недостаток рыбной пищи. Они подчеркивают, что, хотя «...пищевое (нырятельное) поведение нерпы неплохо соответствует суточным вертикальным миграциям пелагических и прибрежно-пелагических видов Cottidae и амфиподы *M. branickii*, но имеющиеся сведения о распространении, численности, биомассе, структуре популяции, а также образе жизни

рачка, не позволяют утверждать, что амфиопода играет значительную роль в питании байкальской нерпы».

Аналогичное заключение о переоценке в работе Ватанабе с соавторами (Watanabe et. al., 2020) важности для нерпы питания амфиоподами имеется в работе В.А. Петерфельда и Е.А. Петрова (2024). Однако иных аргументов, кроме упомянутых в предыдущих работах Е.А. Петрова и А.Б. Купчинского (2022 а, б), авторы не приводят.

Поэтому попытаемся оценить все аргументы «за» и «против» в оценке важности амфипод в текущем питании нерпы.

Во-первых, вывод о том, что сокращение пищевой цепи от амфипод до нерпы за счёт удаления из неё голомянок и других рыб, благотворно влияет на популяцию нерпы в озере надо признать ошибочным. С логической точки зрения, рыбы, как промежуточные звенья трофической цепи, выполняют функцию концентратора энергии и передачи её с уровня первичной продукции на верхние трофические уровни. Очевидно, что удаление этого промежуточного звена (рыбы) снижает эффективность питания нерпы. Конечно, приспособление ротового аппарата нерпы позволяет ей процеживать воду через «пилообразные» зубы и отлавливать несколько десятков амфипод за один раз, обеспечивая выживание вида при снижении запасов рыб. Однако, сравнивать эффективность питания нерпы амфиподами с эффективностью щедильного аппарата усатых китов некорректно.

Во-вторых, настораживает, что Ватанабе с соавторами остановились в анализе собственных материалов, оценив лишь весовую долю амфипод в суточном рационе нерпы, но не оценили энергетику питания амфиподами. Все материалы для такой оценки в литературе имеются.

Свежих данных по калорийности *M. branickii* найти не удалось, в литературе имеются лишь данные о калорийности сухого вещества *M. branickii*, которая составляет 4,5 ккал/г (Корнакова и др., 1977). Если выход

сухого вещества из *M. branickii* будет примерно таким же, как и для *Rivulogammarus lacustris*, то калорийность сырого *M. branickii* будет примерно равна 1,089 ккал/г. Это чуть выше, чем данные для близких видов амфипод из других регионов. Так, калорийность сырого пресноводного бокоплава *Rivulogammarus lacustris* составляет 3,44 кДж/г или 0,822 ккал/г, выход сухого вещества 24,2% (<https://morevokne.ru/?p=14945> дата обращения: 19.03.2025); калорийность амфипод Онежского озера – 0,896 ккал/г сырого веса (Георгиев, 2015). На основе показателей калорийности можно рассчитать энергетическую эффективность питания нерпы.

Таким образом, по Ватанабе с соавторами (Watanabe et al., 2020) средняя суточная добыча нерпой этого бокоплава *M. branickii* даст энергию:

$$389,3 \pm 193,3 \text{ г} \times 1,089 \text{ ккал/г} = 423,9 \pm 210,5 \text{ ккал.}$$

В то же время, средняя суточная потребность нерпы в энергии при смешанном типе питания (Петров, 2009) равна:

$$2,5 \text{ кг} \times 1731 \text{ ккал} = 4327,5 \text{ ккал.}$$

Как видим, пелагический бокоплав *M. branickii* дает лишь 9,8% от суточной потребности в энергии взрослой нерпы.

Ватанабе с соавторами (Watanabe et al., 2020) отказались от проведения подобных расчётов, ссылаясь на большую чувствительность модели к вводимым в неё фактическим данным. Возможно, они правы – эти расчёты действительно имеют большой уровень неопределённости.

Так, энергетику питания нерпы нельзя рассматривать без учёта энергетики её ныряния. Сведения о количестве коротких и длительных по времени ныряний нерпы были получены с помощью спутниковой телеметрии. Так, на основе анализа данных датчиков глубины погружений у байкальской нерпы выявлено два типа ныряний – короткие до 2 мин (33%) и относительно короткие «пищевые» ныряния на 2–6 мин (40%), протекающие практически в аэробном режиме без существ-

венного изменения кровоснабжения органов и тканей; и более продолжительные – на 6–10 мин (23%) и свыше 10 мин (4,0%). Максимальное время погружения превысило 40 мин. При таких ныряниях у нерпы образуется задолженность кислорода, накапливаются недоокисленные продукты анаэробного гликолиза, и редуцируется кровоток в большинстве органов и тканей (Петров и др., 1993; Stewart et. al., 1996). После таких глубоких ныряний животному требуется продолжительный отдых.

Поэтому энергетический баланс при добыче нерпой амфипод на больших глубинах вряд ли будет положительным. Но, с другой стороны, амфиподы совершают вертикальные суточные миграции, днём опускаясь на глубину до 200 м и ниже, вечером поднимаясь к поверхности озера. Очевидно, что ночное кормодобывание на минимальных глубинах, будет энергетически более выгодным, чем дневное ныряние на большие глубины.

Что же касается критики Ватанабе с соавторами (2020) со стороны ряда исследователей (Петров, Купчинский, 2022а; 2022б; Петерфельд, Петров, 2024), подчёркивающих случайность амфипод в питании нерпы ввиду невозможности образования их больших скоплений в водах Байкала, то мы вынуждены не согласиться, и вот почему.

К началу 2010 гг. в Байкале наметилось сокращение запасов всех видов рыб (промышленных и «сорных»), произошедшее из-за интенсивного рыболовства и ННН-промышленства в период разрушения старых и образования новых социально-экономических взаимоотношений в 1990-х–2010-х гг. Дополнительный фактор давления на запасы рыб оказывала растущая после прекращения коммерческого промысла в 2007 г. популяция байкальской нерпы. В этих условиях образование скоплений амфипод, которые становятся доступными для добычи их нерпами, вполне возможно.

Кроме того, важным фактором образования скоплений амфипод в водах Байкала могут быть выходы метана в разных районах

озера. Периодические выбросы и постоянные флюиды метана в озере хорошо известны местному населению, они хорошо визуально обнаруживаются зимой под прозрачным ледовым покрытием и широко описаны в печати (например, Гранин, Гранина, 2002; Клеркс и др., 2004; Van Rensbergen et. al., 2002; De Batist et. al., 2002). Также хорошо известно, что многочисленные виды бактерий-метанотрофов активно перерабатывают выходящий со дна морей и растворённый в воде метан (Гальченко, 2001), образуя высоко продуктивные сообщества в районе метановых сипов (Патин, 2017). Крупный зоопланктон может хорошо развиваться на бактериальной биоте байкальских вод, образуя плотные скопления в районе метановых сипов. Именно с этим может быть связана более высокая первичная продуктивность вод оз. Байкал, и именно поэтому плотность нерпы здесь выше по сравнению с другими пресноводными тюленями.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, Ватанабе с соавторами (Watanabe et al., 2020) убедительно показали, что на современном этапе усилилась роль амфипод в питании нерпы – по весу доля амфипод достигает $20\pm9\%$ суточной потребности нерпы в пище. Однако простейшие расчёты показывают, что амфиподы покрывают лишь около 10% энергетических потребностей взрослой нерпы, рассчитанных для смешанного типа питания по Е.А. Петрову (2009).

По нашему мнению, питание байкальской нерпы амфиподами следует рассматривать как вынужденное, поддерживающее, взамен традиционного питания голомянками и другими видами рыб. Сам по себе факт перехода байкальской нерпы на питание амфиподами в настоящее время свидетельствует о пищевом стрессе в популяции, который приводит к снижению размерно-весовых показателей нерпы, снижению её репродуктивного потенциала и выживаемости животных, что показано в наших морфофизиологических исследованиях (Болтнев, 2023а; 2023б).

Причиной перехода нерпы к исключительно питанию амфиподами послужили высокая численность нерпы в озере после прекращения коммерческого промысла на фоне резкого снижения запасов всех видов рыб в результате рыболовства и ННН-промысла.

Эти процессы наиболее активно происходили на рубеже 2010-х годов. Поэтому вполне закономерно, что Ватанабе с соавторами (Watanabe et al., 2020) сумели чётко отследить увеличение доли амфипод в питании байкальской нерпы. И хотя в своей работе они неверно оценили значение перехода нерпы на питание амфиподами, важность самой работы от этого не уменьшилась, поскольку авторы зафиксировали состояние пищевого стресса в популяции байкальской нерпы.

Роль нерпы в экосистеме озера Байкал

Как мы указывали выше, осторожная оценка суточных потребностей нерпы в кормовых ресурсах составит 2,5 кг. Тогда годовая потребность нерпы при средней массе тела 52 кг составит 912,5 кг. Общая численность популяции, определённая нами по результатам ледового учёта 2020–2023 гг., составляет 160 тыс. особей (Петерфельд и др., 2022). Годовое потребление пищи популяцией нерпы составит примерно 146 тыс. т, из которых около $30\pm13,1$ тыс. т составят амфиподы.

Оценка общей биомассы рыб в Байкале составляет около 230 тыс. т, в том числе промысловых – около 60 тыс. т, а ежегодный прирост биомассы рыб – около 190–200 тыс. т (Галазий, 1987).

Таким образом, байкальская нерпа, являясь единственным крупным хищником, более чем на 73,0–76,8% использует рыбные ресурсы экосистемы озера и при этом находится в пищевом стрессе, повлекшим снижение размерно-весовых характеристик, репродуктивного потенциала, поголовную заражённость кишечными паразитами и повышенную смертность особей (Болтнев, 2023б).

Очевидно, что при такой эффективности использования первичной продуктивности

экосистемы озера со стороны нерпы восстановление запасов основных промысловых рыб в оз. Байкал будет происходить замедленно. Увеличение скорости восстановления рыбных запасов оз. Байкал возможно лишь при условии сокращения популяции нерпы до оптимального размера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болтнев Е.А. Весовой и линейный рост байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gmelin, 1788) в 2018–2021 гг. // Вопр. рыболовства. 2023. Т. 24. № 1. С. 56–70.

Болтнев Е.А. Управление запасами байкальской нерпы в современных условиях // В сб.: «Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития». Материалы I Международной научно-практической конференции (28–29 марта 2023 г., г. Москва). М., Изд-во ВНИРО, 2023. С. 51–66.

Галазий Г.И. Байкал в вопросах и ответах. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изда-тельство, 1987. 167 с.

Гальченко В.Ф. Метанотрофные бактерии// Изд-во ГЕОС, 2001. ISBN: 5-89-118-200-9. https://web.archive.org/web/20080622211402/http://www.inmi.ru/mb_part20a.php

Георгиев А.П. Изучение роли байкальской амфиоподы *Gmelinoides fasciatus* Stebbing (Amphipoda, Crustacea) в питании окуня литоральной зоны в северных районах Онежского озера // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2015. № 5 (Электронный ресурс). URL: <https://agro.s nauka.ru/2015/05/2277> (дата обращения: 16.01.2025).

Гринин Н.Г., Гринина Л.З. Газовые гидраты и выходы газов на Байкале // Геология и Геофизика (Russian Geology and Geophysics). 2002. Т. 43. № 7. С. 629–637 (589–597).

Иванов К.Б., Баранов Е.А. Стандартный энергетический обмен байкальских нерп // Морские млекопитающие Голарктики: Тезисы докл. II Междунар. конф., Байкал, Россия, 10–15 сентября 2002 г. М., 2002. С. 123–124.

Иванов Т.М. К вопросу о питании байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gmelin) и методика

его изучения // Изв. Биол.-географ. НИИ при ВСГУ. 1936. Т. 7. Вып. 1–2. С. 137–140.

Клеркс Я., Де Батист М., Гринин Н.Г. и др. Газогидраты пресноводного «океана» // Наука из первых рук. 2004. Т. 3. №2. С. 15.

Корнакова Э.Ф., Шерстова В.В., Егорова Л.И. О пищевой ценности руководящих видов фауны пелагиали Байкала // Круговорот вещества и энергии в водоёме. Рыбы и рыбные ресурсы: Тез. докл. на IV Всесоюзн. Сов. 1977. С. 258–261.

Пастухов В.Д. Нерпа Байкала: биологические основы рационального использования и охраны ресурсов // Новосибирск. Изд-во «Наука». 1993. 271 с.

Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа: в 2-х т. 2-е изд. переработанное и дополненное. Т. 1: Морской нефтегазовый комплекс: состояние, перспективы, факторы воздействия // М.: Изд-во ВНИРО, 2017. 326 с.

Петерфельд В.А., Петров Е.А. Питание байкальской нерпы и её роль в трофической структуре экосистемы Байкала// Тр. ВНИРО. 2024. Т. 197. С. 43–59.

Петерфельд В.А., Ткачев В.В., Болтнев Е.А. и др. Учёт численности приплода байкальской нерпы *Pusa sibirica* (Gmelin, 1788) в 2021 г. // Сб. «Актуальные проблемы териологии» XI Съезда Териологического общества при РАН. 2022. С. 270.

Петров Е.А., Купчинский А.Б. Ракообразные в питании байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.). 1. Обзор литературы // Байкальский зоологический журнал. 2022а. № 2(32). С. 105–114.

Петров Е.А., Купчинский А.Б.. Ракообразные в питании байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.). 2. Фактор процветания популяции? // Байкальский зоологический журнал. 2022б. № 2 (32). С. 115–125.

Петров Е.А. Байкальская нерпа. Улан-Удэ: ИД «ЭКОС», 2009. 176 с.

Петров Е.А., Сиделева В.Г., Стюарт Б., Мельник Н.Г. Питание байкальской нерпы: состояние проблемы. 5. Нырятельное поведение и экология питания // Сиб. биол. ж. 1993. № 6. С. 32–40.

Свамоши З.Ф. Байкальский тюлень (*Phoca baicalensis*) и промысел его // Природа и охота. Харьков: Изд-во ВУСОР. 1925. С. 20–49.

Ткачев В.В., Варнавский А.В., Бобков А.И., Тугарин А.И. Современное состояние популяции байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.) // Вестник рыбохозяйственной науки. 2016. Т. 3. № 1(9). С. 53–63.

De Batist M., Klerkx J., Van Rensbergen P. et. al. Active Hydrate Destabilization in Lake Baikal, Siberia // *Terra Nova*. 2002. 14 (6). P. 436–442.

Stewart B., Petrov E., Baranov E.A., et. al. Seasonal movements and dive patterns of juvenile Baikal Seals, *Phoca sibirica* // *Marine Mammal Sci.*, 1996. № 12/5. P. 623–631.

Van Rensbergen P., De Batist M., Klerkx J. et. al. Sublacustrine mud volcanoes and methane seeps caused by dissociation of gas hydrates in Lake Baikal // *Geology*. 2002. 30 (7). P. 631–634.

Watanabe Y., Baranov E.A., Sato K. et. al. Foraging tactics of Baikal seals differ between day and night. // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2004. V. 279. P. 283–289.

Watanabe Y.Y., Baranov E.A., Miyazaki N. Ultrahigh foraging rates of Baikal seals make tiny endemic amphipods profitable in Lake Baikal// *PNAS*. December 8, 2020. V. 117. №. 49. P. 31242–31248. <https://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.2014021117> on March 21, 2025

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

AMPHIPODS DIET AS AN INDICATOR OF TROPHIC STRESS IN A DENSE POPULATION OF THE BAIKAL SEAL (*PUSA SIBIRICA*)

© 2025 y. E.A. Boltnev¹, V.V. Tkachev², A.I. Boltnev¹

1 – State Scientific Center of the Russian Federation «VNIRO»,
Russia, Moscow, 105187

2 – Baikal branch of the State Scientific Center of the Russian Federation
«VNIRO», Republic of Buryatia, Ulan-Ude, 670034

Based on our own observations and literary data, we analyzed structural changes in the diet of the Baikal seal during the period of significant changes in its population. The wide range of the Baikal seal's diet includes various species of fish and invertebrates and is an adaptation to a stochastic habitat. The growth of the seal population after the cessation of its commercial exploitation, as well as intensive fishing on Lake Baikal, have led to a decrease in the seal's food supply and a change in its diet. The transition to feeding on amphipods, mistakenly interpreted as a positive fact, in our opinion, indicates nutritional stress. The simplest calculations show that feeding on amphipods provides only about 10% of the seal's daily energy needs. With the current seal population of 160 thousand individuals, the annual food requirement is about 146 thousand tons, which is three quarters of the annual productivity of the lake. The restoration of valuable commercial fish stocks without regulating the Baikal seal population will slow down significantly.

Keywords: Baikal seal (*Pusa sibirica*), food composition, amphipods, nutritional stress.