

мониторе, был проведен впервые. Пассивная трансляция под воду фото- и видеосюжетов не приводит к длительному удержанию внимания животного, хотя как следует из работ Л. Хермана, и при пассивной демонстрации видеосюжетов под водой животное способно повторять необходимые двигательные акты для выполнения команды. Работа с подводным монитором в активном режиме обратной связи может использоваться не только с целью научных исследований, но и для обучения животного новым элементам двигательного поведения.

Авторы выражают благодарность и признательность Санкт-Петербургскому дельфинарию — всему тренерскому составу и штату сотрудников, а также лично директору Костову Игорю Евгеньевичу, за предоставленную возможность проведения научных исследований.

ter monitor was conducted for the first time. The passive broadcast of photo- and video images under water does not lead to long retention of attention of an animal. Though as it follows from the works of L. Herman, at the passive demonstration of picture shots under the water an animal is able to repeat necessary motion acts to fulfill a command. Work with an underwater monitor in an active feedback mode can be used not only for the purpose of scientific research, but also to teach an animal new elements of motor behavior.

The authors express gratitude and appreciation to the Saint Petersburg dolphinarium — all coaches and the whole staff, as well as personally to its Director Kostov Igor Evgenyevich for the provided opportunity of conducting a scientific research.

Список использованных источников / References

- Herman L. M. 2002. Vocal, social, and self-imitation by bottlenosed dolphins // In Imitation in animals and artifacts, ed. C. Nehaniv&K. Dautenhahn., Cambridge mamit Press. P. 63–108.
- Herman L. M., Morrel-Samuels P., Pack A. A. 1990. Bottlenosed dolphin and human recognition of veridical and degraded video displays of an artificial gestural language // Journal of experimental psychology: General 119. P. 215–230.
- Richards D. G., James P. W., Herman L. M. 1984. Vocal Mimicry of Computer-Generated Sounds and Vocal Labeling of Objects by a Bottlenosed Dolphin, *Tursiops truncatus* // Journal of Comparative Psychology, Vol. 98, № 1, pp.10–28.
- Иванов М. П. 2009. Изучение коммуникационного поведения дельфина: методика, двигательные и акустические показатели // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. Т 45 № 6 С.576–582.
- Фильм 1. <https://www.youtube.com/watch?v=awyjBhdUQ6g> (дата просмотра 19.05.2014).
- Фильм 2. <https://www.youtube.com/watch?v=D3MlZnuzE9A> (дата просмотра 19.05.2014).
- Фильм 3. <https://www.youtube.com/watch?v=et-xWsX9oNo> (дата просмотра 19.05.2014).
- Фильм 4. <http://www.youtube.com/watch?v=mA-ZJL593cE&feature=youtu.be> (дата просмотра 19.05.2014).

Пищевая экология косаток типа «С» в проливе Мак-Мердо, Антарктика: нужен ли косаткам клыкач?

Ейсерт Р.^{1,2}, Пинкертон М.Х.³, Торрес Л.⁴, Керри Р.Дж.С.⁵, Энсор П.Х.⁶, Овсяникова Е.Н.¹, Виссер И.Н.⁷

1. Gateway Antarctica, Кентерберийский Университет, Крайстчерч, Новая Зеландия
2. Смитсоновский Исследовательский Центр по Изучению Окружающей Среды (SERC), Эджуотер, Мэриленд 21037, США
3. Национальный Институт Водных и Атмосферных Исследований Лтд. (NIWA), Веллингтон, Новая Зеландия
4. Университет Штата Орегон, Ньюпорт, Орегон 97365, США
5. Министерство Первичных Индустрий (MPI), Веллингтон, Новая Зеландия
6. Balaena Research, Говернорс Бей RD1, Литтлтон 8971, Новая Зеландия
7. Orca Research Trust, Тутукака, Нортланд 0153, Новая Зеландия

Foraging ecology of 'Type C' killer whales in McMurdo Sound, Antarctica: Do killer whales need toothfish?

*R. Eisert^{1,2}, M.H. Pinkerton³, L. Torres⁴, R.J.C. Currey⁵, P.H. Ensor⁶, E.N. Ovsyanikova¹, I.N. Visser⁷ *presenting author

Author institutional affiliations:

1. Gateway Antarctica, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand
2. Smithsonian Environmental Research Center (SERC), Edgewater, MD 21037, USA
3. National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd (NIWA), Wellington, New Zealand.
4. Oregon State University, Newport, OR 97365, USA
5. Ministry for Primary Industries (MPI), Wellington, NZ
6. 33 Governors Bay-Teddington Road, Governors Bay, RD1 Lyttelton 8971, NZ
7. Orca Research Trust, P.O. Box 402043, Tutukaka, Northland, 0153, NZ

Косатки (*Orcinus orca* L.) в Южном океане делятся на четыре или более отличающиеся друг от друга формы, или экотипы. Эта классификация основана на различиях в морфологии, окраске, поведении, размере групп и пищевых предпочтениях (Pitman and Ensor 2003). Таксономический статус этих типов в данный момент обсуждается (Jefferson *et al.* 2011, De Bruyn *et al.* 2013). Первые исследования, описавшие разные типы косаток в Антарктике, были проведены российскими учеными, когда по материалам, собранным в ходе Советского китобойного промысла, они описали новый вид косатки *Orcinus glacialis*, характеризующийся мелкими размерами, более ранним достижением половозрелости, обильным обрастанием диатомовыми водорослями и пищевой специализацией в питании рыбой (Berzin and Vladimirov 1983). Несмотря на то, что *O. glacialis* очень напоминает косаток экотипа «С», самый мелкий и пагофильный из Антарктических типов, из описания, составленного Берзиным и Владимировым (1983), невозможно однозначно определить принадлежность к единственному экотипу (Pitman and Ensor 2003, Pitman *et al.* 2007). Ключевая отличительная характеристика косаток экотипа «С» (расположенное под углом заглазничное пятно) не была упомянута при описании вида советскими учеными, тогда как желтоватая окраска вследствие обрастания диатомовыми водорослями, которую они определяли, как основное отличие между видами, может также встречаться и у симпатрического типа «В», и в некоторых случаях не наблюдаться у типа «С».

Так как потенциальное наличие специализированного рыбоядного вида косаток может иметь существенное значение для природоохранного регулирования в море Росса, интерес к советским исследованиям возобновился. Наблюдения, собранные различными учеными в проливе Мак-Мердо и заливе Терра Нова в летние месяцы южного сезона (декабрь-февраль), показывают, что косатки экотипа С питаются рыбой, в частности, клыкачом (*Dissostichus mawsoni*), который является основным объектом рыболовного промысла в море Росса (Thomas *et al.* 1981, Wu and Mastro 2002, Lauriano *et al.* 2007, Ainley *et al.* 2009, Ainley and Ballard 2012, Eisert *et al.* 2014a). Наряду с тюленями Уэдделла (*Leptonychotes weddellii*), косатки экотипа «С» относятся к числу высших хищников, на которых может повлиять изъятие клыкача из экосистемы (Eisert *et al.* 2013, Torres *et al.* 2013). Тем не менее, еще очень многое неизвестно о рационе косаток типа «С», и нет данных о том, насколько они зависимы от наличия клыкача. В результате невозможно оценить риск, который изъятие клыкача представляет для косаток, или планировать природоохранные меры, такие как охрана важных местообитаний и районов нагула (Eisert *et al.* 2013, Torres *et al.* 2013). Для получения научных данных, которые могли бы помочь в выработке мер по охране высших хищников, мы инициировали создание научной программы по изучению пищевой экологии косаток экотипа С в проливе Мак-Мердо при поддержке Новозеландской Антарктиче-

Killer whales (*Orcinus orca*) in the Southern Ocean are classified into four or more distinct forms or ecotypes based on size, morphology, colouration, group size, behaviour, and prey preferences (Pitman & Ensor 2003). The taxonomic status of these ecotypes is currently a matter of debate (Jefferson *et al.* 2011, de Bruyn *et al.* 2013). Pioneering research by Russian scientists based on material collected during the Soviet whaling expeditions to Antarctica resulted in the description of a new species of killer whale, *Orcinus glacialis*, characterised by small size, early physical maturity, heavy diatom infestation, and dietary specialisation on fish (Berzin & Vladimirov 1983). While there is overlap between *Orcinus glacialis* and the Antarctic 'Type-C' killer whale (TCKW), the smallest and most pagophilic of the Southern Ocean killer whale types (Pitman & Ensor 2003, Pitman *et al.* 2007), the description provided by Berzin & Vladimirov (1983) cannot be unambiguously reconciled with a single ecotype. A key characteristic of TCKW (angled postocular patches) was not included in the description, while the primary characteristics used to distinguish fish-eating *Orcinus glacialis* from other killer whales, yellow colour from diatom overgrowth and small adult size, may equally apply to the sympatric type B killer whale; TCKW may also be completely free of visible diatoms.

There is renewed motivation to pay attention to the scientific findings of Berzin & Vladimirov (1983), as the existence of new killer whale species with a dietary specialisation on fish could have strong conservation implications for the Ross Sea ecosystem. Observations made in McMurdo Sound and Terra Nova Bay during the austral summer season (Dec — Feb) indicate that TCKW prey on fish, including Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*), which is targeted in a fishery operating in the Ross Sea region (Thomas *et al.* 1981, Wu & Mastro 2004, Lauriano *et al.* 2007, Ainley *et al.* 2009, Ainley & Ballard 2012, Eisert *et al.* 2014a). Together with Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*), TCKW have been identified as the top predators most likely to be directly affected by the removal of Antarctic toothfish (Torres *et al.* 2013, Eisert *et al.* 2013). However, there is very little concrete information about the diet of TCKW, and we do not know whether toothfish is a necessary or expendable prey item for TCKW. As a result, it is not possible to assess the risk posed by the fishery to TCKW and other marine mammals, or to develop plans for mitigating potential risk, such as the protection of key foraging habitats (Torres *et al.* 2013, Eisert *et al.* 2014b). To obtain data that may provide a scientific basis for conservation of TCKW and other top predators, we

ской программы. В течение первого сезона наблюдений кормодобывающая активность косаток была отмечена в пяти из восьми пролетов на вертолете. В трех случаях добыча была идентифицирована как клыкач. Потребление иной добычи, кроме рыбы, косатками экотипа «С» отмечено не было (Eisert *et al.* 2014a). В то же время были зарегистрированы нападения косаток экотипа «В» (плотоядных) на тюленей и пингвинов, что позволяет предположить, что наблюдаемая пищевая специализация по отношению к рыбе для косаток типа «С» не является следствием недостатка доступной добычи или невозможностью наблюдать охоту исследователями. В то время как возможность питания косатками типа «С» другими видами добычи, такими как пингвины и тюлени, не исключена, особенно в отличие от летнего время года, исследования косаток Северного полушария показывают, что рыбацкие популяции не употребляют в пищу не-рыбных видов (Ford and Ellis 2006). Таким образом, неизвестно, переключаются ли косатки экотипа «С» на теплокровные виды добычи (млекопитающих и птиц).

Другим существенным наблюдением 2013–2014 сезона была частота встречаемости групп косаток экотипа «С» с маленькими детенышами, вероятно, сосункового возраста (Eisert *et al.* 2014a). Как и другие зубатые киты, косатки не используют запасы для покрытия усиленного расхода энергии в период размножения, а увеличивают количество поступающей энергии (Oftedal 1997, Eisert *et al.* 2014b). Самки косаток вынуждены увеличивать поступление энергии, чтобы компенсировать увеличенный расход на беременность и кормление, а также на помощь детенышу в передвижении (Weihs 2004, Williams and Noren 2009). Вследствие этого доступность обильной и богатой энергией пищи принципиально важна для успешного размножения косаток (Oftedal 1997, Eisert *et al.* 2014b). Чтобы понять, насколько эта потребность в энергии влияет на экологию косаток, мы рассчитали энергетический расход взрослой косатки типа «С» в период яловости, поздней беременности и кормления (только производство молока). Сравнение потенциального расхода энергии с энергетической насыщенностью видов рыб, обитающих в море Росса, показало, что иные виды рыб, кроме клыкача, не обладают достаточным количеством энергии для поддержания метаболизма косаток в период лактации. Наши расчеты представляют собой минимально возможные показатели, потому что мы не учитывали расход энергии на передвижение с детенышем, поиск, преследование и добывание корма (вылов на усилие, и, кроме того, допускали неограниченную доступность кормовых ресурсов).

Если кормящим самкам косаток необходим клыкач для поддержания дополнительных энергетических затрат на размножение на выкармливание, выращивание детенышей, это подразумевает сильную трофическую

initiated a research programme on the foraging ecology of TCKW in McMurdo Sound, Antarctica, supported by the New Zealand Antarctic Programme. During our first research season, feeding by TCKW was recorded during 5 of 8 helicopter flights carried out during late January 2014. For 3 of these observations, the prey was identifiable as toothfish parts; no consumption of non-fish prey by TCKW was detected (Eisert *et al.* 2014a). By contrast, both attempted and successful predation on seals and penguins by type B killer whales (TBKW) was observed in McMurdo Sound, suggesting that the observed dietary preference for fish in TCKW was not the result of lack of availability, or of failure to detect attacks on, non-fish prey. While it cannot be ruled out that TCKW feed on marine mammals and birds, particularly outside the Dec-Feb period, observations on Northern Hemisphere killer whales suggest that populations specialising on fish do not take non-fish prey (Ford & Ellis 2006). It is therefore unknown whether TCKW may switch to endotherm (bird or mammal) prey.

Another significant observation during the 2013–14 research season was the high frequency of TCKW groups with small and presumably suckling calves (Eisert *et al.* 2014a). As odontocetes, killer whales are income breeders, *i.e.*, they support the additional energy cost of reproduction by increasing food intake (Oftedal 1997). Female killer whales not only face the significant additional energy expenditure associated with gestation and lactation, but also by providing swimming assistance to their calves through drafting (Weihs 2004, Williams & Noren 2009). As a consequence, access to abundant and energy-dense prey is likely to be necessary for successful reproduction in killer whales (Oftedal 1997, Eisert *et al.* 2014b). To understand how this constraint may shape killer whale foraging ecology in the Ross Sea, we calculated energy expenditures of adult TCKW during maintenance, late-stage gestation, and lactation (milk production only). A comparison of energy expenditure with energy densities of fish prey common in the Ross Sea indicates that available fish other than toothfish are insufficient to support the increased energetic costs of lactation. Because we did not include the energy cost of drafting, or of finding, pursuing, catching and handling prey (catch per unit effort, CPUE), and further assumed unlimited availability of prey, our estimates presents minimal values and may considerably underestimate the actual constraints on prey quality for killer whales.

If lactating TCKW need toothfish to support the additional cost of reproduction, this implies a strong trophic dependency on this prey species even if it is limited to a relatively brief period of the year, as insufficient nutrition during the critical first six months postpartum may compromise calf vitality and survival. Given that toothfish

зависимость от этого вида добычи, даже если это применимо только к ограниченному по времени интервалу, так как недостаточное питание в первые шесть месяцев может критически сказаться на выживаемости и состоянии детеныша. Так как клыкач является единственным видом рыбы, по своим размерным, энергетическим и жировым показателям способным поддерживать косаток в период размножения и роста детенышей, сокращение его доступности в период лактации может являться существенным риском для косаток. Для оценки потребностей косаток эко-типа «С» в клыкаче по отношению к коммерческому рыболовству в море Росса, нам необходимо знать больше о численности популяции косаток в регионе, а также о ключевых местах их обитания и добывания корма по отношению к ледовому покрытию и глубинному распределению.

Наш предварительный анализ пищевой экологии косаток моря Росса не только показывает необходимость дальнейших исследований этой проблемы, но и демонстрирует на примере косаток эко-типа «С», что не только количество, но состав добычи может иметь существенное влияние для сохранения вида. Кроме того, он выявляет необходимость рассмотрения трофической зависимости в ограниченный по времени, но ключевой по значению период жизни, во время которого энергетические затраты высоки.

stands out as the only fish prey of sufficient size, energy density, and fat content in the Ross Sea suitable for supporting reproduction and calf growth, there is a probable risk to TCKW if there was a reduction in the availability of toothfish during the lactation period. To estimate the requirements of TCKW for toothfish relative to current fishing activity in the Ross Sea region, we need to have accurate abundance estimates for TCKW and better information on where TCKW forage (spatially, in relation to ice cover, and at what depth).

Our preliminary analysis of the foraging ecology of Ross Sea killer whales not only highlights important research needs for TCKW; the example of TCKW also demonstrates that prey quality, not just quantity, may have significant conservation implications, and the importance of considering potential trophic dependencies during critical (potentially limiting) life history stages characterised by a high energy demand.

Список использованных источников / References

- Ainley, D. G. and G. Ballard. 2012. Trophic interactions and population trends of Killer whales (*Orcinus orca*) in the Southern Ross Sea. *Aquatic Mammals*, 38 (2), 153–160.
- Ainley, D. G., G. Ballard and S. Olmastroni. 2009. An apparent decrease in the prevalence of «Ross Sea Killer Whales» in the Southern Ross Sea. 35, 334–346.
- Berzin, A. A. and V. L. Vladimirov. 1983. A new species of Killer whale (Cetacea, Delphinidae) from Antarctic waters [Новый вид косатки (Cetacea, Delphinidae) из вод Антарктики]. *Zoologicheskii Zhurnal*, 62, 287–295.
- De Bruyn, P. J. N., C. A. Tosh and A. Terauds. 2013. Killer whale ecotypes: is there a global model? *Biological Reviews*, 88 (1), 62–80.
- Eisert, R., P. H. Ensor and R. J. C. Currey. 2014a. Killer whale studies, McMurdo Sound, Ross Sea, Antarctica, Jan-Feb 2014. SC/65b/SM06. 66th meeting of the International Whaling Commission Scientific Committee, Bled, Slovenia.
- Eisert, R., M. H. Pinkerton, S. D. Newsome and O. T. Oftedal. 2013. A critical re-examination of the evidence for a possible dependence of Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) on Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) in the Ross Sea, Antarctica [WG-EMM-13/28].
- Eisert, R., M. H. Pinkerton, L. Torres, *et al.* 2014b. Update on the Top Predator Alliance project, 2013–14 season: Killer whales. (Vol. WG-EMM-14/XX).
- Ford, J. K. and G. Ellis. 2006. Selective foraging by fish-eating killer whales *Orcinus orca* in British Columbia. *Marine Ecology Progress Series*, 316, 185–199.
- Jefferson, T. A., M. Webber and R. Pitman. 2011. *Marine Mammals of the World: A comprehensive guide to their identification* (2nd ed.). Academic Press.
- Lauriano, G., C. M. Fortuna and M. Vacchi. 2007. Observation of Killer whale (*Orcinus orca*) possibly eating penguins in Terra Nova Bay, Antarctica. *Antarctic Science*, 19 (01), 95–96.
- Oftedal, O. T. 1997. Lactation in whales and dolphins: Evidence of divergence between baleen- and toothed-species.. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*, 2, 205–230.
- Pitman, R. L. and P. Ensor. 2003. Three forms of Killer whales (*Orcinus orca*) in Antarctic waters. *Journal of Cetacean Research and Management*, 5 (2), 131–139.
- Pitman, R. L., W. L. Perryman, D. Leroi and E. Eilers. 2007. A dwarf form of killer whale in Antarctica. *Journal of Mammalogy*, 88 (1), 43–48.

Список использованных источников / References

- Thomas, J. A., S. Leatherwood, W.E. Evans, J.R. Jehl and F.T. Awbrey. 1981. Ross Sea killer whale distribution, behavior, color pattern, and vocalizations. *US Antarctic Journal*, 16, 157–158.
- Torres, L., M. H. Pinkerton, R. Pitman, J. Durban and R. Eisert. 2013. To what extent do Type C Killer whales (*Orcinus orca*) feed on Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) in the Ross Sea, Antarctica? Working Group on Ecosystem Monitoring and Management CCAMLR.
- Weihs, D. 2004. The hydrodynamics of dolphin drafting. *J. Biol.*, 3:8 <http://jbiol.com/content/3/2/8>
- Williams, R. and D. P. Noren. 2009. Swimming speed, respiration rate, and estimated cost of transport in adult killer whales. *Marine Mammal Science*, 25, 327–350.
- Wu, N. and J. Mastro. 2002. Under Antarctic Ice: the photographs of Norbert Wu. California, Los Angeles, USA: University of California Press.

К вопросу об индикаторах физиологического состояния морских млекопитающих: сорбционная способность эритроцитов

Ерохина И.А.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

To a question on indicators of a marine mammals physiological state: sorption capacity of erythrocytes

Yerokhina I.A.

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

Физиолого-биохимические параметры крови широко используются в диагностике различных отклонений в состоянии здоровья животных. При этом до сих пор вопрос о наборе применяемых показателей не утратил своей актуальности. Известна концепция комплексности тестов (Кожевникова и др. 1994), суть которой состоит в создании такой системы, в которой изменение каждого показателя было бы логически, исходя из современных представлений о схеме метаболических путей, связано с теоретически ожидаемым изменением других показателей. Учитывая определенные ограничения исследований морских млекопитающих, обусловленные особенностями их биологии, очевидно, проблематично в ближайшие годы создать систему тестов из более, чем 100 показателей (именно на такие цифры ориентируются авторы вышеупомянутой концепции). Обычно используют до 30 гематологических и биохимических показателей. Биохимические методы диагностики заболеваний морских зверей в океанариумах, на наш взгляд, могут и должны применяться как профилактические мероприятия и укладываться в схему диспансеризации животных. В связи с этим традиционный набор изучаемых показателей основных видов обмена веществ следует расширять за счет неспецифических тестов состояния здоровья животных, с помощью которых можно обнаружить заболевание на той стадии, когда еще не выражены внешние симптомы. Нам представляется, что для создания стройной системы оценки состояния здоровья животных следует охарактеризовать как можно больше различных физиологических показателей в их взаимосвязи, и наиболее четкие и однозначные предлагать в качестве критериев оценки.

Physiological and biochemical parameters of blood are widely used in diagnosis of different deviations in animals' state of health. Moreover, the issue on the set of applied indices remains acute. Well known is the concept of complexity of tests (Kozhevnikova et al.), the essence of which is creation of the system in which the change in one index shall be logically related to theoretically expected change in other indices, based on modern ideas on the scheme of metabolic pathways. Taking into consideration certain restrictions in the studies of marine mammals caused by peculiarities of their biology, it is obvious that creation of the system of tests with more than 100 indices (these are the figures that the authors of the said concept are guided by) is problematic nowadays. Usually up to 30 hematological and biochemical indices are used. Biochemical methods of diagnosis of diseases of marine animals in oceanariums, in our opinion, can and shall be applied as preventive measures and included into the scheme of animals' health survey. Therefore, traditional set of the studied indices of the main metabolism types should be expanded by non-specific tests of animals' state of health, by means of which it is possible to detect a disease at the stage when external symptoms are not manifested yet. In our view, in order to create a structured system of evaluation of animals' health state it is necessary to describe as many different physiological indices in their correlation as possible, and to offer the most accurate and unambiguous as criteria for evaluation.