

Крюкова Н.В.^{1,2}, Антипин М.А.^{1,3}, Бурканов В.Н.^{1,4}

Использование квадрокоптера для поиска и осмотра ледовых залёжек тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus*) в Чукотском море

1. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН (КФ ТИГ ДВО РАН), Петропавловск-Камчатский, Россия
2. Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва, Россия
3. Национальный парк «Берингия», Provideniya, Чукотка, Россия
4. Лаборатория морских млекопитающих Аляскинского рыбохозяйственного научного центра, NOAA, США

Kryukova N.V.^{1,2}, Antipin M.A.^{1,3}, Burkanov V.N.^{1,4}

Using a quadcopter to search and observe sea-ice haulouts of Pacific walrus (*Odobenus rosmarus*) in the Chukchi Sea

1. Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
3. Beringia National Park, Provideniya, Russia
4. Marine Mammal Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, NOAA, Seattle, USA

DOI: 10.35267/978-5-9904294-8-2-2023-184-189

В настоящее время беспилотные летательные аппараты широко используются для исследования морских млекопитающих, поскольку они позволяют достигать удалённых районов и наблюдать за животными, не влияя на их поведение (Fiori et al., 2017; Smith et al., 2016). Нами была апробирована методика наблюдения за моржами на береговых лежбищах с помощью квадрокоптера (КК) (Крюкова и др., 2019; Переверзев и др., 2020) и были определены оптимальные высоты для учёта их на берегу. В данной работе мы представляем результаты наблюдения с помощью КК за моржами в ледовых залёжках.

Во время рейса НИС «Профессор Мультиановский» в Чукотском море с 2 июня по 2 июля 2017 г. впервые применили квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro для поиска и осмотра моржей в ледовых залёжках. Полёты проводились в российской части Чукотского моря – 3, 5, 6 и 15 июня. Всего совершено 20 полётов, снято более 3 часов видео и 323 фотографии. Во время полётов использовали пропеллеры двух видов – чёрные, повышенной жёсткости (карбоновые) и белые стандартные (в комплекте). Мы регистрировали удалённость группы моржей от судна, освещённость, наличие тумана, высоту, на которой моржи проявляли первые признаки беспокойства (резкий подъём, попытки уйти в воду). Регистрировали размер групп моржей, плотность льда, а также половозрастной состав залёжек. Пол и возраст

Unmanned aerial vehicles (UAV) are now widely used for studying marine mammals because they allow researchers to access remote areas and observe animals without affecting their behavior (Fiori et al. 2017; Smith et al. 2016). Previously, we tested the methodology for observing walrus at coastal haulouts using a quadcopter (QC) (Kryukova et al. 2019; Pereverzev et al. 2020) and determined the optimum altitudes for surveying them on shore. This paper provides the results of a UAV-based observation of walrus at their sea-ice haulouts.

During the cruise aboard the R/V Professor Multanovskiy to the Chukchi Sea from 2 June to 2 July 2017, we used for the first time a DJI Phantom 4 Pro QC to search and observe walrus hauling out on ice. The flights were carried out in the Russian part of the Chukchi Sea on June 3, 5, 6, and 15. A total of 20 flights were made, with more than 3 hours of video footage recorded and 323 photographs taken. During the flights, we used two types of propellers: durable black (carbon fiber) and standard white (included in the purchase kit). We estimated the distance to a group of walrus from the vessel, the light condition, the presence of fog, and the altitude at which walrus showed the first signs of anxiety (stampede and attempts to escape into the water). The size of walrus groups, sea ice density, as well as the sex and age

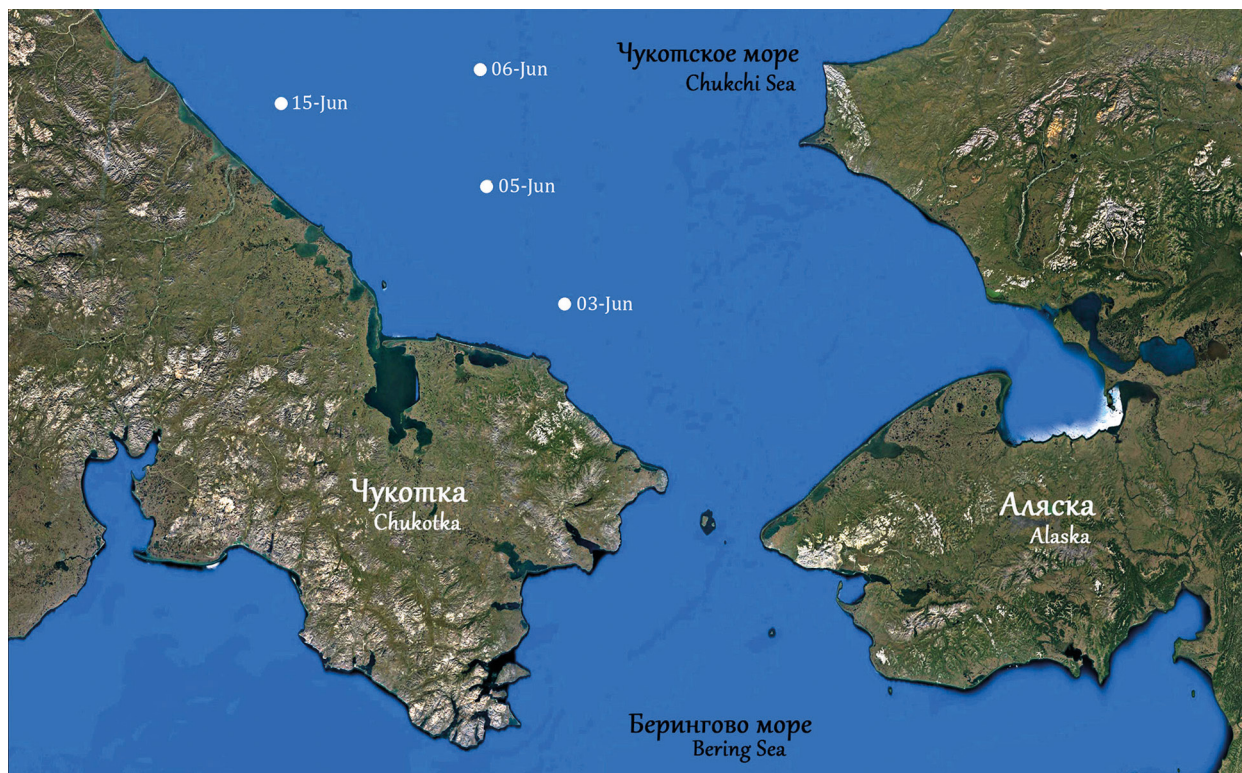


Рисунок 1. Карта района исследования. Точки – места облётов ледовых залежек моржей.
 Figure 1. Map of the investigation area. Points – areas of flights over walrus sea-ice haulouts.

определяли по соотношению ширины морды к длине клыков (Fay, Kelly, 1989). Полёты проводились вне зависимости от времени суток (белые ночи) на высоте 100 м и ниже. Районы полётов были выбраны случайным образом – во время дрейфа и малого хода судна (Рис. 1).

Моржи отдыхали преимущественно на битом спрессованном льду в глубине от его кромки. Все группы моржей располагались на расстоянии от 100 до 900 м от судна, в среднем – 400 м. Осмотрено 39 групп моржей разного пола и возраста, численностью от 2 до 136 особей, всего 418 особей. В составе ледовых залежек преобладали самки с детёнышами молочного возраста 74% (n=223) среди особей, чей пол и возраст удалось определить (n=303) (Табл.). Также в составе залежек 15 июня были идентифицированы беременные самки на позднем сроке беременности в трёх группах.

Четыре дня полётов имели разный уровень освещённости: 3 июня – солнечно, 5 июня слабая (сумерки, отсутствует солнечное освещение), 6 июня – солнце близко к горизонту (угловое освещение), 15 июня – облачно,

structure of haulouts were recorded. Sex and age were identified on the basis of the ratio of snout width to tusk length (Fay, Kelly 1989). The flights were carried out at an altitude of 100 m and below regardless of the time of the day (due to the white nights). The flight areas were selected randomly during drift and low speed of the vessel (Fig. 1).

Walrus were resting mainly on small floes in the field of broken, compact sea ice far from the field edge. All of the walrus groups were at a distance of 100 to 900 m from the vessel, with an average of 400 m. We examined 39 groups consisting of from 2 to 136 walrus of different sexes and ages, with a total of 418 individuals. The sea-ice haulouts were dominated by females with suckling calves (74%, n = 223) (Table) from 303 examined animals. On June 15, pregnant females in late gestation were identified in three groups on ice.

The four days of flights had different levels of light: June 3 was sunny; on June 5, light was low (twilight, no sunlight); on June 6, the sun was close to the horizon

Таблица 1. Половозрастной состав ледовых залёжек моржей

Table 1. Sex and age structure of walrus sea-ice haulouts

Дата / Date	Кол-во групп (особей) / Number of groups (individuals)	♂♂	♀♀	0-2 года / 0-2 years of age	3-5 лет / 3-5 years of age	Неизвестно / Unknown
03.06.2017	1 (3)	3	0	0	0	0
05.06.2017	7 (181)	7	67	66	4	37
06.06.2017	4 (73)	55	7	7	3	1
15.06.2017	27 (161)	3	42	34	5	77
Всего / Total	39 (418)	68	116	107	12	115

слабый туман. Самая ранняя реакция моржей (смешанная группа из 24 особей) на шум КК была зарегистрирована на высоте около 100 м 15 июня при использовании чёрных пропеллеров (Рис. 2).

В данной ситуации, по всей видимости, сыграло роль 2 фактора – погода и вид пропеллеров. При тумане воздушная среда становится плотнее и звуки передаются быстрее и дальше. Чёрные пропеллеры давали свистящий звук высокого тона по сравнению с белыми, т. е. оказались более шумными. Вероятно, оба фактора повлияли на более высокий порог слышимости моржей.

Самки с детёнышами реагировали на шум КК раньше, чем самцы. Так, например, 6 июня при обследовании ледовой залёжки моржей, состоящей из двух частей – 47 взрослых самцов и смешанной группы самок с детёнышами и подростками (17 особей), располагавшихся на одной льдине, отмечалась разная реакция на КК. При снижении КК на высоту 15-20 м смешанная группа сошла в воду, а самцы только подняли головы, но в воду так и не сошли.

Для сравнения, на береговых лежбищах моржей в смешанной залёжке на о-ве Колочин минимальная высота составляла – 20 м, на Инчоунском самцовом лежбище – 22 м (Крюкова и др., 2019; Переверзев и др., 2020). И при этом отсутствовало проявление беспокойства моржей (подъём головы, сход моржей в воду). Низкий фоновый природный шум (крики птиц, ветер и шелест прибойной волны) во льдах, вероятно, был причиной более высокой чувствительности моржей к шуму КК, чем это наблюдалось в районах береговых лежбищ.

(side angle light); June 15 was cloudy, with light fog. The earliest reaction of walruses (in a mixed group of 24 individuals) to the noise of the QC with black propellers was recorded at an altitude of about 100 m on June 15 (Fig. 2).

In this situation two factors apparently had effects: weather, and the type of propellers. In fog, the air environment becomes denser and sounds travel faster and farther. Black propellers produced a higher pitched whistling sound compared to white propellers, i.e. they turned out to be noisier, which probably also explains the higher hearing threshold of walruses.

Females with calves reacted to the QC noise earlier than males. For example, the walruses observed on June 6 at a haulout on a single floe, consisting of 47 adult males and a mixed group of females with calves and juveniles (17 individuals), showed different reactions to the QC. As the QC descended to an altitude of 15–20 m, the mixed group escaped into the water, while the males merely raised their heads and stayed on the floe.

For comparison, at the mixed coastal walrus haulout on Kolyuchin Island, the minimum altitude was 20 m; at the Inchoun male haulout site, 22 m (Kryukova et al. 2019; Pereverzev et al. 2020). In those cases, walruses did not show signs of anxiety (head raising, stampede into the water). The low natural, background noises (bird calls, wind, and wave rustling) in fields of sea ice probably explain the walruses' higher sensitivity to the QC noise than that observed at the sites of coastal haulouts (Kryukova et al. 2019; Pereverzev et al. 2020).



Рисунок 2. Авиаснимок ледовой залёжки моржей, снятый с высоты 100 м (15 июня) (автор фото М.А. Антипин)

Figure 2. Aerial photograph of a walrus sea-ice haulout taken from an altitude of 100 m (June 15) (photo by M.A. Antipin)

Минимальная высота полёта над моржами (самцы) – 3 м (Рис. 3), при которой моржи оглядывались в поисках источника шума, но в воду не сходили. Однако продолжительный шум (в течение нескольких минут) заставляет животных покинуть льдину. В среднем, высота полёта, при которой моржи в смешанной залёжке проявляли первые признаки беспокойства и покидали льдину – 40 м (обычно в пределах 30–60 м).

Продолжительность поиска залёжек моржей зависела от освещения, структуры окружающих льдов и личного опыта пилота. Так, в битом грязном льду при слабом освещении (15 июня) поиски занимали больше времени (13 вместо 1–2 минут) из-за пёстрой разнородности среды, на которой моржи плохо заметны. Кроме того, в период наблюдений происходил распад льдов и из-за этого часто стоял туман, от которого снижалась видимость и происходило запотевание камеры и обледенение винтов.

Трижды при взлёте и посадке КК на судне происходили аварии. Их причина связана с подвижностью судна,

The minimum altitude of flight above walrus (males) was 3 m (Fig. 3), at which walrus were looking around in search of the source of the noise but did not go into the water. However, a longer duration of noise (for several minutes) made animals leave the ice floe. On average, the flight altitude at which walrus showed the first signs of anxiety and left the floe was 40 m (usually within 30–60 m).

The duration of search for walrus haulouts depended on the light conditions, the structure of the surrounding sea ice, and the pilot's personal skill. For example, in broken dirty ice under low light (June 15), searches took longer (13 mins vs. 1–2 mins) due to the variegated and heterogeneous background, against which walrus were poorly visible. Furthermore, sea ice disintegration during the observation period resulted in frequent fogs, which reduced visibility and caused condensation in the camera, and icing of the propellers.

Accidents during take-off and landing of the QC aboard the vessel occurred three times. They were



Рисунок 3. Авиаснимок залёжки моржей, снятый с высоты 3 м (3 июня). Самцы не проявляли признаков беспокойства на шум квадрокоптера (автор фото М.А. Антипин)

Figure 3. Aerial photograph of a walrus sea-ice haulout taken from an altitude of 3 m (June 3). Males did not show signs of anxiety in response to the noise from the quadcopter (photo by M.A. Antipin)

т. к. даже если судно не идёт, оно заметно дрейфует за счёт течения или волны. В то время, как КК имеет фиксированную точку зависания в воздухе. Кроме того, большое количество антенн, работа радара, а также другие препятствия на верхней палубе судна создавали физический барьер и мешали передаче сигнала от пульта управления, создавая задержку реагирования КК на команды пилота.

Несмотря на некоторые технические трудности, квадрокоптер явился полезным инструментом для осмотра залёжек моржей, особенно в районах плотного скопления льда, куда судну было трудно пройти. Видеосъёмка с КК позволила оценить количество и половозрастной состав моржей в глубине ледовых полей. На основе нашего опыта мы предлагаем следующие рекомендации по полётам над ледовыми залёжками моржей:

1. - для снижения уровня шума КК использовать белые стандартные пропеллеры;
2. - для обеспечения бесперебойной работы КК желательнее выключать радар на время работы КК, а его запуск проводить с рук у края боковой части судна;

associated with the mobility of the vessel, because, even if the vessel was not moving, it drifted noticeably due to currents or waves, while the QC had a fixed hovering point in the air. Further, the large number of antennas, the operating radar, and other structures on the upper deck of the vessel created physical obstacles and interfered with the signals transmitted from the control panel, creating a delay in the QC's response to the pilot's commands.

Despite some technical difficulties, the QC proved to be a useful tool for observing haulouts, especially in areas of dense ice aggregations through which the vessel moved with difficulty. The video footage from the QC made it possible to estimate the number and the age and sex structure of the walrus haulouts deep in ice fields. Based on our experience, we recommend the following for QC flights over sea-ice haulouts of walrus:

1. Use the white standard propellers to reduce the noise level from QC;
2. To ensure uninterrupted operation of the QC, it is advisable to turn off the radar during a QC mission; the QC should be hand-launched at the edge of the port/starboard side of the vessel;

3. - полёт к моржам проводить с высоты 100 м, с последующим плавным снижением;
4. - для определения пола и возраста моржей в составе ледовых залёжек проводить видеозапись с боковых позиций (под углом).

3. Approach walruses by descending gently from an altitude of 100 m;
4. To identify sex and age of walruses at sea-ice haulouts, they should be filmed from a side angle.

Список использованных источников / References

Крюкова Н.В., Крупин И.Л., Бурканов В.Н. 2019. Результаты наблюдений за моржом (*Odobenus rosmarus*) на лежбище в районе мыса Инчоун (Чукотское море) в 2017 г. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. X междунар. конф., М.: СММ, 1:154-162. DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-154-162 [Kryukova N.V., Krupin I.L., Burkanov V.N. 2019. Pacific Walrus (*Odobenus rosmarus*) Survey Results near Cape Inchoun (Chukchi Sea) Haulout, 2017. In: Marine Mammals of the Holarctic: Proceedings of the X International Conference, Moscow: MMC, 1: 154-162].

Переверзев А.А., Шевелёв А.И., Крюкова Н.В., Бурканов В.Н. 2020. Наблюдения за тихоокеанским моржом (*Odobenus rosmarus*) в районе острова Колючин (Чукотское море) в 2017 г. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. X междунар. конф., М.: СММ, 2:123-131. DOI: 10.35267/978-5-9904294-7-5-2020-1-123-131 [Pereverzev A.A., Shevelev A.I., Kryukova N.V., Burkanov V.N. 2020. Observations of Pacific Walruses (*Odobenus rosmarus*) in the Area of Kolyuchin Island, Chukchi Sea in 2017. In: Marine Mammals of the Holarctic: Proceedings of the X International Conference, Moscow: MMC, 1: 123-131].

Fay F.H., Kelly B.P. 1989. Development of a Method for Monitoring the Productivity, Survivorship, and Recruitment of the Pacific Walrus Population. In: Final Report, OCSEAP Study MMS 89-0012. Anchorage, AK: Minerals Management Service, p. 51.

Fiori L., Doshi A., Martinez E., Orams M.B., Bollard-Breen B. 2017. The Use of Unmanned Aerial Systems in Marine Mammal Research. Remote Sensing, 9(6): p. 543. <https://doi.org/10.3390/rs9060543>

Smith C., Sykora-Bodie S., Bloodworth B., Pack S., Spradlin T., LeBoeuf N. 2016. Assessment of Known Impacts of Unmanned Aerial Systems (UAS) on Marine Mammals: Data Gaps and Recommendations for Researchers in the United States. Journal of Unmanned Vehicle Systems, 4(1): pp. 31-44.

Кыдырманов А.И., Карамендин К.О., Касымбеков Е.Т.

Изучение вирома каспийских тюленей (*Pusa caspica*)

НПЦ Микробиологии и вирусологии, Алматы, Казахстан

Kydyrmanov A.I., Karamendin K.O., Kasymbekov E.T.

Study of the Caspian seal (*Pusa caspica*) Virome

Research and Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan

DOI: 10.35267/978-5-9904294-8-2-2023-189-193

Введение. С повсеместным развитием геномных технологий расширяются наши знания о разнообразии патогенов морских млекопитающих. Метагеномный мониторинг позволяет выявлять новые вирусы без

Introduction. With the ubiquitous development of genomic technologies, our knowledge of the diversity of pathogens in marine mammals is expanding. Metagenomic monitoring allows detection of new vi-