

Использование малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при учёте нерестилищ тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* в Ольской лагуне Тауйской губы Охотского моря

DOI

Кандидат биологических наук
Метелёв Е.А. – Руководитель
Магаданского филиала ФГБНУ
«ВНИРО» («МагаданНИРО»)

Доктор биологических наук,
доцент **Смирнов А.А.** – главный
научный сотрудник Отдела
морских рыб Дальнего
Востока Всероссийского
научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и
океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»);
профессор лаборатории точных
и естественных наук Северо-
Восточного государственного
университета (СВГУ)

А.М. Панфилов – ведущий
специалист Лаборатории
морских рыбных, прибрежных
биоресурсов и мониторинга
промысла водных биологических
объектов;

А.Д. Абаев – главный специалист
Лаборатории промысловых
беспозвоночных;

Е.А. Фомин – ведущий специалист
Лаборатории промысловых
беспозвоночных

В.Г. Григоров – заместитель
руководителя филиала –

Магаданский филиал ФГБНУ
«ВНИРО» («МагаданНИРО»)

@ evgeniy_metelyov@mail.ru;
andrsmir@mail.ru;
cotovasy@mail.ru;
lrb@magadanniro.ru;
vgg@magadanniro.ru

Фотографии к статье:
Е.А. Метелёв

THE USAGE OF SMALL UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS) WHILE ACCOUNTING THE SPAWNING GROUNDS OF THE PACIFIC HERRING *CLUPEA PALLASII* IN THE OLSKAYA LAGOON OF THE TAUYSKAYA BAY OF THE SEA OF OKHOTSK

Candidate of Biological Sciences **E.A. Metelev** – Head of the Magadan Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution (MagadanNIRO)
Doctor of Biological Sciences, Associate Professor **A.A. Smirnov** – Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Laboratory of Exact and Natural Sciences of the North-Eastern State University (SVSU)

A.M. Panfilov – leading specialist of the Laboratory of Marine Fish, Coastal Biological Resources and monitoring of fishing of aquatic biological objects;

A.D. Abaev – Chief Specialist of the Laboratory of Commercial Invertebrates;

E.A. Fomin – Leading specialist of the Laboratory commercial invertebrates

V.G. Grigorov – Deputy Head of the branch –

Magadan branch of FGBNU "VNIRO" ("MagadanNIRO")

The use of MagadanNIRO small unmanned aerial vehicles (UAVs) is considered when taking into account the spawning grounds of Pacific herring in the Olskaya lagoon of the Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk. The effectiveness of the UAV operation on spawning grounds located within the accessibility of vehicles and in favorable weather conditions is evaluated.

Ключевые слова:

Охотское море, Тауйская губа, Ольская лагуна, сельдь, нерестилища, беспилотные летательные аппараты (БПЛА)

Keywords:

Okhotsk Sea, Tauiskaya Bay, Olskaya lagoon, herring, spawning grounds, unmanned aerial vehicles (UAV)

В северной части Охотского моря обитают две крупные группировки тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*: охотская (на северо-западе) и гижигинско-камчатская (на северо-востоке) [1; 2; 3].

Нерестилища этих сельдей расположены в прибрежье. Сельдь предпочитает нереститься в защищенных участках акватории, с глубинами, преимущественно, до 10 м [4]. По нашим данным, в рассматриваемом районе в отдельные годы нерест сельди отмечен и на глубинах 10-15 метров.

В качестве нерестового субстрата североохотоморские сельди выбирают растительный субстрат [5; 6].

Сельди, населяющие северную часть Охотского моря, в настоящее время по численности и биомассе занимают первое место среди дальневосточных сельдей и являются значимым промысловым объектом [7; 8].

Магаданский филиал Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии («МагаданНИРО») ежегодно, с благоприятностью два года, готовит прогнозы годового объема ОДУ (общего допустимого улова) сельдей северной части Охотского моря. Основой для такого прогноза являются данные о величине нерестового запаса (количество подошедших на нерестилища

Рассматривается использование «МагаданНИРО» малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при учёте нерестилищ тихоокеанской сельди в Ольской лагуне Тауйской губы Охотского моря. Оценивается эффективность работы БПЛА на нерестилищах, расположенных в пределах доступности автотранспорта и в благоприятных погодных условиях.



Рисунок 1. Район проведения работ – Ольская лагуна Тауйской губы Охотского моря

Figure 1. The area of work is the Ol'skaya lagoon of the Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk



Рисунок 2. Район проведения работ и места запуска (взлета) БПЛА в мае 2022 года

Figure 2. The area of work and the place of launch (take-off) of the UAV in May 2022

производителей сельди), которые традиционно получают в результате выполнения икорной водолазной съемки нерестилищ, а также авиаучета производителей в прибрежной зоне в период нереста.

В 80-е годы прошлого века, и в 10-е годы века настоящего, при достаточном финансировании рыбохозяйственных исследований, икорная съемка и авиаучет выполнялись параллельно и дополняли друг друга [9]. В последующие годы, при ежегодной прогрессирующей затратности таких работ, проводить авиаучет и икорные во-

долазные съемки в необходимом объеме не удавалось, причем широкомасштабные водолазные работы, как более затратные, сокращались первыми [10].

Такие задачи, как: определение сроков начала подходов нерестовой сельди к берегу, распределение производителей по отдельным нерестилищам и степень их заполнения, а также авиаучет подходящих к берегу (нерестовых) и отходящих после нереста косяков, решались «МагаданНИРО» на арендуемых самолетах АН-2, АН-3, АН-28, Л42м «Альбатрос-1» [11; 12].

Стоимость аренды самолетов для рыбохозяйственных исследований продолжает расти, в связи с чем в последние годы для этих целей предпринимаются попытки использовать малые беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА) [13; 14; 15], в том числе – и для учёта площади нерестилищ сельди [16].

В 2021-2022 гг. «МагаданНИРО» провел экспериментальные работы по определению эффективности использования БПЛА при учёте площади нерестилищ тихоокеанской сельди. В качестве модельного полигона была использована Ольская лагуна Тауйской губы Охотского моря, выбранная как наиболее доступное для автотранспорта самое крупное нерестилище сельди в восточной части Тауйской губы (рис. 1).

Ольская лагуна представляет собой мелководный залив, ограниченный от Тауйской губы рядом песчано-галечных островов (кошек) и частично осушаемый во время отлива. Площадь акватории Ольской лагуны в полный прилив составляет 26 км², протяженность береговой линии – 7,5 км. Задействованная нерестовая площадь составляет в среднем 0,97 км²; однако в отдельные годы, в случае особо массовых подходов производителей сельди, площадь нереста значительно увеличивается. Максимум отмечен в мае 2015 г. – 13,69 км². Основным нерестовым субстратом для сельди в Ольской лагуне является морская трава зостера *Zostera marina*.

В мае 2021 г. работы проводились в тестовом режиме, для определения возможности проведения авиаучета сельди в Ольской лагуне с помощью БПЛА. Было показано, что, при определенных условиях, применение квадрокоптера для авиаучетных работ позволяет получать данные для оценки интенсивности нерестового хода и расчета площади нереста. Исходя из результатов авиаучетных работ 2021 г., в мае 2022 г. были выполнены более масштабные работы по наблюдениям за нерестом сельди в этом районе.

Авианаблюдения проводились с помощью дрона (квадрокоптера) DJI Mini 2, на высоте 500 м и расстоянии 1-2 км от оператора (рис. 2).

Выезд научной группы, состоящей из 2 сотрудников «МагаданНИРО», на о. Сиянал для взлета и сопровождения БПЛА, осуществлялся на надувной лодке «Кайман 360» с мотором (рис. 3, 4).

К преимуществам ее данной модели БПЛА можно отнести относительно небольшую стоимость (менее 70 тыс. руб.).



Рисунок 3. Момент взлета БПЛА DJI MINI 2 под управлением сотрудника «МагаданНИРО»
Figure 3. The moment of takeoff of the DJI MINI 2 UAV under the control of a MagadanNIRO employee

Из недостатков данной модели следует отметить, что декларируемая производителем устойчивость дрона к ветру до 38 км/час (до 10,5 м/с) в нашем случае была фактически ниже.

Кроме того, запаса батареи хватало только на полет в одну сторону на расстояние около 2-4 км, после чего требовалось возвращение к оператору.

Даже при безветренной погоде не всегда удавалось производить наблюдения. Попытки запустить квадрокоптер в тумане показали, что оптика камеры покрывается росой, при этом фото- и видеосъемка становится невозможной.

Всего было отснято 9 видеофрагментов, сделано 80 фото общим объемом 22,7 ГБ (рис. 5).

На кадрах из отснятых фото- и видеофайлов были отмечены участки нереста по дням, затем рассчитаны площади нереста на сайте mapsdirections.info.

Расчеты показали, что площадь задействованных нерестилищ сельди в Ольской лагуне в мае 2022 г. составила около 1,8 км² (в 2021 г. – 2,12 км²).

По итогам работ «МагаданНИРО» по применению БПЛА для учёта площади нерестилищ тихоокеанской сельди в 2021-2022 гг., можно сделать вывод о том, что такие работы эффективны на локальных нерестилищах, расположенных в пределах доступности автотранспорта и при благоприятных погодных условиях. В то же время необходимо учесть, что, в случае неблагоприятной погоды, работу БПЛА существенно ограничивают осадки, сильный ветер и туман. Так, из 17 суток проведения работ в мае 2022 г., собственно полеты осуществлялись лишь 7 дней; в остальные дни полеты не проводились по метеоусловиям. Поэтому, при организации работы БПЛА в весенний период, когда погодные условия в течение суток максимально изменчивы, оптимальным выходом является развертывание временного пункта базирования полевой группы непосредственно у исследуемого водоёма, с целью постоянной готов-



Рисунок 4. Надувная лодка «Кайман 360» для перемещений по Ольской лагуне
Figure 4. Kayman 360 inflatable boat for moving around the Olskaya lagoon



Рисунок 5. Нерест сельди в Ольской лагуне 13.05.2022 г., общий вид
Figure 5. Herring spawning in the Olskaya lagoon on 13.05.2022, general view

ности выполнению полётов. Это позволит сократить затраты времени и ресурсов на дорогу и максимально эффективно использовать дрон для исследования нереста сельди.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов:

Метелёв Е.А. – идея статьи, корректировка текста; **Смирнов А.А.** – подготовка обзора литературы, подготовка статьи и ее окончательная проверка; **Панфилов А.М.** – сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Абаев А.Д.** – сбор и анализ данных; **Фомин Е.А.** – сбор и анализ данных; **Григорьев В.Г.** – подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **E.A. Meteleev** – the idea of the article, text correction; **A.A. Smirnov** – preparation of a literature review, preparation of the article and its final verification; **A.M. Panfilov** – data collection and analysis, preparation of the article; **A.D. Abaev** – data collection and analysis; **E.A. Fomin** – data collection and analysis; **V.G. Grigorov** – preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
1. Naumenko N.I. Biology and fishing of sea herring of the Far East. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka Printing Yard, 2001. – 330 p.
2. Правоторова Е.П. Некоторые данные по биологии гижигинско-камчатской сельди в связи с колебаниями ее численности и изменением ареала нагула // Известия ТИНРО. – 1965. – Т. 59. – С. 102-128.
2. Pravotova E.P. Some data on the biology of the Gizhiginsky-Kamchatka herring in connection with fluctuations in its abundance and changes in the feeding area // Izvestiya TINRO. – 1965. – Vol. 59. – Pp. 102-128.
3. Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь // Магадан. «МагаданНИРО», 2009. – 149 с.
3. Smirnov A.A. Gizhiginsky-kamchatskaya herring // Magadan. MagadanNIRO, 2009. – 149 p.
4. Белый М.Н. К методике проведения обследований нерестилищ сельди в северной части Охотского моря / М.Н. Белый // Сб. науч. трудов Камчат. науч.-исслед. ин-та рыб. хоз-ва и океанографии. Петропавловск-Камчатский, 2009. – Вып. 15. – С. 50-61.
4. Bely M.N. On the methodology of conducting surveys of herring spawning grounds in the northern part of the Sea of Okhotsk / M.N. Bely // Collection of scientific works of Kamchat. scientific-research. in-ta fish. household and oceanography. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2009. – Issue 15. – Pp. 50-61.
5. Смирнов А.А., Белый М.Н. Некоторые данные о нерестовом субстрате сельди Гижигинской губы Охотского моря // Тезисы Докл. IV научной конф.: «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 310-313.
5. Smirnov A.A., Bely M.N. Some data on the spawning substrate of herring of the Gizhiga Bay of the Sea of Okhotsk // Abstracts of the Dokl. IV Scientific conference: "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas" Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2004. – Pp. 310-313.
6. Белый М.Н. Водоросли-макрофиты северной части Охотского моря и их значение как нерестового субстрата сельди // Магадан. Новая полиграфия, 2013. – 194 с.
6. Bely M.N. Algae-macrophytes of the northern part of the Sea of Okhotsk and their significance as a spawning substrate of herring // Magadan. New polygraphy, 2013. – 194 p.
7. Антонов Н.П. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях / Н.П. Антонов, А.В. Датский, О.А. Мазникова, Л.В. Митенкова. // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 54-58.
7. Antonov N.P. The current state of the Pacific herring fishery in the Far Eastern seas / N.P. Antonov, A.V. Danish, O.A. Maznikova, L.V. Mitenkova. // Fisheries. – 2016. – No. 1. – Pp. 54-58.
8. Панфилов А.М. Промысел, динамика запаса и основные биологические показатели нерестовой охотской сельди на современном этапе / А.М. Панфилов, А.А. Смирнов // Вопросы рыболовства. – 2022. – Т. 23. – № 2. – С. 108-121.
8. Panfilov A.M. Fishing, stock dynamics and basic biological indicators of spawning Okhotsk herring at the present stage / A.M. Panfilov, A.A. Smirnov // Questions of fisheries. – 2022. – Vol. 23. – No. 2. – Pp. 108-121.
9. Пастырев В.А. Материалы по применению аэровизуальных методов в рыбохозяйственных исследованиях в северо-западной части Охотского моря // Известия ТИНРО. – 2007. – Т. 148. – С. 42-56.
9. Pastyrev V.A. Materials on the use of aerovisual methods in fisheries research in the north-western part of the Sea of Okhotsk // Izvestiya TINRO. – 2007. – Vol. 148. – pp. 42-56.
10. Смирнов А.А. Биология, распределение и состояние запасов гижигинско-камчатской сельди. – Магадан. «МагаданНИРО», 2014. – 170 с.
10. Smirnov A.A. Biology, distribution and state of stocks of Gizhiginsky-Kamchatka herring. – Magadan: MagadanNIRO, 2014. – 170 p.
11. Смирнов А.А. Аэровизуальный учет и наведение судов на скопления нерестовой гижигинско-камчатской сельди // Рыбное хозяйство. 2008. № 3. – С. 48-49.
11. Smirnov A.A. Aerovisual accounting and guidance of vessels on accumulations of spawning gizhiginsky-Kamchatka herring // Fisheries. 2008. No. 3. – Pp. 48-49.
12. Смирнов А.А. Авиационный мониторинг нерестового запаса гижигинско-камчатской сельди в 2016 г. / А.А. Смирнов, В.В. Овчинников, В.С. Данилов // Тезисы Доклада XVII международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2016. – С. 244-246.
12. Smirnov A.A. Aviation monitoring of the spawning stock of Gizhiginsky-Kamchatka herring in 2016 / A.A. Smirnov, V.V. Ovchinnikov, V.S. Danilov // Abstracts of the Report of the XVII International Scientific Conference "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas" Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2016. – Pp. 244-246.
13. Бизиков В.А. Экспериментальная авиасъемка байкальской нерпы с использованием БПЛА большой дальности / В.А. Бизиков, Е.А. Болтнев, Е.А. Петров, В.А. Петерфельд и другие // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 175. – С. 226-229.
13. Bizikov V.A. Experimental aerial photography of the Baikal seal using long-range UAVs / V.A. Bizikov, E.A. Boltnev, E.A. Petrov, V.A. Peterfeld and others // Proceedings of VNIRO. – 2019. – Vol. 175. – Pp. 226-229.
14. Дуленин А.А. Опыт и перспективы использования малых беспилотных летательных аппаратов в морских прибрежных биологических исследованиях / А.А. Дуленин, П.А. Дуленина, Д.В. Коцюк, В.В. Свиридов // Труды ВНИРО. – 2021. – Т. 185. – С. 134-151.
14. Dulenin A.A. Experience and prospects of using small unmanned aerial vehicles in marine coastal biological research / A.A. Dulenin, P.A. Dulenina, D.V. Kotsyuk, V.V. Sviridov // Proceedings of VNIRO. – 2021. – Vol. 185. – Pp. 134-151.
15. Свиридов В.В. Беспилотный фотограмметрический учет тихоокеанских лососей посредством БПЛА потребительского класса / В.В. Свиридов, Д.В. Коцюк, Е.В. Подорожнюк // Известия ТИНРО. – 2022. – Т. 202. – Вып. 2. – С. 429-449.
15. Sviridov V.V. Unmanned photogrammetric accounting of Pacific salmon by means of a consumer class UAV / V.V. Sviridov, D.V. Kotsyuk, E.V. Podorozhnyuk // Izvestiya TINRO. – 2022. – Vol. 202. – Issue 2. – Pp. 429-449.
16. Дуленин А.А. Отработка инструментальных методов учёта площади нерестилищ сельди в Охотском море / А.А. Дуленин, В.В. Свиридов // Вопросы рыболовства. – 2022. Т. 23. – №2. – С. 216-231.
16. Dulenin A.A. Development of instrumental methods of accounting for the area of herring spawning grounds in the Sea of Okhotsk / A.A. Dulenin, V.V. Sviridov // Questions of fisheries. – 2022. Vol. 23. – No. 2. – Pp. 216-231.