

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова  
Российской академии наук  
(ИПЭЭ РАН)

Постоянно действующая экспедиция РАН по изучению животных Красной книги  
Российской Федерации и других особо важных животных фауны России

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВОЗДУШНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «ХОЗЯИН АРКТИКИ»

*Итоговый отчет по договору Ф-200520/БМ-1 “«Чистые моря» –  
ИПЭЭ РАН” от 20 мая 2020 г.*

Руководитель работ \_\_\_\_\_ Рожнов В. В.

« \_\_\_\_\_ г.



Москва, 2021 г.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ВОЗДУШНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «ХОЗЯИН АРКТИКИ»

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

Руководитель  
работ: \_\_\_\_\_ Рожнов В. В.

начальник Постоянно  
действующей экспедиции  
РАН, директор ИПЭЭ РАН,  
д.б.н.

Ответственный  
исполнитель,  
эксперт по белому  
медведю: \_\_\_\_\_ Мордвинцев И. Н.

заместитель руководителя  
программы «Белый  
медведь», руководитель  
кабинета «Методов ДЗЗ в  
экологии» ИПЭЭ РАН,  
к.б.н.

Эксперт по  
морским  
млекопитающим:  
\_\_\_\_\_ Глазов Д. М.

заместитель руководителя  
программы «Белуха -  
белый кит», ведущий  
инженер лаборатории  
сенсорных систем  
позвоночных ИПЭЭ РАН

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Платонов Н. Г.

старший научный  
сотрудник кабинета  
методов дистанционного  
зондирования Земли в  
экологии ИПЭЭ РАН, к.т.н.

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Назаренко Е. А.

ведущий инженер  
лаборатории сенсорных  
систем позвоночных ИПЭЭ  
РАН

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Пилипенко Г. Ю.

инженер лаборатории  
поведения и поведенческой  
экологии млекопитающих  
ИПЭЭ РАН

## **Благодарности и признательности**

Благодарим Гнеденко Ангелину Евгеньевну (ВНИИ «Экология») за проведение камеральной обработки и помошь в подготовке материалов для отчета.

Научная группа благодарит всех инициаторов, организаторов и исполнителей Проекта “Хозяин Арктики.”



РОСПРИРОДНАДЗОР



ЧИСТЫЕ МОРЯ

Международный экологический фонд

Научная группа благодарит фонд «Чистые моря» за организационное обеспечение экспедиции на высоком уровне.



ЧИСТЫЕ МОРЯ

Международный экологический фонд

Научная группа признательна амдермийцам за физическое и духовное содействие успешной работе экспедиции.





## Содержание

Список таблиц . . . . .	.ii
Список рисунков . . . . .	.iii
Список сокращений и определений . . . . .	.v
<b>Введение</b>	<b>1</b>
<b>Основная часть</b>	<b>5</b>
1. Методы и средства . . . . .	5
1.1. Методика проведения авиационных наблюдений . . . . .	5
1.2. Организация аэровизуального учета . . . . .	5
1.3. Организация инструментального учета . . . . .	6
1.3.1. Программно-аппаратный комплекс . . . . .	6
1.4. Подготовительные работы . . . . .	8
2. Экспедиция . . . . .	10
2.1. Сроки и район работ . . . . .	10
2.2. Состав экспедиционной группы . . . . .	11
2.3. Солнечная освещенность . . . . .	11
3. Результаты . . . . .	12
3.1. Маршруты . . . . .	15
3.2. Морские млекопитающие . . . . .	23
3.2.1. Белый медведь . . . . .	25
3.2.2. Атлантический морж . . . . .	27
3.2.3. Белуха . . . . .	29
3.2.4. Ластоногие . . . . .	31
3.3. Загрязнения . . . . .	32
4. Выводы и предложения . . . . .	35
4.1. По самолету . . . . .	36
4.2. Усовершенствование методики . . . . .	36
4.3. Усовершенствование программно-аппаратного комплекса . . . . .	36
4.4. Проведение сплошного учета в Карском море в весенний период . . . . .	37
4.5. Симуляция авиационного учета в Карском море . . . . .	39
<b>Заключение</b>	<b>44</b>
Цитируемые источники . . . . .	45
<b>Приложения</b>	
А. Обзор предыдущих исследований . . . . .	48
А.1 Учет белого медведя в Чукотском море весной 2016 года . . . . .	48
А.2 Учет белого медведя в Карском море в 2018 году . . . . .	48
Б. Подготовка и коррекция маршрутов . . . . .	50
В. Полевой дневник . . . . .	54

## **Список таблиц**

1 Состав аппаратного модуля для дистанционного мониторинга .....	6
2 Краткие характеристики маршрутов .....	13
3 Распределение встреч морских млекопитающих по датам .....	13
4 Распределение встреч морских млекопитающих по видам .....	14
5 Распределение встреч морских млекопитающих по видам и датам .....	14
6 Фаунистический указатель .....	15
7 Встречаемость морских млекопитающих по маршрутам .....	15

## Список рисунков

1 Субпопуляции МСОП.	1
2 Популяционные границы в пределах российской Арктики	2
3 Интерфейс программы FincoPlayer.	7
4 Интерфейс программы LineRec.	8
5 Предэкспедиционные маршруты	9
6 Календарь освещенности для Амдермы.	12
7 Заданный и фактический маршруты 03 августа	16
8 Заданный и фактический маршруты 04 августа	17
9 Заданный и фактический маршруты 05 августа	18
10 Заданный и фактический маршруты 13 августа	19
11 Заданный и фактический маршруты 15 августа	20
12 Заданный и фактический маршруты 16 августа	21
13 Заданный и фактический маршруты 17 августа	22
14 Заданный и фактический маршруты 20 августа	23
15 Встречи морских млекопитающих, сгруппированные пространственно	24
16 Регистрация морских млекопитающих по видам	24
17 Регистрация морских млекопитающих по видам в шестиугольных ячейках сетки, образованной по фактическим маршрутам	25
18 Распределение встреч белого медведя	26
19 Белый медведь, зарегистрированный 13 августа на о. Южный архипелага Новая Земля.	26
20 Места, по которым имелись сообщения по возможным лежбищам моржей.	27
21 Моржи на о. Матвеев по данным инструментальной съемки в видимом диапазоне	
22 Моржи на о. Матвеев по данным инструментальной съемки в инфракрасном диапазоне	28
23 Фрагмент фотографии с моржами в воде	29
24 Распределение встреч атлантического моржа	29
25 Белухи на фрагменте фотографии из блистера второго пилота	30
26 Белухи на фрагменте фотографии программно-аппаратного комплекса	30
27 Распределение встреч белухи	31
28 Фрагмент фотографии с животными на косе м. Белужий Нос (Вэбаркасая)	32
29 Распределение встреч ластоногих	32
30 Свалка бочек ГСМ на полуострове Ямал	33
31 Оставленный в тундре пластиковый мусор (синий цвет)	33
32 Распределение загрязнений, зафиксированных на маршрутах.	34
33 Сеть базирования для учета МСОП субпопуляции Карского моря	38
34 Сеть маршрутов для учета МСОП субпопуляции Карского моря	39
35 Функция выбора ресурсов для сезона максимальной протяженности льда для апреля 2019 г.	40
36 Функция выбора ресурсов для сезона ледотаяния для апреля 2019 г.	41
37 Вероятность обнаружения животных в зависимости от дальности	41

38 Расселение животных при симуляции 24766188 .....	42
39 Результаты регистрации животных при симуляции 24766188 .....	43
А.1 Встречи белых медведей в рамках учета ледовых форм тюленей в Чукотском море в апреле-мае 2016 г.. .....	48
А.2 Подтвержденные регистрации белого медведя с треками работ в мае 2018 г. ....	49
А.3 Жизнедеятельность белого медведя в мае 2018 г. ....	49
Б.1 Варианты запланированных и скорректированных маршрутов .....	50
Б.2 План учетных маршрутов из Амдермы в Амдерму .....	50
Б.3 План учетных маршрутов между Амдермой и Сабеттой .....	51
Б.4 План учетных маршрутов из Сабетты в Сабетту .....	52
Б.5 План учетных маршрутов между Диксоном (без заправки) и Сабеттой .....	53

## **Список сокращений и определений**

**МСОП**

Международный союз охраны природы

**ККРФ**

Красная книга Российской Федерации

**МПР**

Министерство природных ресурсов РФ

**ФГБУ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение

**УГМС**

Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

**UTC**

Единое скоординированное время, «единое время»

**3**

Редкие виды (ККРФ)

**VU**

Уязвимые виды (МСОП)

**2**

Сокращающиеся в численности и/или распространении (ККРФ)

**NT**

Виды, находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому (МСОП)

**LC**

Виды, вызывающие наименьшие опасения (МСОП)

**ГСМ**

Горюче-смазочные материалы

**ЛА**

Летательный аппарат

**ВПП**

Взлетно-посадочная полоса

## Введение

Белый медведь является крупнейшим хищным млекопитающим, при этом образ жизни вида тесно связан с морскими льдами, поэтому вид относится к морским млекопитающим. Основные объекты питания белого медведя – настоящие тюлени – кольчатая нерпа и морской заяц. МСОП (Международный союз охраны природы) относит белого медведя к единой популяции с разделением на группировки, называемые субпопуляциями и представленные в российской Арктике субпопуляциями Баренцева моря, Карского моря, моря Лаптевых и Чукотского моря (рис. 1). По ККРФ (Красная книга Российской Федерации) 2001 г. ([Данилов-Данильян, 2001](#)) выделяются карско-баренцевоморская (объединение субпопуляций Карского и Баренцева морей), лаптевская (субпопуляция моря Лаптевых) и чукотско-алеутская (субпопуляция Чукотского моря) популяции (рис. 2). Общая численность вида составляет около 25 тыс. особей.

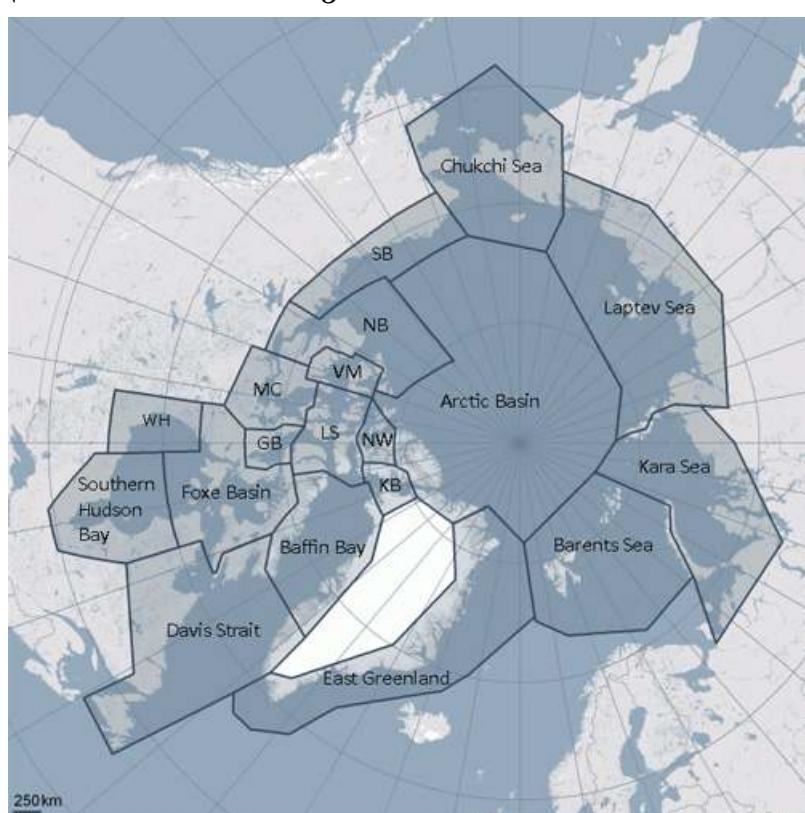


Рисунок 1. Субпопуляции МСОП<sup>1</sup>.

IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group (2019). Актуальный обзор статуса субпопуляций.

[Источник иллюстрации](#)



Рисунок 2. Популяционные границы в пределах российской Арктики<sup>2</sup>

[Беликов и др. \(2010\)](#)

В ИПЭЭ РАН проводятся научные исследования по Программе изучения белого медведя в Российской Арктике<sup>3</sup>, включающей в себя следующие Программа изучения белого медведя Российской Арктики (здесь приведена с сокращениями) реализуется как самостоятельный проект в рамках Постоянно действующей экспедиции РАН по изучению животных Красной книги Российской Федерации и других особо важных животных фауны России, созданной и включенной в состав ИПЭЭ РАН на основании Распоряжения Президиума Российской Академии Наук от 29 февраля 2008 г. № 12300-128.

направления:

- Изучение пространственно-временного размещения животных, анализ перемещений белого медведя и оценка характера использования им местообитаний.
- Уточнение популяционной структуры географических популяций белого медведя.
- Изучение репродуктивной биологии и демографических показателей популяций.
- Изучение питания и доступности кормовых ресурсов.
- Изучение взаимоотношений белого медведя с другими видами животных и человеком.
- Изучение роли загрязняющих веществ, патогенных организмов и изменения климата на динамику численности.

- Изучение сезонной и межгодовой динамики ледовых местообитаний.

МПР (Министерство природных ресурсов РФ) готовит (по состоянию на 2020 г.) «Дорожную карту» сохранения популяций белого медведя с мероприятиями на 2021 - 2024 гг., в которой заложена оценка финансовых затрат на проведение авиаучётов для получения оценки численности популяций российской Арктики. МПР готовит (по состоянию на август 2020 г.) «Стратегию сохранения популяций белого медведя», в которой, вероятно, основным методом оценки численности белого медведя в российской Арктике будет определён авиаучёт, и будут прописаны требования к авиаучёту. Поэтому необходимо межведомственное сотрудничество между поддержавшим Проект «Хозяин Арктики» Росприроднадзором и МПР, чтобы провести авиаучеты с максимальной эффективностью с разделением ответственности по участникам.

#### **Цель проекта:**

Изучить современное состояние белого медведя карского-баренцевоморской популяции и морских млекопитающих в прибрежной зоне и акваториях полуостровов Ямал и Таймыр, Обской губе и Гыданской губе и прилегающих районах в августе-сентябре 2020 г., оценить антропогенное загрязнение поверхностных вод обследованных акваторий. Более подробно см. в Программе НИР ([ИПЭЭ РАН, 2020](#)).

#### **Задачи экспедиции:**

- провести тестовые авиаучеты на самолете малой авиации с использованием комбинированных методов учета с помощью наблюдателей и программно-инструментального комплекса
  - учёт встречаемости белого медведя с целью оценки распространения вида в летний период
  - учёт встречаемости видов-жертв белого медведя
  - учёт встречаемости белухи как вида-биоиндикатора
  - учёт точечных мусорных объектов для оценки распространения антропогенного загрязнения
- дать заключение об эффективности применения малой авиации для оценки численности (суб)популяций белого медведя в Российской Арктике.

Необходимость исследований обусловлена их актуальностью и практической значимостью.

#### **Актуальность:**

- Изменение биоразнообразия и местообитаний белого медведя в результате климатических изменений

- Устаревшая и/или экспертная оценка численности для внутренних субпопуляций

**Практическая значимость:**

- Эффективное управление популяциями российской Арктики
- Сглаживание конфликтов «белый медведь - человек»

## **Основная часть**

### **1. Методы и средства**

#### **1.1. Методика проведения авиационных наблюдений**

При проведении исследований была использована методика авиационного учета, позволяющая за короткий период времени покрыть большие площади и используемая специалистами-биологами по всему миру для изучения как наземных, так морских млекопитающих, а также при проведении орнитологических исследований.

Для учета объектов исследования применяется комплексный метод на основе аэровизуальной и инструментальной фиксации наблюдения. Полосы обзора наблюдателей и инструментальной съемки пересекаются частично, поэтому эти две системы фиксации дополняют друг друга и при отказе одной из них сбор данных становится ограниченным.

Для проведения авиационных наблюдений скорость летательного аппарата не является определяющим фактором и может составлять порядка 400 км/ч относительно земли (при использовании отличного от LA-8 летательного аппарата). Высота полёта задавалась в диапазоне 200-400 м в зависимости от метеоусловий.

Для получения предварительных результатов камеральная обработка производится в ходе экспедиционных работ.

#### **1.2. Организация аэровизуального учета**

Для аэровизуальной фиксации привлекаются два специалиста-биолога в роли наблюдателей, располагающиеся по левому и правому бортам у полусферических блистеров с центре салона. Дополнительные наблюдения осуществляются пилотами и другими участниками учетных полетов – оператором инструментального комплекса и оператором фото- и видео-съемки. Все участники, включая экипаж, снабжены гарнитурами для внутрисамолетной голосовой связи в направлении «прием-передача», при этом экипаж может переключать каналы связи для собственных переговоров. Голосовые сообщения фиксируются и архивируются звукозаписывающей программой и частично расшифровываются в режиме реального времени оператором программно-аппаратного комплекса.

Наблюдатели снабжены клинометрами для определения угла нахождения объекта по отношению к линии горизонта и, дополнительно, другими инструментами: GPS-приемником, фотоаппаратом видеокамерой. При обнаружении интересующих объектов животного мира и загрязнений наблюдатель четко и громко произносит свой борт, название объекта, количество зарегистрированных объектов, угол наблюдения, поведение животного. Информация об угле наблюдения животных используется в методиках оценки численности животных, например ([Buckland et al., 1993](#); [Челинцев, 2014](#)). Периодически или при резком изменении наблюдатель описывает погодные условия, характеристики морской поверхности и условия наблюдения.

### **1.3. Организация инструментального учата**

Используются приборы [программно-аппаратного комплекса](#) по фото- и видеофиксации в видимом и инфракрасном спектрах электромагнитных волн, работающие в предварительно запрограммированном режиме, а также непосредственно по командам оператора.

#### **1.3.1. Программно-аппаратный комплекс**

В состав Программно-аппаратного комплекса для дистанционного мониторинга входит:

- аппаратный модуль для дистанционного мониторинга, размещённый в хвостовой части самолёта (табл. 1);
- кабель для подачи питания и обмена данными с аппаратным модулем (подключение к портативному компьютеру);
- специализированное программное обеспечение «Skat» для управления подсистемам аппаратного модуля для дистанционного мониторинга.

Таблица 1. Состав аппаратного модуля для дистанционного мониторинга

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Кол-во</b>
1	Система автоматического управления (САУ)	1
2	GPS приемник с антенной	1
3	Устройство для записи и хранения данных авиационного мониторинга	1
4	Плата сбора данных (ПСД)	1
5	Устройство для фиксации момента фотографирования	1
6	Плата обработки видеосигнала и данных телеметрии (OSD)	1
7	Фотокамера Canon Eos 5Ds с разрешением 50 Мп, объектив 24 мм	1
8	Тепловизионная камера с разрешением 640x512	1
9	Камера видимого спектра с возможностью записи	1

Программа «Skat», используемая для контроля и управления подсистемам аппаратного модуля обеспечивала:

- запись фотоматериалов через определённый заданный интервал времени либо расстояния, определённого с помощью встроенной в модуль GPS, одновременно записывались телеметрические данные, как то: дата, время, координаты, скорость, направление, высота, крен и тангаж;
- контроль работы подсистем аппаратного модуля для фотографирования и тепловизионного обследования.

Трансляция и запись видеоинформации с тепловизионной камеры и камеры видимого спектра осуществлялась с помощью программы FincoPlayer (рис. 3).

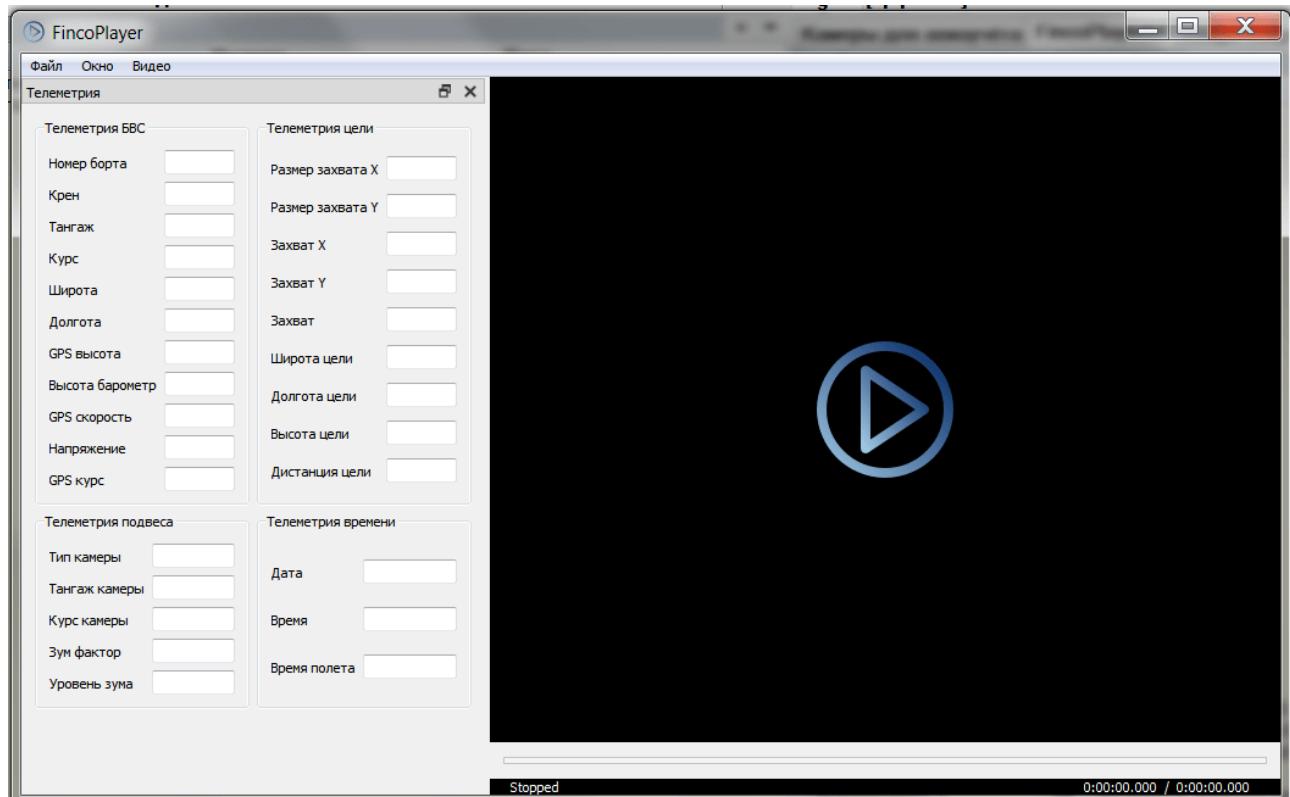


Рисунок 3. Интерфейс программы FincoPlayer.

## Запись звука в самолёте

Для записи комментариев и переговоров в самолёте, к портативному компьютеру были подключены бортовые переговорные устройства (гарнитуры) и использовалась программа LineRec (рис. 4). Она постоянно “слушает” линию и если имеются какие-либо звуки, то автоматически записывает их в отдельные файлы и если в линии тишина то запись отключается. Запоминается когда это произошло и заносится в специальный список, где можно послушать записи.

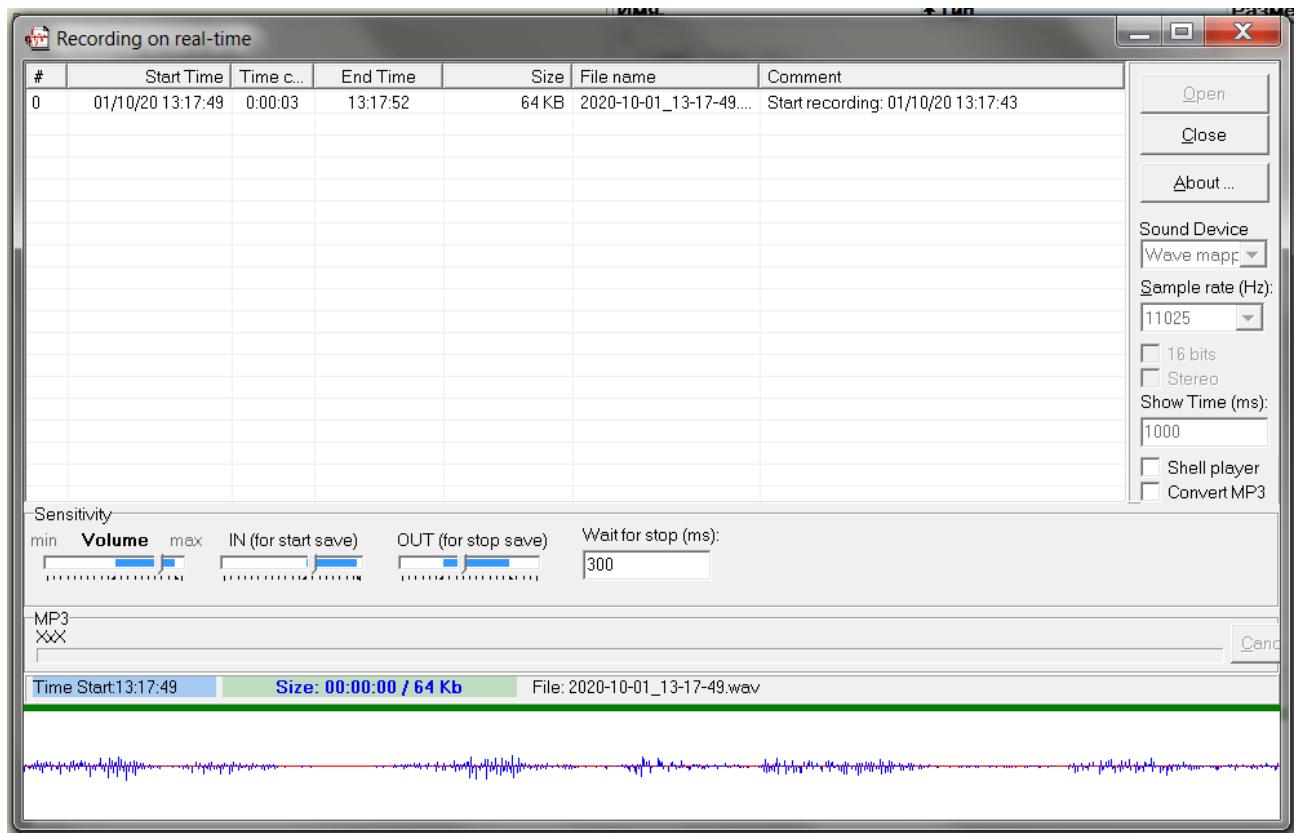


Рисунок 4. Интерфейс программы LineRec.

#### 1.4. Подготовительные работы

##### Планируемые маршруты

Перед экспедицией сформировано несколько вариантов маршрутов в зависимости от пункта базирования и возможности дозаправки. Вариант с базированием в аэропорту Амдерма (ULDD) представлен на рис. 5.

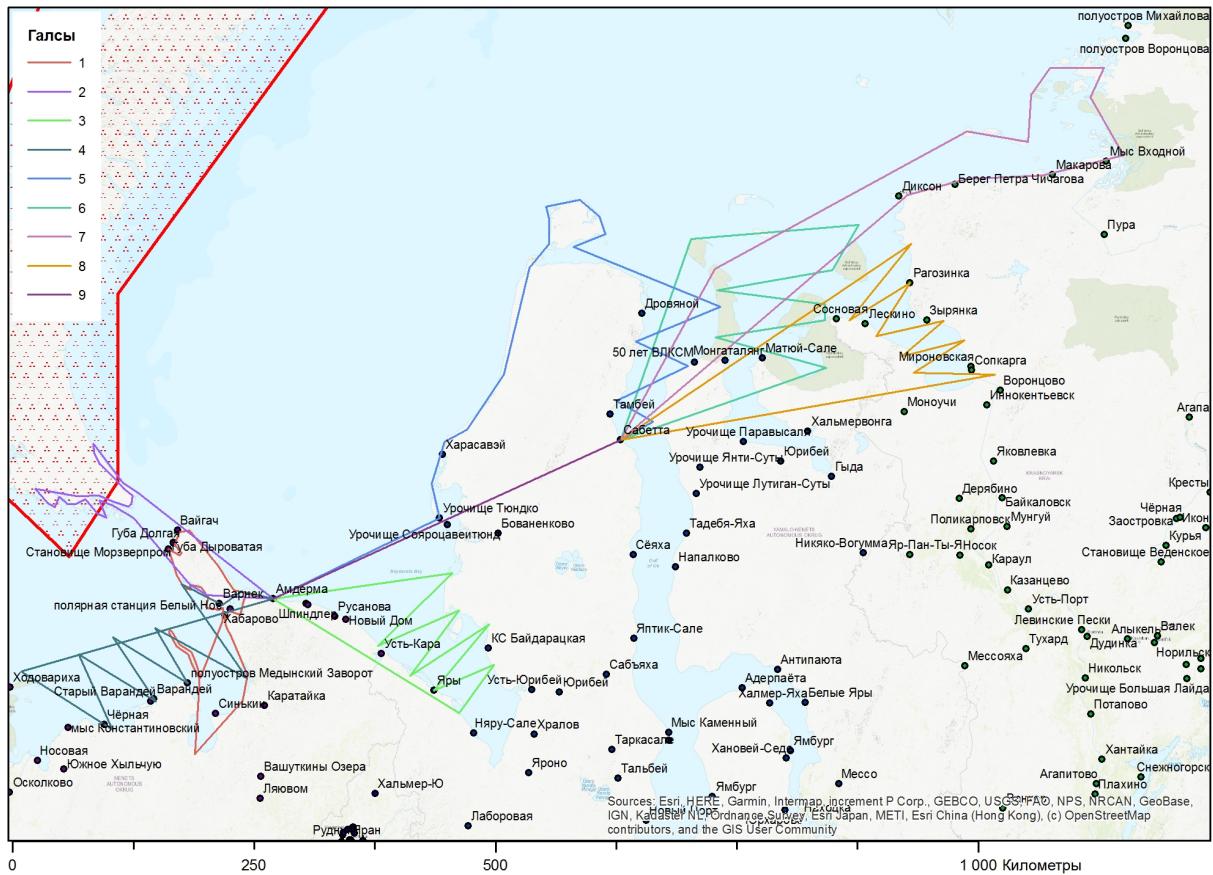


Рисунок 5. Предэкспедиционные маршруты<sup>4</sup>

Иллюстрация: Евгений Назаренко.

## Выбор самолёта

Сверхлегкая авиация малопригодна для размещения инструментального комплекса и имеет небольшую дальность полёта<sup>5</sup>, однако не требовательна к дальность полёта Стерх-1С около 600 км аэродромному обслуживанию

Крупнотоннажные самолеты могут быть использованы как летающие лаборатории (Ан-26 «Арктика», L-410 «Норд»), их дальность полета эффективна для авиаучетов и позволяет использовать сеть действующих арктических аэродромов для переброски в любой арктический район, но имеют высокую стоимость летного часа и стареющий парк.

Самолет малой авиации LA-8 имеет умеренную дальность полёта, успешно зарекомендовал себя на визуальных учетах дельфинов Черного моря 2019 г. и в ходе кругосветной воздушной экспедиции по Северному полярному кругу 2018 г.

Принято решение проведения учета на летающей амфибии LA-8 в версии с увеличенной дальностью с дополнительной установкой программно-аппаратного комплекса.

## **Получение разрешительные документов**

Международным фондом «Чистые моря» подготовлены обращения начальнику РУФСБ по Архангельской области Морковских Д. Н., начальнику УФСБ по Красноярскому краю Виговскому А. А., начальнику УФСБ по Тюменской области Николаеву В. Н. по выдаче разрешения на выполнение полетов в воздушном пространстве приграничной полосы Российской Федерации.

Международным фондом «Чистые моря» запрошены и получены пропуска в пограничную зону РФ с пребыванием в Амдерме с 01 августа по 20 августа 2020 г. для всех [участников](#).

ИПЭЭ РАН подготовлены обращения в ФГБУ (Федеральное государственное бюджетное учреждение) «Национальный парк «Гыданский», ФГБУ «Заповедники Таймыра» и ФГБУ «Государственный заповедник «Ненецкий» и получены разрешения для пролёта над охраняемыми территориями. Государственный заповедник «Ненецкий» наложил ограничение на полеты над лежбищем моржей на высоте 500 м не более 1.5 мин.

## **Заброска топлива**

- Бензин авиа AVGAS 100 LL, 2.66 т в 19 бочках - аэропорт Амдерма (ULDD).
- Бензин авиа AVGAS 100 LL, 3.08 т в 22 бочках - аэропорт Сабетта (USDA).

## **Приём аппаратного комплекса**

Происходил в два этапа.

Самара, Красный Яр, 20-22 июля 2020 г. От экспедиционной группы участвовали Евгений Назаренко, Глеб Пилипенко и Владимир Филиппов. Осуществлен пробный полет. Комплекс отправлен на исправление выявленных недостатков или и доработку отсутствующего функционала. Также была установлена «каркалыга» – устройство для фото- и видеофиксации, которое в процессе полета вытаскивается за борт, а после окончания съемки убирается обратно в салон.

Самара, Красный Яр, 29 июля 2020 г. От экспедиционной группы участвовали Евгений Назаренко и Владимир Филиппов. Осуществлена проверка исправленных недостатков и доработанного функционала. Работа принята.

## **2. Экспедиция**

### **2.1. Сроки и район работ**

Базирование самолета: аэропорт Амдерма (ULDD).

Базирование экспедиционной группы: поселок Амдерма.

Из-за мероприятий по предотвращению новой коронавирусной инфекции (COVID-19) на этапе планирования экспедиционных работ получен отказ на размещение в вахтовом поселке Сабетта. На повторный запрос 17 августа с просьбой использовать помещения аэропорта Сабетта (USDA) без посещения вахтового поселка Сабетта для ночевки экипажа и научной группы получен отказ.

Достигнута договоренность с Северным УГМС (управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) на проведение экипажем и научной группой (всего 4 чел.) несколько ночей в помещении полярной станции на о. Диксон вблизи аэропорта Диксон (UODD).

Сроки работы определены с 01 по 10 августа с пролонгацией до 25 августа 2020 г.

## **2.2. Состав экспедиционной группы**

- Организаторская группа
  - Богословский Василий Иванович - организатор Проекта «Хозяин Арктики»
  - Субботина Анна Юрьевна - организатор, обеспечение проживания, питания, аэропортового обслуживания
- Экипаж
  - Токарев Валерий Иванович - командир LA-8
  - Иванов Андрей Дмитриевич - второй пилот LA-8
  - Вырлов Андрей Николаевич - бортинженер LA-8
  - Иващенко Игорь Иванович - штурман
- Медийная группа
  - Карелина Ольга Александровна - сценарий и идеальное воплощение медийной группы; помощник организатора
  - Филиппов Владимир Александрович - оператор медийного комплекса на борту LA-8
  - Кулиев Руслан Камилович - оператор наземной съемки
- Научная группа
  - Назаренко Евгений Александрович - оператор инструментального комплекса LA-8
  - Гнеденко Ангелина Евгеньевна - бортнаблюдатель<sup>6</sup> приглашенный соисполнитель из ВНИИ «Экология»
  - Пилипенко Глеб Юрьевич - бортнаблюдатель
  - Платонов Никита Геннадьевич - бортнаблюдатель

## 2.3. Солнечная освещенность

Полярный день в Амдерме закончился 25 июля 2020 г. (рис. 6). Для ВПП аэропорта Амдерма не предусматриваются работы в темное время суток. Это накладывает ограничения на окончание работ, так как зенит солнца приходится приблизительно на 08ч UTC (Единое скординированное время, «единое время»).



Рисунок 6. Календарь освещенности для Амдермы.<sup>7</sup>

Оффлайн калькулятор sunwait v0.1.

## 3.

### Результаты

В табл. 2 приведены сводные показатели по учетным полетам во время экспедиции. Пролет над берегом определяется при наличии береговой линии менее чем в 1000 м от точек трека.

Таблица 2. Краткие характеристики маршрутов

<b>Марш-рут</b>	<b>Дата</b>	<b>Начало</b>	<b>Окон-чание</b>	<b>Продол-житель-ность</b>	<b>Длина, км</b>	<b>Над бе-регом, %</b>	<b>Над суше-й, %</b>	<b>Над морем, %</b>
1	<a href="#">2020-08-03</a>	12:14	15:43	03:28	680	23	28	49
2	<a href="#">2020-08-04</a>	10:17	15:18	05:00	945	8	2	91
3	<a href="#">2020-08-05</a>	11:13	15:53	04:39	938	16	11	73
4	<a href="#">2020-08-13</a>	10:11	14:22	04:11	805	31	42	28
5	<a href="#">2020-08-15</a>	07:18	11:09	03:50	786	32	26	42
6	<a href="#">2020-08-15</a>	13:35	17:45	04:10	806	27	8	65
7	<a href="#">2020-08-16</a>	06:23	09:38	03:14	702	12	40	47
8	<a href="#">2020-08-16</a>	11:40	17:36	05:56	1172	20	32	48
9	<a href="#">2020-08-17</a>	10:08	14:58	04:50	1000	5	12	83
10	<a href="#">2020-08-20</a>	06:21	09:17	02:56	501	10	49	41
11	<a href="#">2020-08-20</a>	11:14	15:26	04:11	894	5	33	62
Всего		8 дн.		46.5 ч	9230	17	24	59

За время экспедиции 11 учетных полетов за 8 полетных дней с налетом часов. Суммарная длина маршрутов составила 46.5 ч км.

Зафиксировано 67 встреч морских млекопитающих с общим количеством животных 439.

Таблица 3. Распределение встреч морских млекопитающих по датам

<b>Дата</b>	<b>Маршрут</b>	<b>Встреч</b>
<a href="#">2020-08-03</a>	1	2
<a href="#">2020-08-04</a>	2	4
<a href="#">2020-08-05</a>	3	16
<a href="#">2020-08-13</a>	4	16
<a href="#">2020-08-15</a>	5	2
<a href="#">2020-08-15</a>	6	4
<a href="#">2020-08-16</a>	7	1
<a href="#">2020-08-16</a>	8	18
<a href="#">2020-08-17</a>	9	3
<a href="#">2020-08-20</a>	10	1

Таблица 4. Распределение встреч морских млекопитающих по видам

<b>Объект</b>	<b>Встреч</b>	<b>Особей</b>
Б. медведь	34	41
Белуха	25	156
Ластоногие	2	8
Морж	6	234

Таблица 5. Распределение встреч морских млекопитающих по видам и датам

<b>Дата</b>	<b>Маршрут</b>	<b>Объект</b>	<b>Встреч</b>	<b>Особей</b>
2020-08-03	1	Белуха	2	42
2020-08-04	2	Белуха	3	15
2020-08-04	2	Морж	1	5
2020-08-05	3	Белуха	12	15
2020-08-05	3	Морж	4	227
2020-08-13	4	Б. медведь	15	17
2020-08-13	4	Морж	1	2
2020-08-15	5	Белуха	2	21
2020-08-15	6	Б. медведь	2	3
2020-08-15	6	Белуха	1	1
2020-08-15	6	Ластоногие	1	1
2020-08-16	7	Ластоногие	1	7
2020-08-16	8	Б. медведь	17	21
2020-08-16	8	Белуха	1	8
2020-08-17	9	Белуха	3	4
2020-08-20	10	Белуха	1	50

Фаунистический указатель объектов исследований приведен в табл. 6.

Таблица 6. Фаунистический указатель

Отряд	Подотряд	Семейство	Вид	Природоохранный статус ККРФ (Данилов-Данильян, 2001; Минприроды России, 2020)	Природоохранный статус МСОП (IUCN, 2020)
Хищные (Carnivora)		Медвежьи (Ursidae)	Белый медведь ( <i>Ursus maritimus</i> )	3 (Редкие виды (ККРФ))	VU (Уязвимые виды (МСОП))
Хищные (Carnivora)		Моржовые (Odobenidae)	Атлантический морж ( <i>Odobenus rosmarus</i> ssp. <i>rosmarus</i> )	2 (сокращающиеся в численности и/ или распространении)	NT (Виды, находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому (МСОП))
Хищные (Carnivora)		Настоящие тюлени (Phocidae)	Кольчатая нерпа ( <i>Pusa hispida</i> ssp. <i>hispida</i> )	нет	LC (Виды, вызывающие наименьшие опасения (МСОП))
Китообразные (Cetacea)	Зубатые киты (Odontoceti)	Нарваловые (Monodontidae)	Белуха ( <i>Delphinapterus leucas</i> )	нет	LC

Таблица 7. Встречаемость морских млекопитающих по маршрутам

Объект	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Белуха	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
Морж	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Б. медведь	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
Ластоногие	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-

### 3.1. Маршруты

Идентификаторы запланированных маршрутов приведены в [Приложении](#).

03 августа 2020 г., понедельник

UTC время заката в Амдерме - 18:04.

Облёт о-ва Вайгач.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
1	12:14	15:43	03:28	680	23	28	49

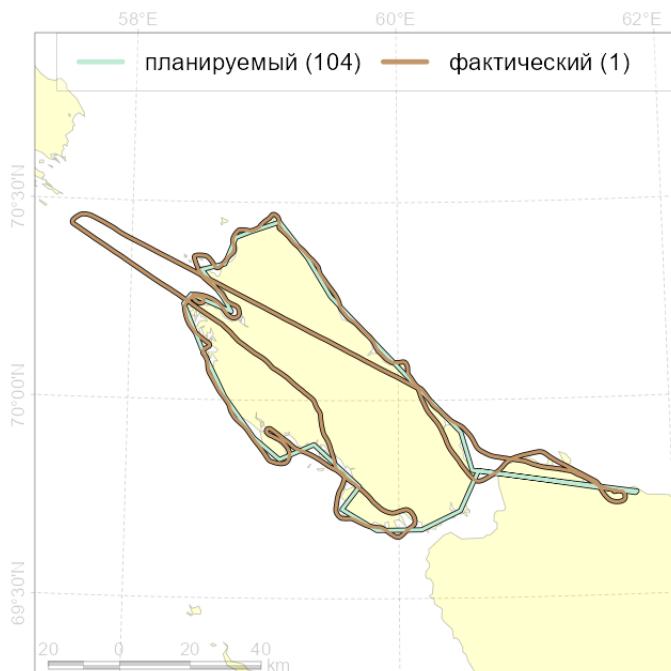


Рисунок 7. Заданный и фактический маршруты оз августи

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 4127.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
1	Белуха	2	42

#### 04 августа 2020 г., вторник

UTC время заката в Амдерме - 17:58.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
2	10:17	15:18	05:00	945	8	2	91



Рисунок 8. Заданный и фактический маршруты о4 августа

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 3288.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
2	Белуха	3	15
2	Морж	1	5

**05 августа 2020 г., среда**

UTC время заката в Амдерме - 17:51.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
3	11:13	15:53	04:39	938	16	11	73



Рисунок 9. Заданный и фактический маршруты 05 августа

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 2712.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
3	Белуха	12	15
3	Морж	4	227

**13 августа 2020 г., четверг**

UTC время заката в Амдерме - 17:05.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
4	10:11	14:22	04:11	805	31	42	28

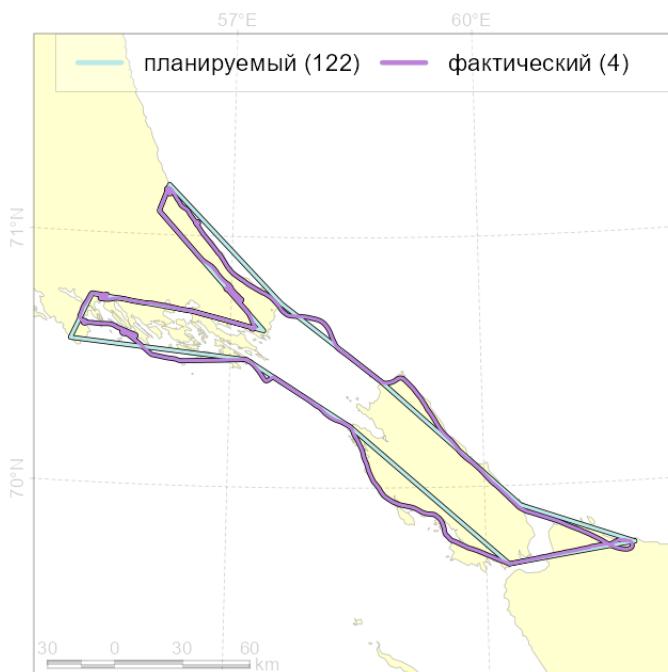


Рисунок 10. Заданный и фактический маршруты 13 августа

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 2688.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
4	Б. медведь	15	17
4	Морж	1	2

**15 августа 2020 г., суббота**

UTC время заката в Амдерме - 16:54.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
5	07:18	11:09	03:50	786	32	26	42
6	13:35	17:45	04:10	806	27	8	65

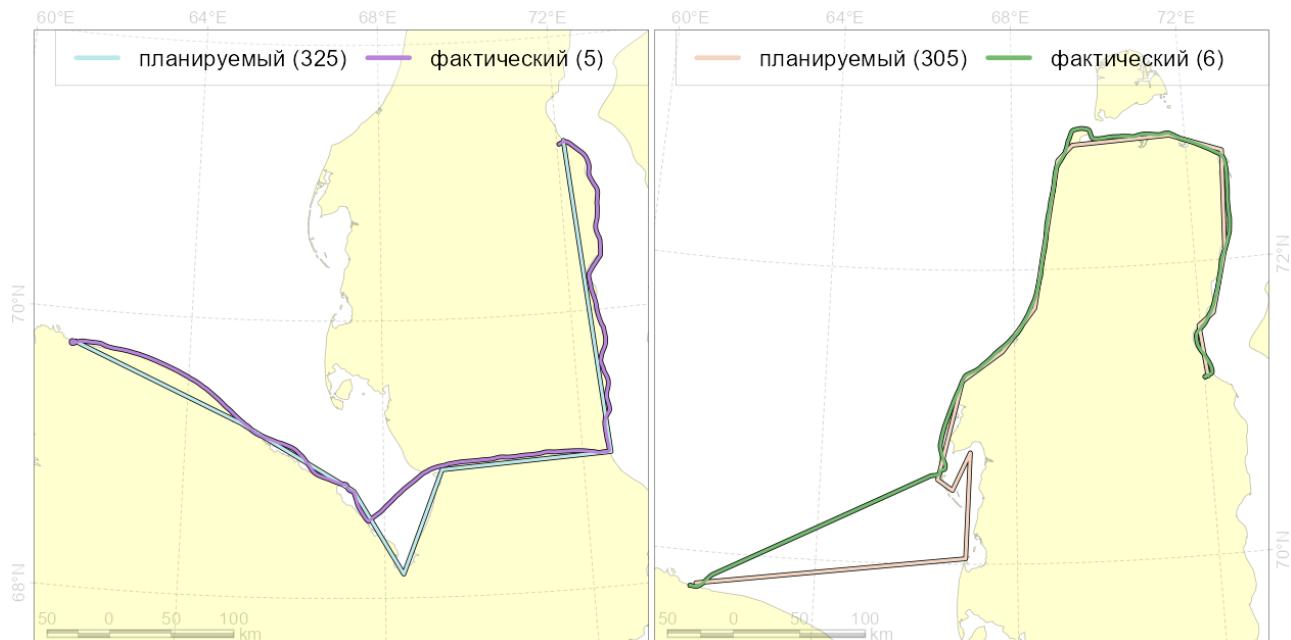


Рисунок 11. Заданный и фактический маршруты 15 августа

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 1753.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
5	Белуха	2	21
6	Б. медведь	2	3
6	Белуха	1	1
6	Ластоногие	1	1

#### 16 августа 2020 г., воскресенье

UTC время заката в Амдерме - 16:49.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
7	06:23	09:38	03:14	702	12	40	47
8	11:40	17:36	05:56	1172	20	32	48

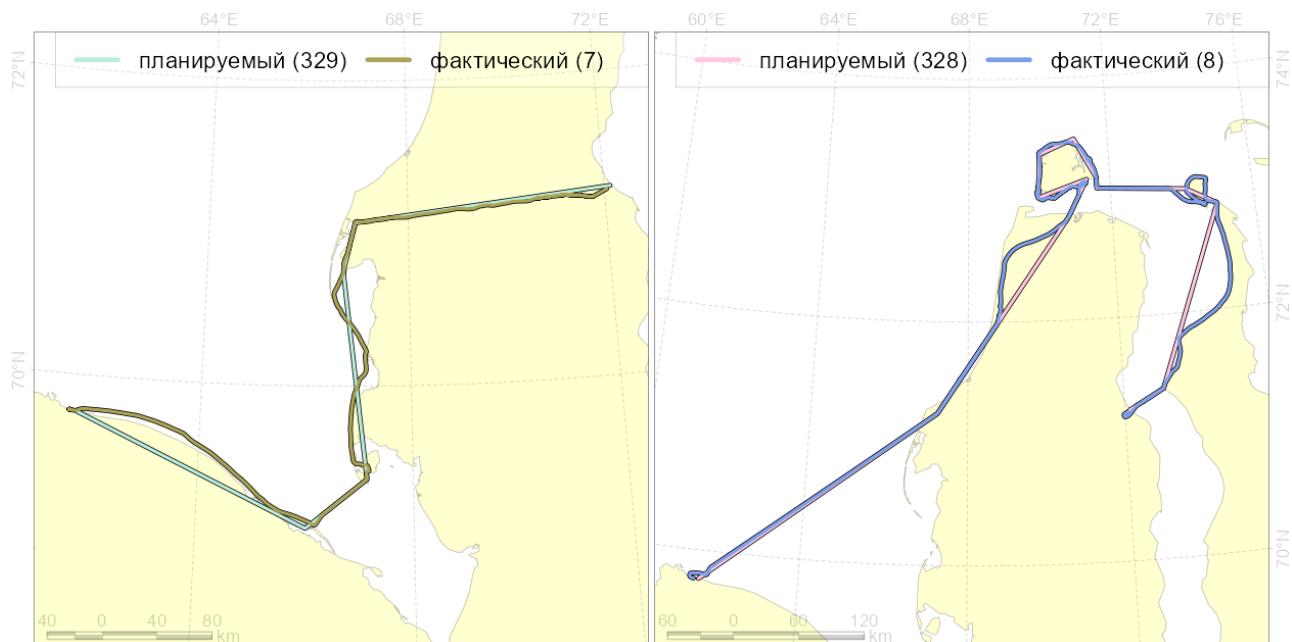


Рисунок 12. Заданный и фактический маршруты 16 августа

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 1208.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
7	Ластоногие	1	7
8	Б. медведь	17	21
8	Белуха	1	8

**17 августа 2020 г., понедельник**

UTC время заката в Амдерме - 16:43.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
9	10:08	14:58	04:50	1000	5	12	83



Рисунок 13. Заданный и фактический маршруты 17 августа

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 1485.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
9	Белуха	3	4

**20 августа 2020 г., четверг**

UTC время заката в Амдерме - 16:28.

Маршрут	Начало	Окончание	Продолжительность	Длина, км	Над берегом, %	Над сушей, %	Над морем, %
10	06:21	09:17	02:56	501	10	49	41
11	11:14	15:26	04:11	894	5	33	62

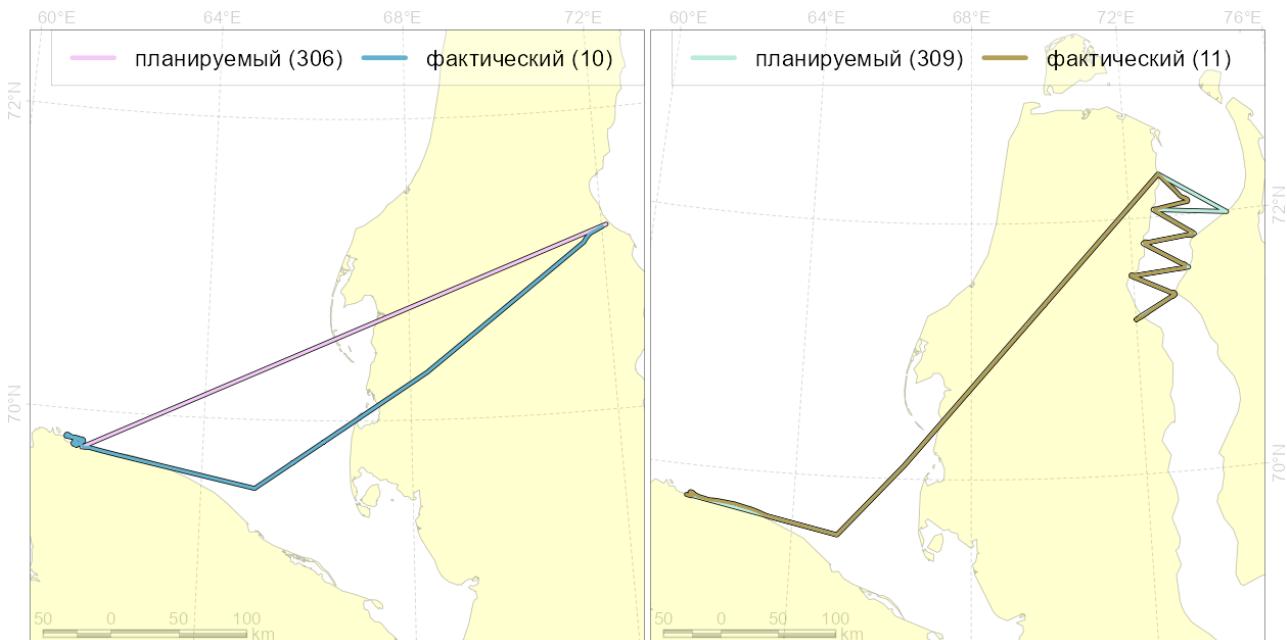


Рисунок 14. Заданный и фактический маршруты 20 августа

Количество снимков фотоаппарата программно-инструментального комплекса: 5326.

Маршрут	Объект	Встреч	Особей
10	Белуха	1	50

Вылет из Амдермы на грани метеоминимума. Полет вдоль побережья Югорского п-ова в условиях нулевой видимости.

При вылете из Сабетты устойчивый северо-восточный ветер. Первый галс против ветра, во время которого расчетное время прибытия в Амдерму оказывалось после заката. Принято решение сократить третий северный галс приблизительно наполовину. После поворота расчетное время прибытия стало существенно раньше, но экипаж не стал возвращаться к исходному маршруту. Ямал перелетали при попутном ветре, и в Амдерму прибыли как минимум за час до заката.

### 3.2. Морские млекопитающие

Встречи морских млекопитающих разделены по группам, преимущественно сформированным по видам: белый медведь, атлантических морж, белуха и тюлени. Результаты встреч морских млекопитающих, сгруппированных пространственно, представлено на рис. 15. Пространственное распределение регистрации морских млекопитающих по группам представлено на рис. 16. Для выделения областей, в которых осуществлялась регистрация морских млекопитающих, район исследования разбит на сетку, состоящую из шестиугольных ячеек с расстоянием 30 км между центрами (рис. 17).



Рисунок 15. Встречи морских млекопитающих, сгруппированные пространственно

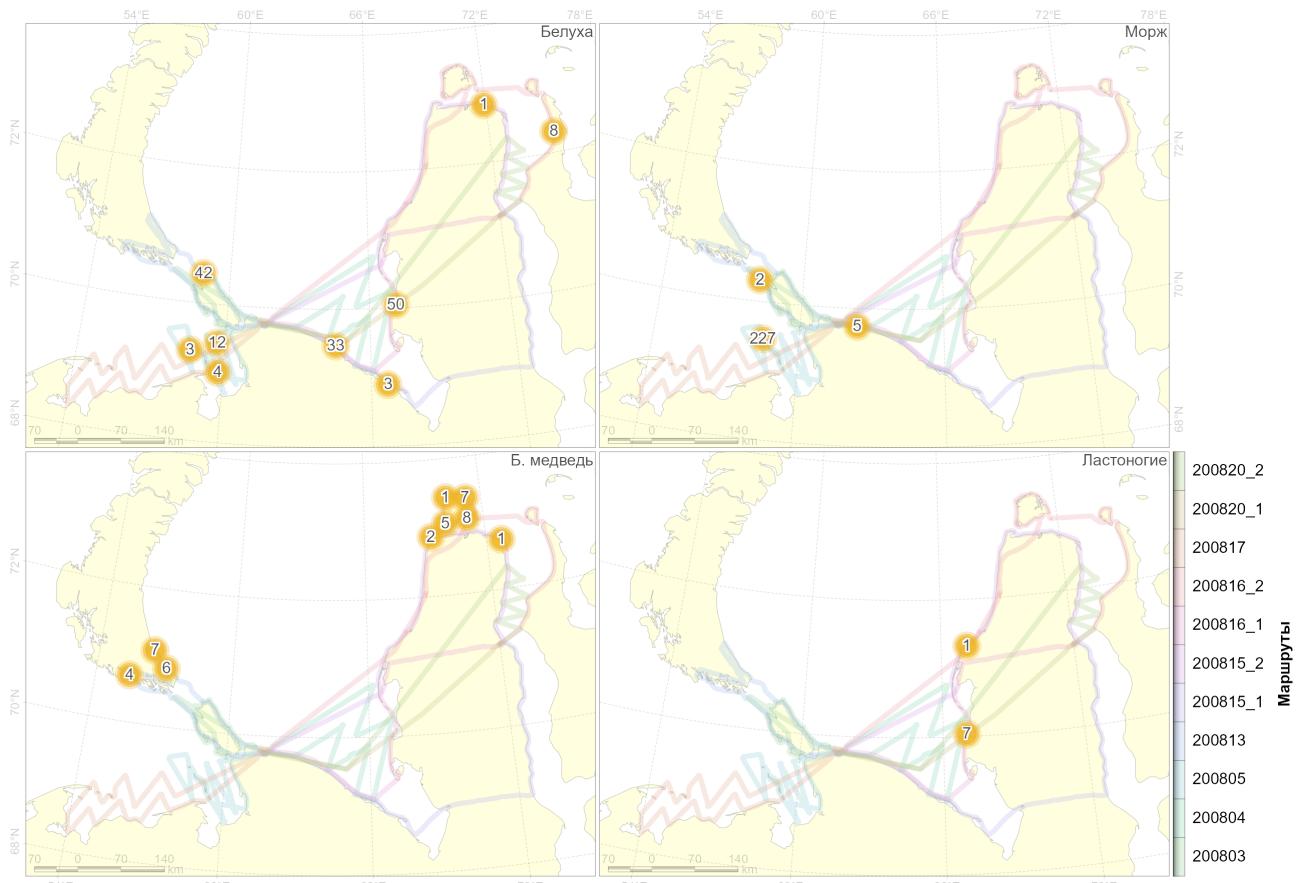


Рисунок 16. Регистрация морских млекопитающих по видам

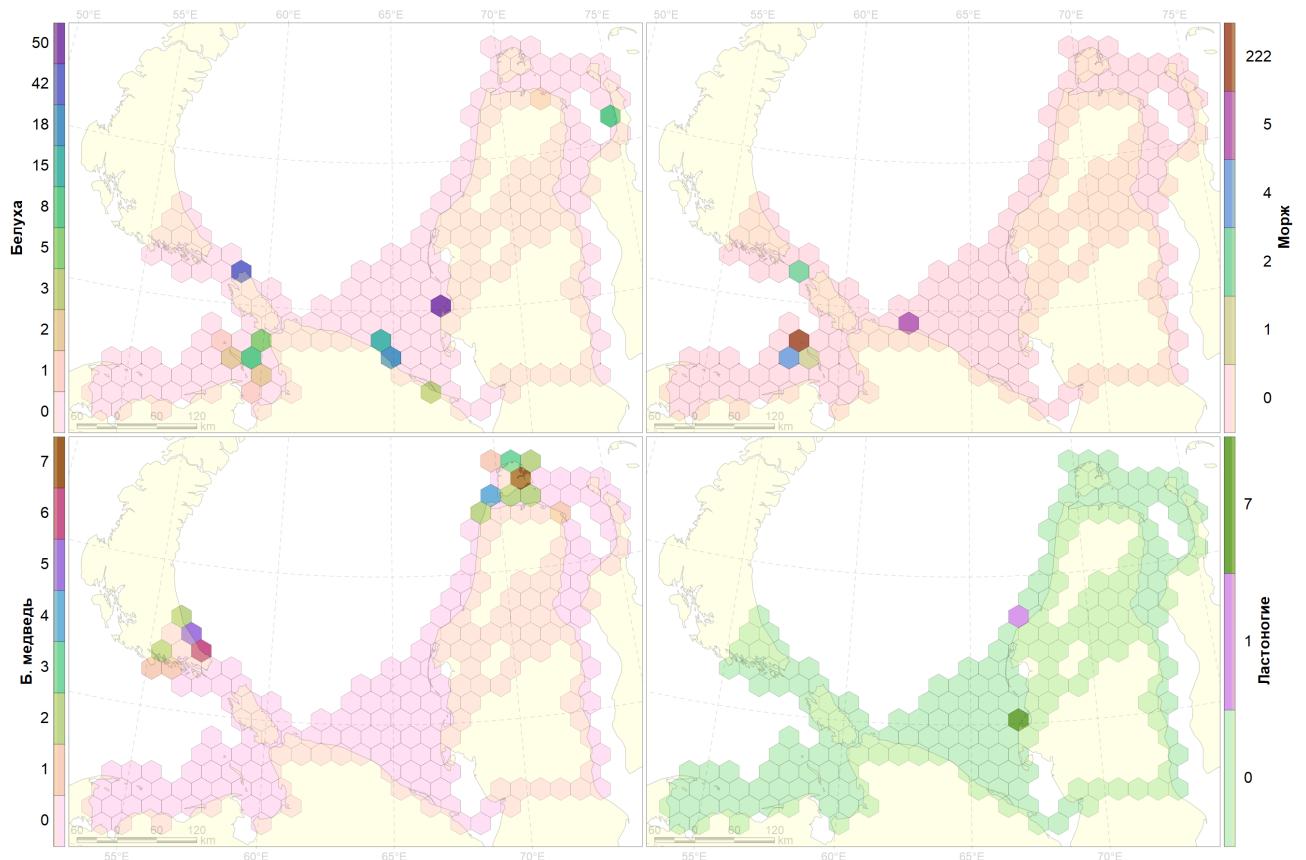


Рисунок 17. Регистрация морских млекопитающих по видам в шестиугольных ячейках сетки, образованной по фактическим моршрутам

### 3.2.1. Белый медведь

Представители вида зарегистрировались [13 августа](#) (маршрут 4), [15 августа](#) (маршрут 6), [16 августа](#) (маршрут 8).

- Южная оконечность о. Южный архипелага Новая Земля ([13 августа](#)) - число особей: 17
  - придерживаются возвышенного рельефа вблизи русел рек
- Северное побережье п-ова Ямал ([15 августа](#)) - число особей: 3
  - вблизи береговой линии
- Побережье о-ва Белый ([16 августа](#)) - число особей: 21
  - чаще всего в группах по двое
  - плотность выше на южном и восточном берегах
  - большинство на умеренном расстоянии от кромки воды
  - вблизи полярной станции за две недели до учета скопление из 15 белых медведей
  - один плывущий в сторону п-ова Ямал белый медведь у южного берега о-ва Белый

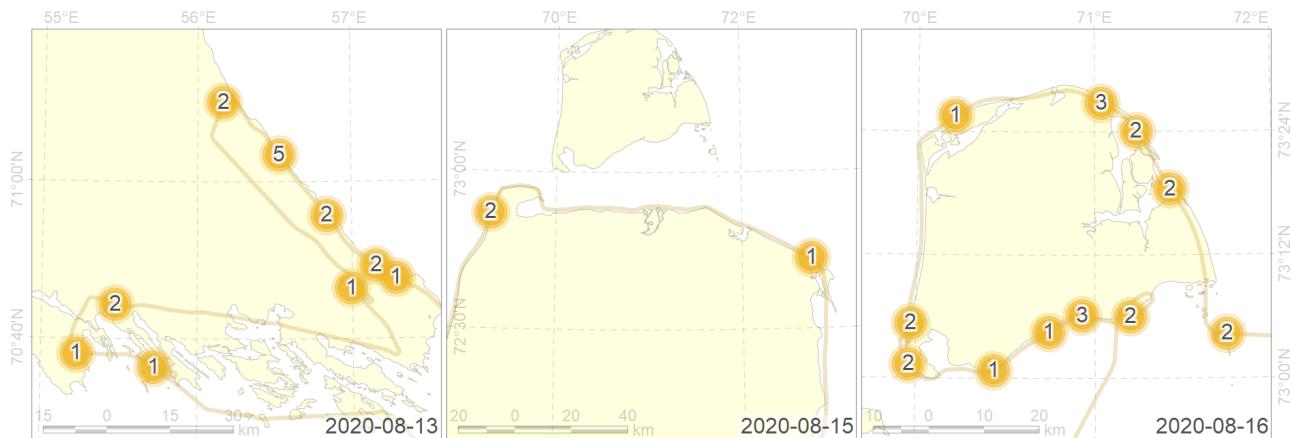


Рисунок 18. Распределение встреч белого медведя

По итогам исследований отмечено, что белые медведи чаще всего встречаются вблизи береговой линии либо на умеренном расстоянии от нее, избегают сильно заболоченных территорий и предпочитают местообитания вблизи русел рек или на возвышенностях в окружении арктической тундры (рис. 19). Большинство особей регистрировалось на территориях с низкой степенью заболоченности.



Рисунок 19. Белый медведь, зарегистрированный [13 августа](#) на о. Южный архипелага Новая Земля.

Белые медведи встречались группами по 1-2 особи. Сильно истощенных особей наблюдателями отмечено не было – все животные находились в удовлетворительном физическом состоянии и активно передвигались.

Стоит отметить, что все животные спокойно реагировали на пролетающий над ними самолет несмотря на низкую высоту полета и громкие звуки, издаваемые двигателями. Этот факт подтверждает, что использование самолетов малой авиации при проведении подобных работ безвредно для животных, не причиняет им вреда и не доставляет дискомфорта.

### 3.2.2. Атлантический морж

Представители вида регистрировались [04 августа](#) ( маршрут 2), [05 августа](#) ( маршрут 3), [13 августа](#) ( маршрут 4).

Осуществлены пролёты над девятью известными лежбищами в Карском и Печорском морях (рис. 20). Кроме лежбища на о. Матвеев ([05 августа](#)), животных на них не оказалось. В работах других исследовательских групп в те же сроки и в тех же районах также отмечается малое число моржей (например, [Лескова и Юлусова \(2020\)](#)).

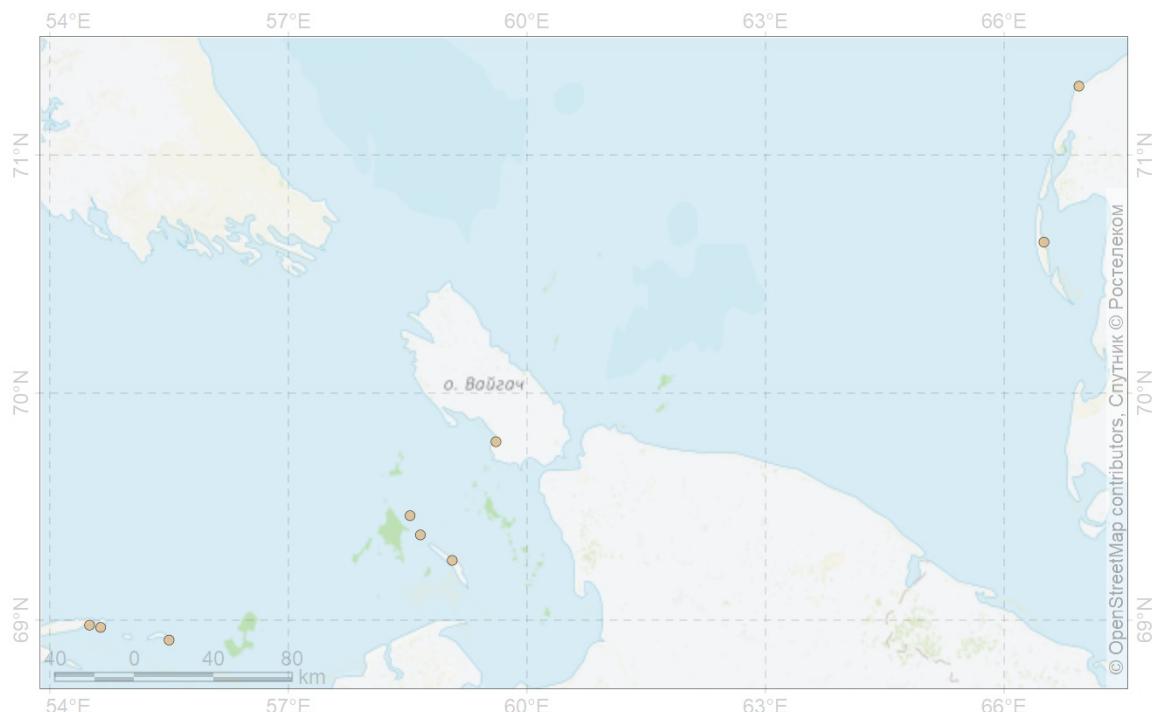


Рисунок 20. Места, по которым имелись сообщения по возможным лежбищам моржей.

При пролете лежбища на о. Матвеев ([05 августа](#)) паники среди животных не возникло. По инструментальной съемке рис. 21 на о. Матвеев подсчитано 223 моржа.



Рисунок 21. Моржи на о. Матвеев по данным инструментальной съемки в видимом диапазоне

В инфракрасном диапазоне моржи на о. Матвеев ([05 августа](#)) выглядят яркими пятнами (рис. [22](#)), поэтому применение тепловизора оказалось эффективным.

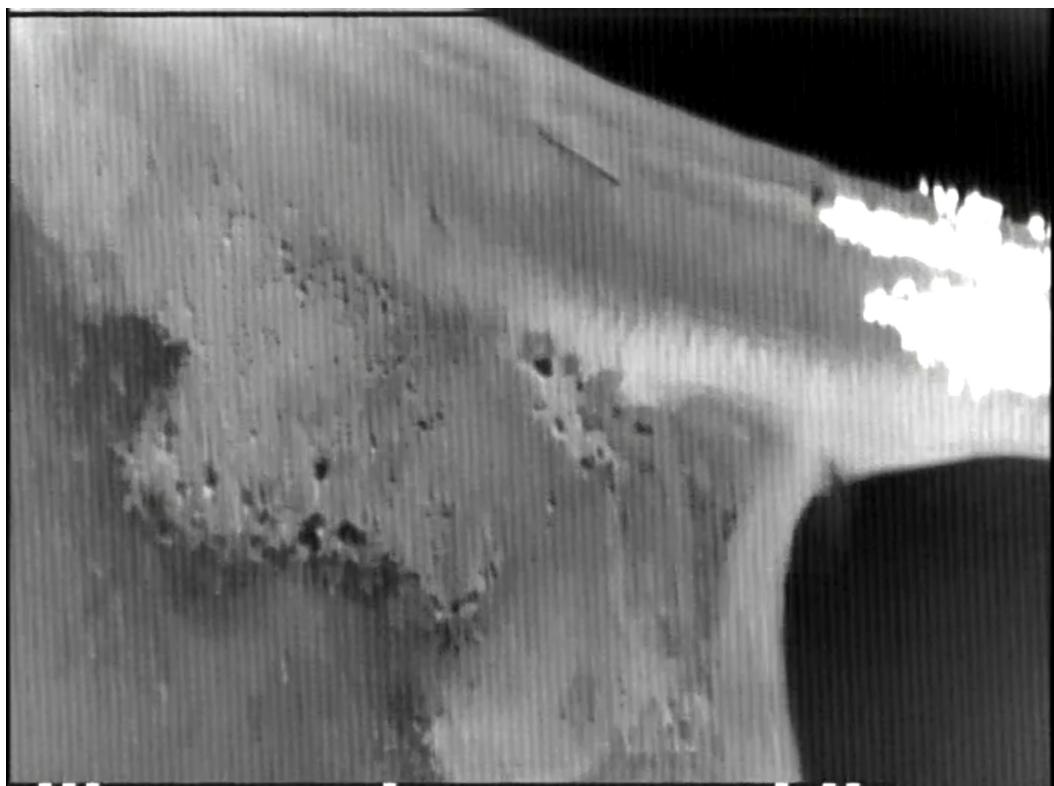


Рисунок 22. Моржи на о. Матвеев по данным инструментальной съемки в инфракрасном диапазоне

Несколько раз удалось зафиксировать моржей в воде; для одного случая ([04 августа](#)) сделана серия фотоснимков, пример фрагмента одного из них (Nikon D7500 5328 2020-08-04 18:05:45) приведен на рис. [23](#)). Обнаружение моржей в воде важно для оценки динамики лежбищ, особенно, в период формирования залёжки.

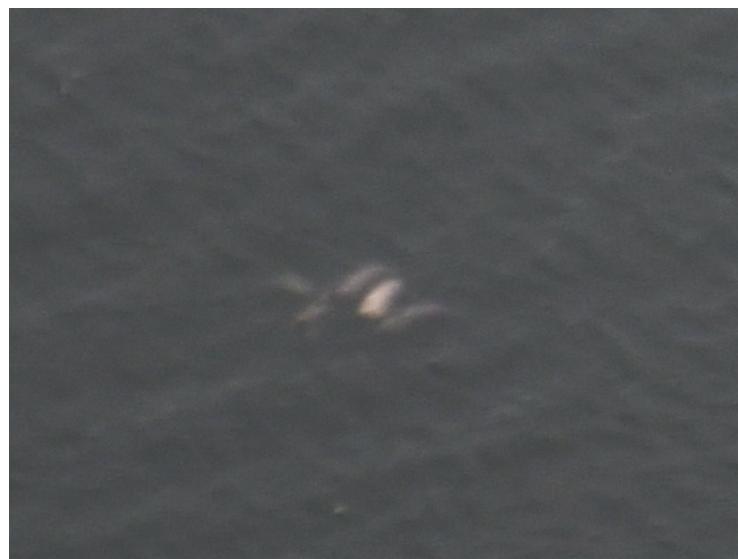


Рисунок 23. Фрагмент фотографии с моржами в воде

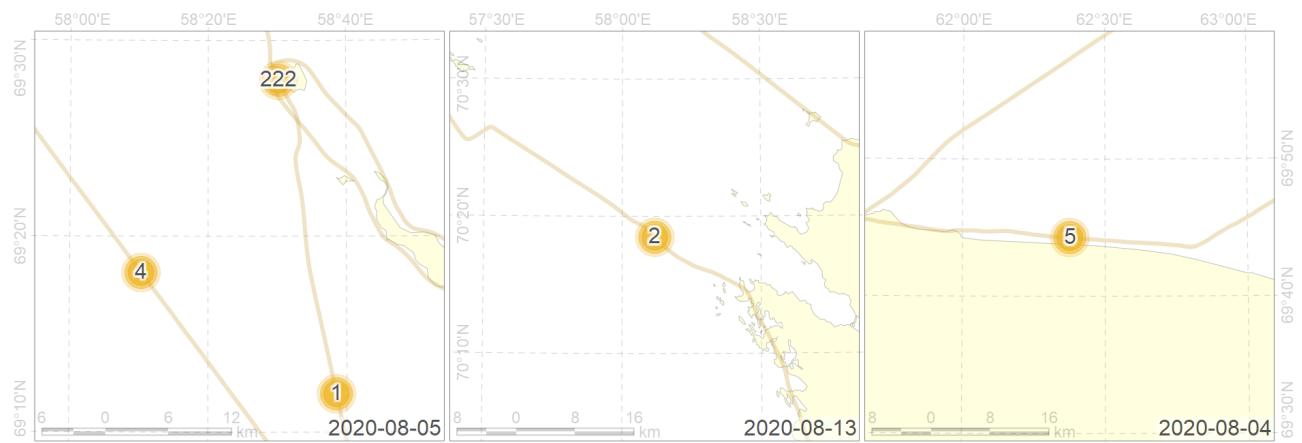


Рисунок 24. Распределение встреч атлантического моржа

### 3.2.3. Белуха

Представители вида регистрировались [о3 августа](#) (маршрут 1), [о4 августа](#) (маршрут 2), [о5 августа](#) (маршрут 3), [15 августа](#) (маршрут 5), [15 августа](#) (маршрут 6), [16 августа](#) (маршрут 8), [17 августа](#) (маршрут 9), [20 августа](#) (маршрут 10).



Рисунок 25. Белухи на фрагменте фотографии из блистера второго пилота

Трижды встречались стада (крупные группы) белух. При регистрации одиночных особей в двух случаях зафиксировано поведение питания. Кружасиеся, а не проносящиеся целенаправленно, морские птицы (чайки и пр.) могут быть индикатором охоты или добытой жертвы. В Печорском море отмечена самка белухи с детенышем.



Рисунок 26. Белухи на фрагменте фотографии программно-аппаратного комплекса

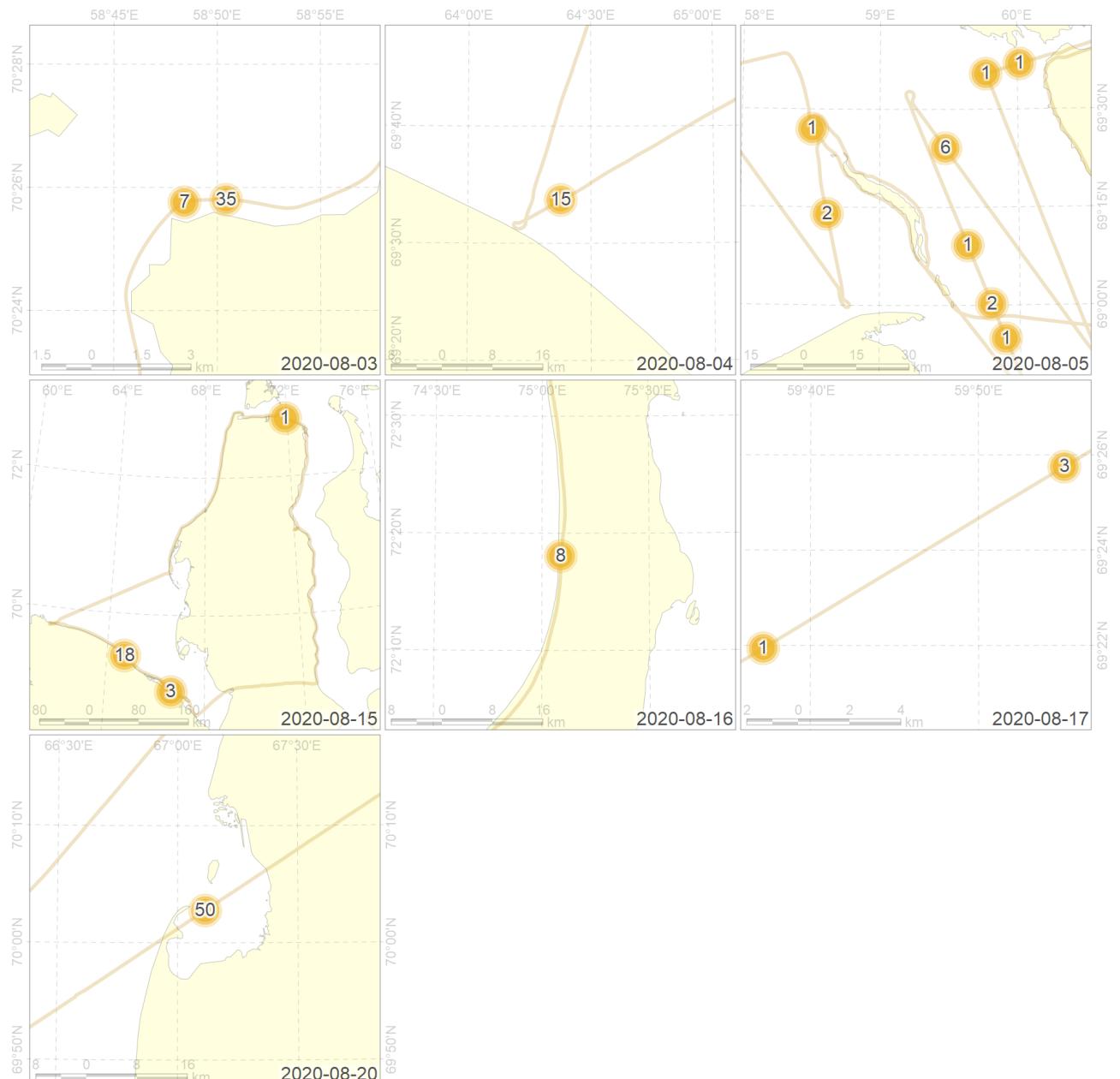


Рисунок 27. Распределение встреч белухи

### 3.2.4. Ластоногие

Представители вида зарегистрировались [15 августа](#) (маршрут 6), [16 августа](#) (маршрут 7).

Наблюдателями зарегистрирована одна, с очень большой вероятностью, кольчатая нерпа, в воде. Также зарегистрировано семь, вероятно, тюленей, но, возможно, моржей, на косе, некоторые из которых в течение пролета сошли в воду. Во втором случае не удалось избавиться от неопределенности, так как наблюдателями животные идентифицировались как тюлени, но при камеральной обработке серий фотографий, одна из которых представлена на рис. 28, контуры некоторых животных отчасти похожи на моржовые.



Рисунок 28. Фрагмент фотографии с животными на косе м. Белужий Нос (Вэбаркасалая)

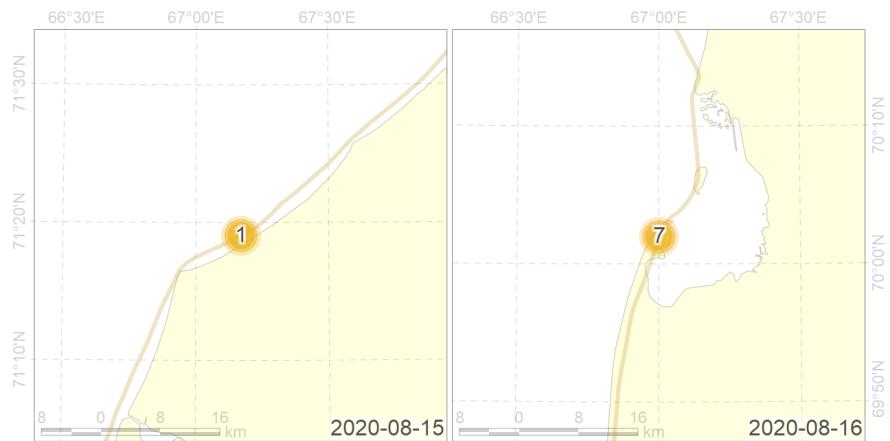


Рисунок 29. Распределение встреч ластоногих

### 3.3. Загрязнения

При анализе загрязнений использовались принципы из работ ([Garcia-Garin et al., 2020](#); [Lambert et al., 2020](#)).

В ходе проведенных исследований следы антропогенного воздействия (в том числе в местообитаниях белого медведя) отмечены на всех маршрутах. Среди наиболее часто встречающихся видов мусора – пластиковые сети и буи, ржавые металлические бочки от горюче-смазочных материалов (рис. 30), оставленные на берегу и на месте бывших и существующих поселений человека, а также брошенная техника.



Рисунок 30. Свалка бочек ГСМ (горюче-смазочные материалы) на полуострове Ямал



Рисунок 31. Оставленный в тундре пластиковый мусор (синий цвет)

Пластиковый мусор (рис. 31) представляет серьезную опасность для окружающей среды, особенно в пределах береговой полосы. Разрушаясь под воздействием внешних факторов, крупные пластиковые отходы разлагаются на более мелкие части (микропластик) и, попадая в море, проникают в организм животных, что влечет за собой негативные последствия для их здоровья, такие как накопление во внутренних органах, их непосредственное повреждение и нарушение их функционирования. Как и любой другой вид загрязнения, пластик активно перемещается по трофической цепи при поедании одними животных другими.

Бочки от горюче-смазочных материалов также представляют серьезную угрозу как для береговых, так и для морских экосистем. Часть емкостей может быть заполнена нефтепродуктами. Ржавые емкости нередко повреждаются, что влечет за собой разлив нефтепродуктов на поверхность земли с последующим проникновением в почву. Далее нефтепродукты попадают либо из почвы в реки и далее – в море, либо непосредственно в море, если разлив произошел в пределах береговой полосы.

**Распределение скоплений мусора на исследуемой территории**

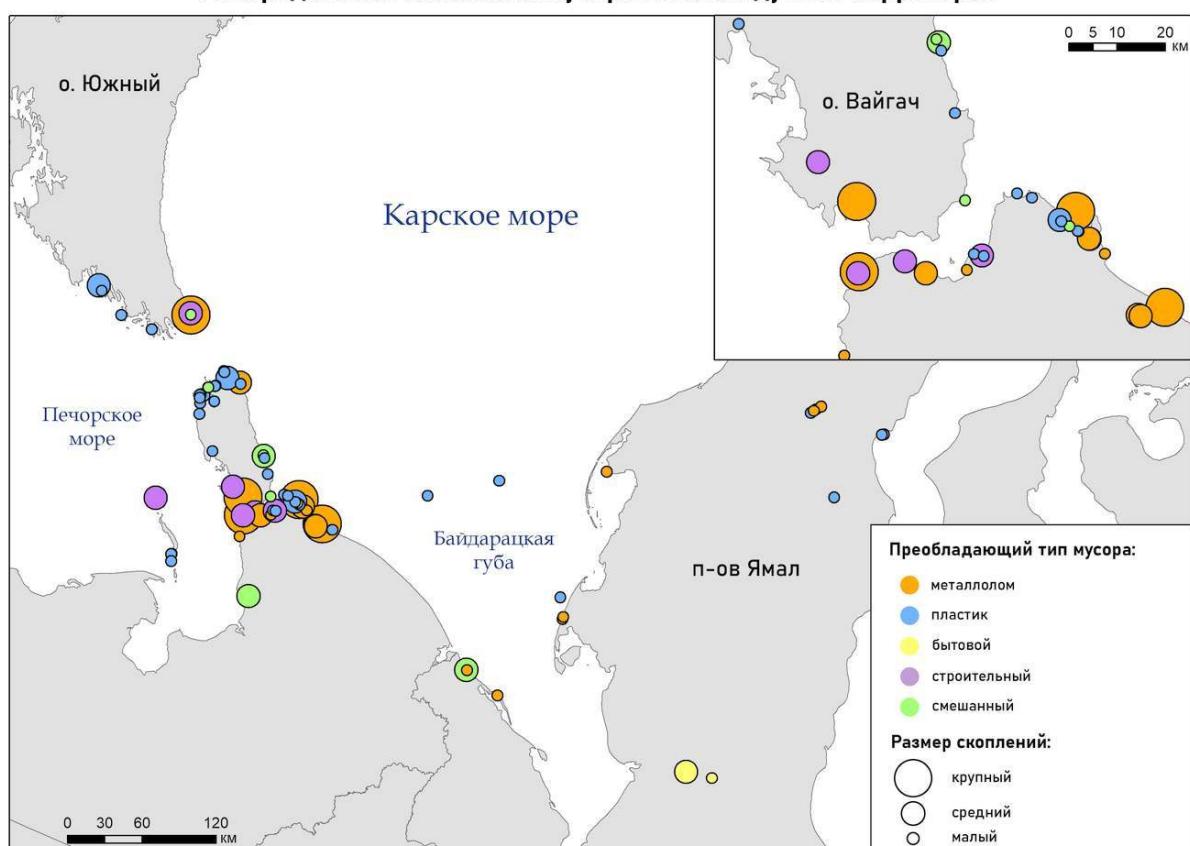


Рисунок 32. Распределение загрязнений, зафиксированных на маршрутах<sup>8</sup>.

Иллюстрация: Ангелина Гнеденко

Классификация мусора, используемая в исследовании, основывается на существующих классификациях плавающего морского мусора (Bergmann *et al.*, 2015; Lambert *et al.*, 2020), адаптированных в соответствии с особенностями исследуемой территории. Были выделены следующие категории по преобладающему типу отходов:

- Пластик
- Металлолом
- Бытовой
- Строительный
- Смешанный

По размеру скопления подразделяются на малые (менее десятка единиц отходов), средние (несколько десятков единиц отходов), крупные (от полусотни единиц отходов и крупнее)

Все снимки просматривались наблюдателем на предмет наличия плавающего и находящего на суше мусора, обнаруженные скопления вносились в таблицу с пометкой о названии снимка, времени съемки, типе мусора и размере скопления. Затем с использованием этой таблицы на основе векторного слоя точек съемки, полученных из файла телеметрии, в ArcGIS 10.4 был создан слой скоплений мусора, обнаруженных на исследуемой территории.

Подавляющее большинство обнаруженных скоплений расположено в прибрежной зоне, плавающий мусор встречается единично и относится к пластиковым отходам. Наибольшее количество скоплений мусора расположено в районе проливов Югорский Шар и Карские Ворота, что связано с активной хозяйственной деятельностью в этом и пролеганием маршрута Северного морского пути.

На рис. 32 отмечены преобладающий тип мусора и размер скоплений. Всего выявлено 84 точки со скоплениями мусора, большинство из которых относится к пластиковым отходам (43 точки), следующая по частоте встречаемости категория – металлолом (22 точки). Однако, стоит учитывать, что крупнейшие по объему скопления состоят из металлолома, что объясняется его концентрацией поблизости от населённых пунктов и хозяйственных построек.

Значительная часть восточного побережья Ямал с более высокой частотой встреч между Сёяхой и Сабеттой загрязнена материалом «Пеноплэкс» (выявлено в ходе экспедиции [Рожнов и др. \(2020\)](#)). Возможно, произошло нарушение хранения и/или транспортировки, и материал с низкой плотностью разнесло ветром. При преобладающем северном ветре источником загрязнения могла быть Сабетта или её окрестности. В ходе экспедиции ([Рожнов и др., 2020](#)) пеноплэкс встречен также и на западном побережье п-ова Явай и даже в центре южной части п-ва Ямал.

## **4. Выводы и предложения**

Перед экспедицией стояла задача оценки возможности использования самолета-амфибии малой авиации LA-8 для комплексного учета морских млекопитающих и загрязнений, а также для проведения фото- и видеосъемки и использования медиаматериалов для задач широкого профиля, в том числе и для научных потребностей. Ввиду ограничений из-за сроков проведения экспедиции, использования дополнительных аэропортов базирования, внепланового технического обслуживания самолета ожидаемые результаты были получены частично, однако, в целом, самолет с установленным программно-инструментальным комплексом зарекомендовал себя надежным помощником в сборе данных по изучению экологии белого медведя и других морских млекопитающих.

При этом для увеличения эффективности работ предлагается ряд технических и методических улучшений.

### **4.1. По самолету**

У LA-8 большой нос, препятствующий обзору даже из кабины пилотов. Как следствие – ограничение по обзору при малых углах от надира. Поэтому важна надежность работы программно-аппаратного комплекса, особенно периодичность съемки фотоаппарата без сбоев, чтобы исключить пропуски данных. При отсутствии комплекса необходимо уменьшение высоты полета с возрастанием нагрузки на бортнаблюдателей, но при этом могут быть пропущено часть подводных объектов вблизи поверхности (например, [белухи](#)).

Как показала практика, уменьшение скорости полета для получения медиаматериалов с помощью «каркалыги» за счет выпуска закрылков неэффективно из-за увеличивающейся вибрации.

### **4.2. Усовершенствование методики**

Состав рабочей группы – не менее двух человек наблюдателей с каждого борта. С инструментальным комплексом – не менее трех!

Материковая часть Ямала может быть использована для тренировки бортнаблюдателей на регистрации [северных оленей](#) для работы в команде на борту, так как частота встречаемости объектов, контраст со средой, размер группы для их подсчета – всё является хорошим опытом для применения при учете более сложных объектов – морских млекопитающих.

### **4.3. Усовершенствование программно-аппаратного комплекса**

Желательные улучшения при сохранении малых габаритов программно-аппаратного комплекса:

- Фотоаппарат меньшего размера при сохранении качества съёмки и разрешения матрицы для возможности использования объективов разного размера и соответственно, разного фокусного расстояния.
- Сенсор инфракрасного диапазона (тепловизор): необходимо большее разрешение матрицы тепловизора, также желательна возможность смены объектива.
- Дополнительные датчики работоспособности каждого элемента комплекса.
- Обеспечение автономного (не менее 1.5ч при передаче данных) питания без использования бортовой сети.
- USB-кабель внутри корпуса самолета для управление настройками фотоаппарата и контроля кадров из самолёта.
- Также желательны некоторые изменения программы «Skat»: возможность записи GPS трека и отображение пройдённого маршрута на карте, автоматическая подстройка частоты кадров фотоаппарата в зависимости от высоты полёта.

#### **4.4. Проведение сплошного учета в Карском море в весенний период**

Площадные учёты надо льдами различных типов с частичным захватом суши регулярными галсами с целью оценки численности белого медведя и сбора медиаматериалов.

Выбор МСОП субпопуляции Карского моря обусловлен наличием сети аэропортов рис. 33, позволяющей работать по маршрутам рассматриваемыми типами ЛА (летательный аппарат) и осуществлять переброску участников и экспедиционного оборудования.

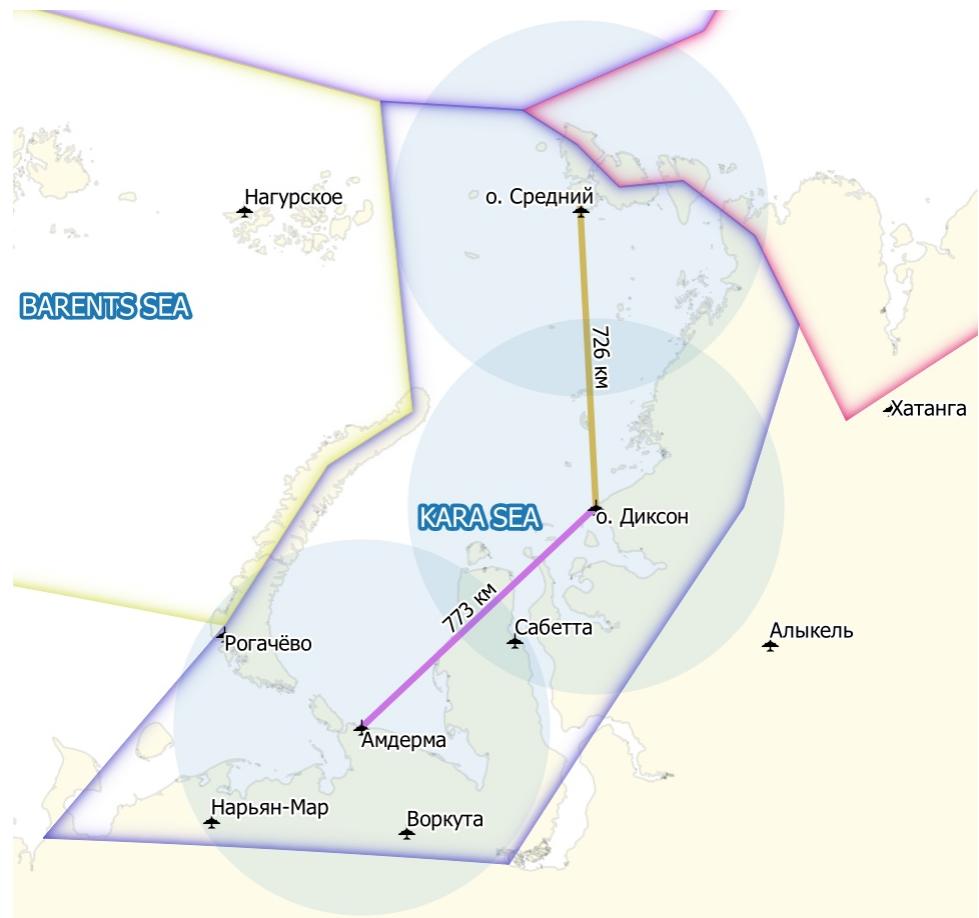


Рисунок 33. Сеть базирования для учета МСОП субпопуляции Карского моря

На данном этапе сформированы предварительные маршруты с целью равномерного покрытия всей акватории, относящуюся к МСОП субпопуляции Карского моря с предельной дальностью до 1400 км. Сеть маршрутов приведена на рис. 34; информация о длине ВПП взята с сайта Межрегиональной общественной организации пилотов и граждан-владельцев воздушных судов «АОПА-Россия».

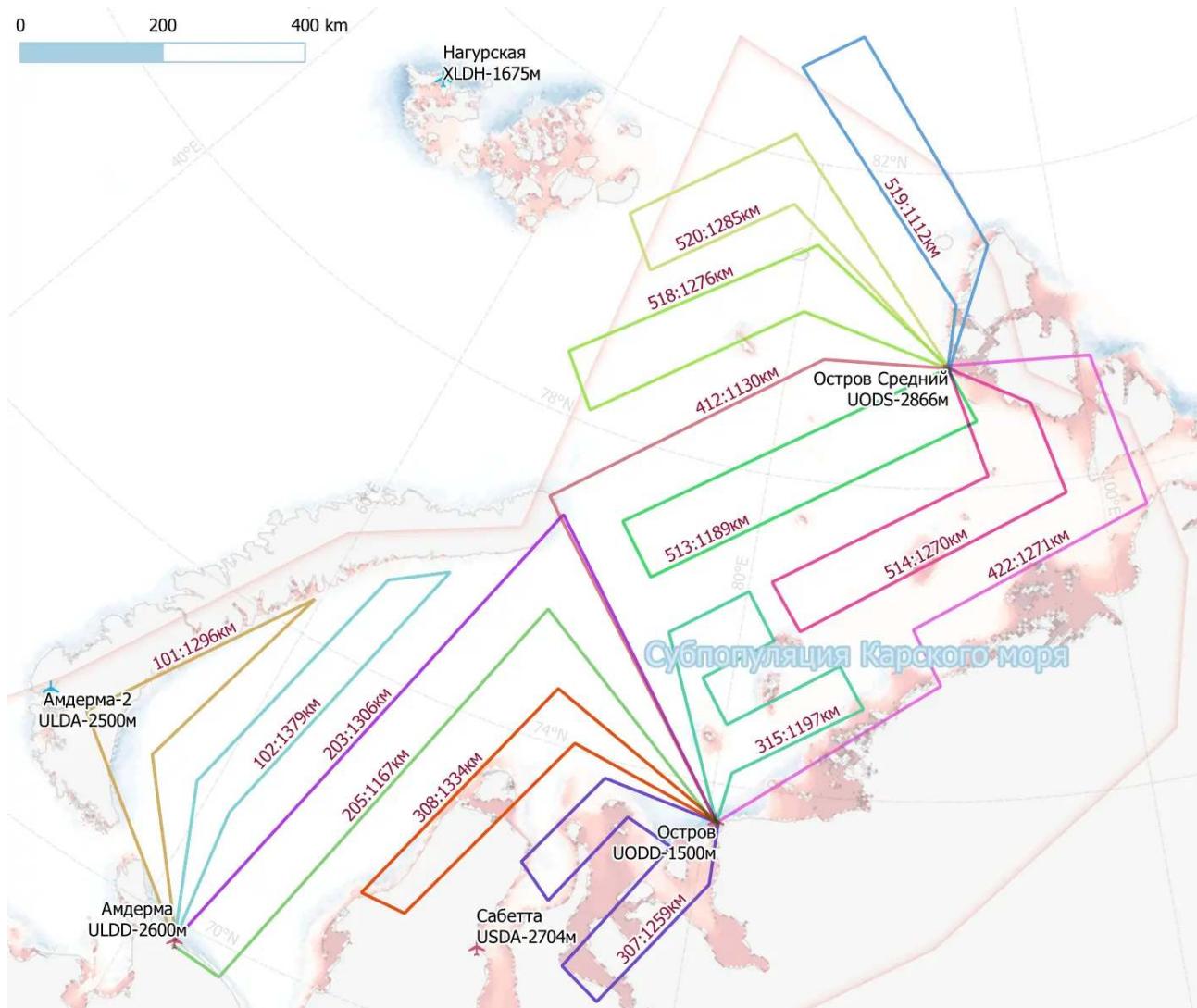


Рисунок 34. Сеть маршрутов для учета МСОП субпопуляции Карского моря

Общая длина маршрутов составляет около 17500 км. При скорости 100 узлов это соответствует 94 часам летного времени. Это в два раза больше налета летней экспедиции 2020 г.

#### 4.5. Симуляция авиационного учета в Карском море

По состоянию на 2019 г. (более свежих оценок на сегодняшний день нет) Группа специалистов по белому медведю МСОП дает номинальную оценку численности МСОП субпопуляции Карского моря как “неизвестно” (IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 2019). Для южной части Карского моря Матишов и др. (2013) дают оценку 2700 особей, однако это утверждение должно восприниматься критически из-за отсутствия описания используемых математических методов. В КК РФ приведены оценки численности карско-баренцевоморской популяции на начало 80-х гг. в 3000-6700 особей и на начало 90-х гг. в 2500-5000 особей (Данилов-Данильян, 2001). При принятой оценке численности МСОП субпопуляции Баренцева моря в 2650 особей с 95% доверительным интервалом от 1900 до 3600 (Aars et al., 2009) на Карское море должно приходиться не более 2500 особей.

При предположении, что размер выводка при выходе из берлоги составляет 1.6, максимальная продолжительность жизни 30 лет, смертность взрослой особи чуть менее 0.1, смертность сеголетков 0.30-0.35, и размер популяции более-менее стабилен, получается, что детеныши этого и прошлого года составляют около 30% населения (Platonov, 2019, с изменением параметров), а для численности взрослого населения в первом приближении можно взять оценку в полторы тысячи особей. Такое допущение сделано для того, чтобы не определять оценку размера выводка, так как не ожидается, что в ходе авиаучетных работ будет собрано для этого достаточного объема данных.

Мы рассмотрели данные по ледовой обстановке по состоянию на апрель 2019 г. и построили для этого периода функции использования ресурсов среды (Durner *et al.*, 2009) (количественная абиотическая характеристика активности использования данного биотопа) для периода максимальной протяженности льда (рис. 35) и периода таяния (рис. 36).

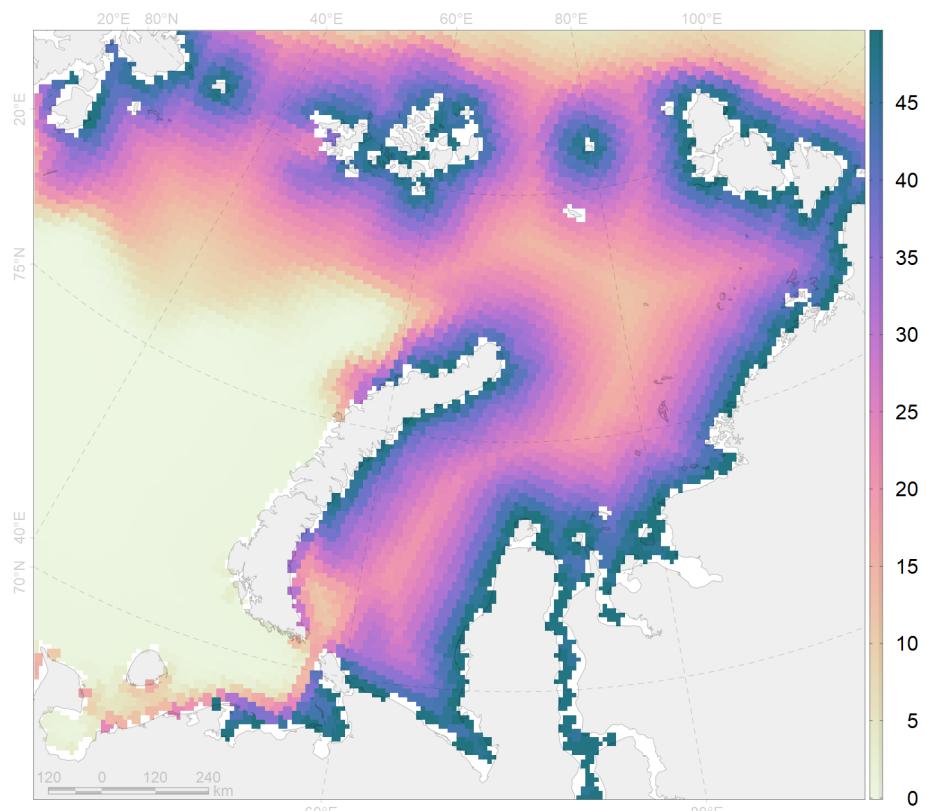


Рисунок 35. Функция выбора ресурсов для сезона максимальной протяженности льда для апреля 2019 г.

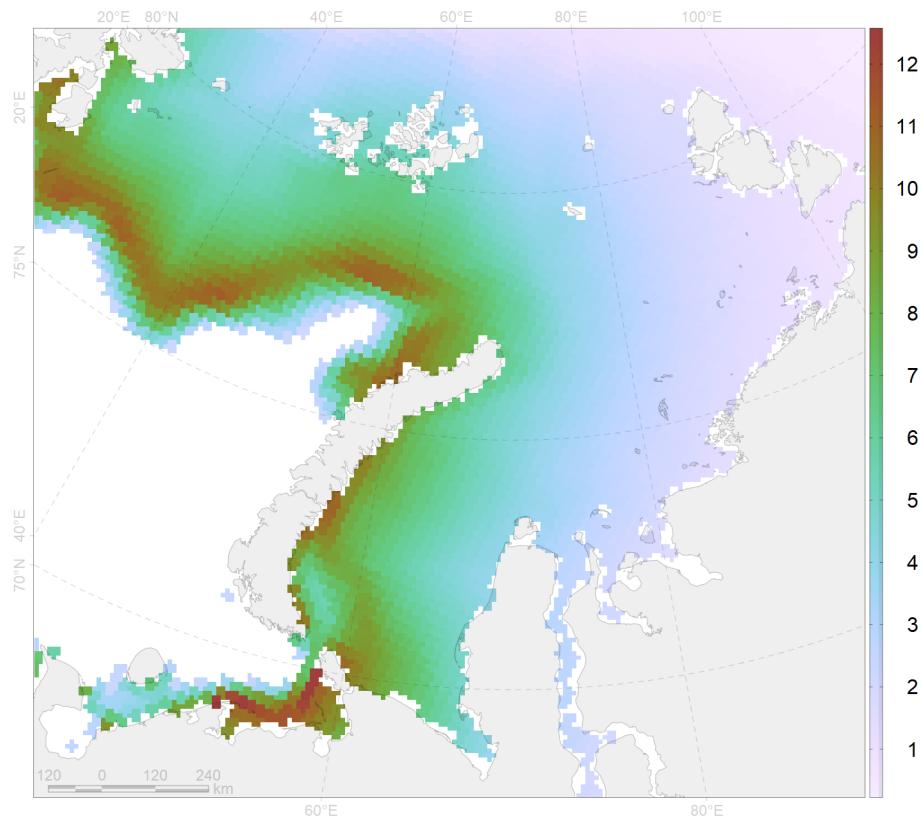


Рисунок 36. Функция выбора ресурсов для сезона ледотаяния для апреля 2019 г.

Построено десять симуляций распределения животных при фиксированной сети маршрутов. Для дальности обнаружения использована убывающая функция от 1 при дальности 0м до ~0.5 при дальности 1000м (рис. 37). Свыше 1000м зарегистрированные животные не включаются в анализ. Для каждой симуляции использована плотность населения, пропорциональная ресурсной функции для максимальной протяженности льда (рис. 36), и осуществлен разброс 1500 особей взрослого населения. В отчете использована симуляция с кодом «24766188». При расселении животных (без учета зависимых детенышей) как на рис. 38 результаты регистрации белых медведей получаются такие, как на рис. 39. В десяти симуляциях число встреченных животных в среднем 39 и изменяется от 32 до 51.

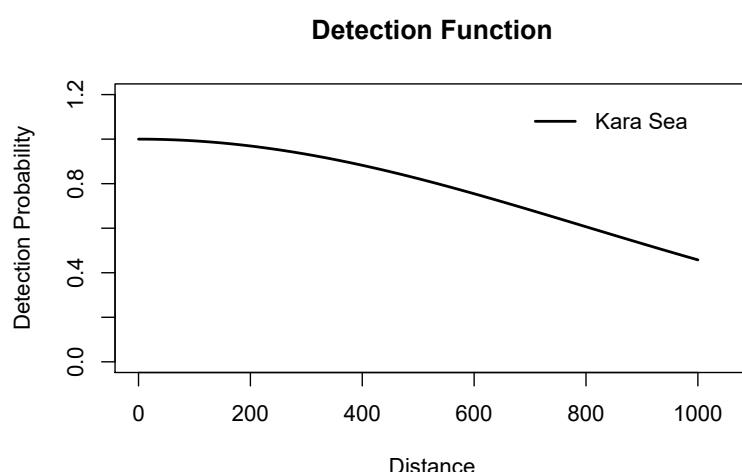


Рисунок 37. Вероятность обнаружения животных в зависимости от дальности

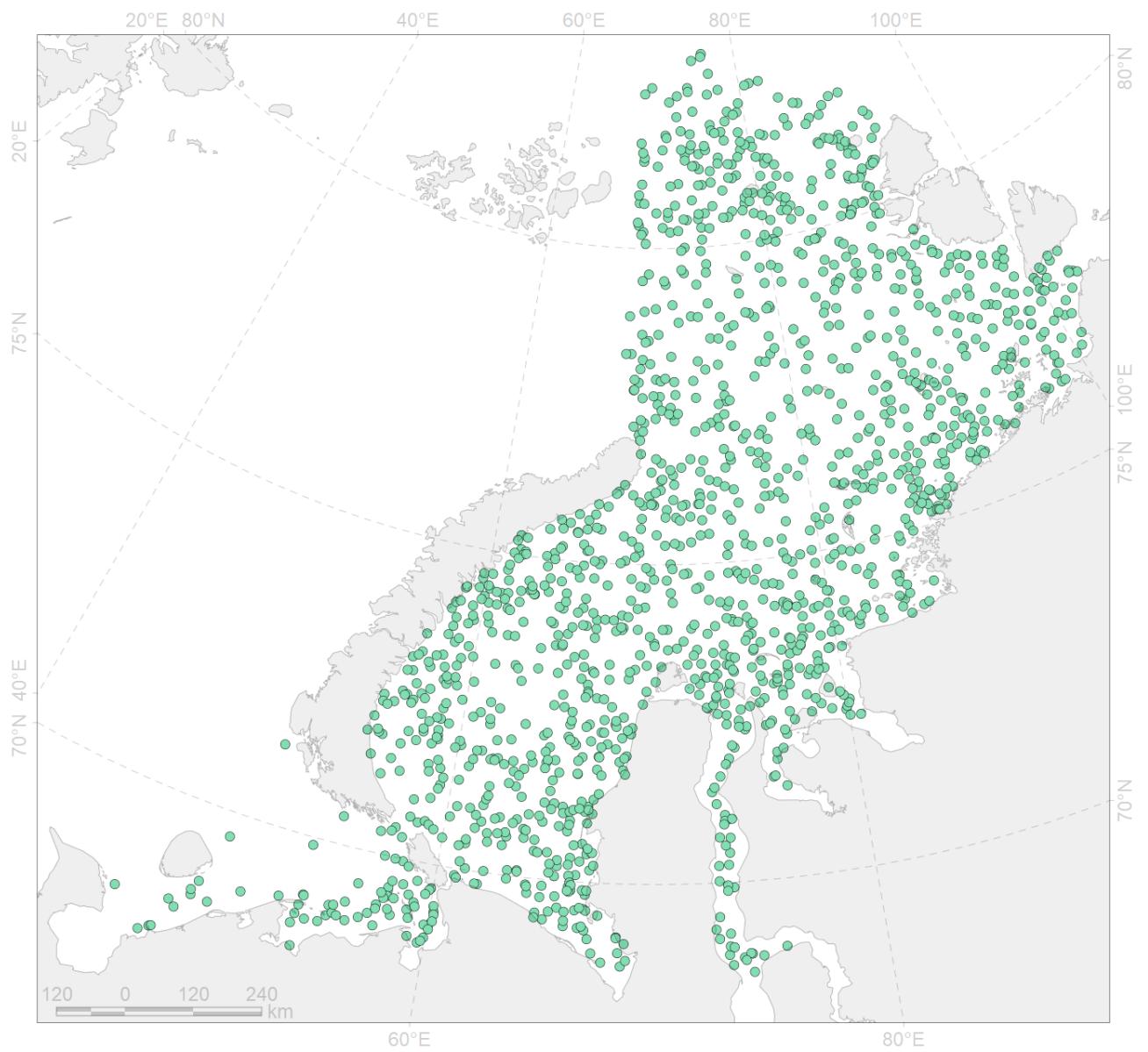


Рисунок 38. Расселение животных при симуляции 24766188

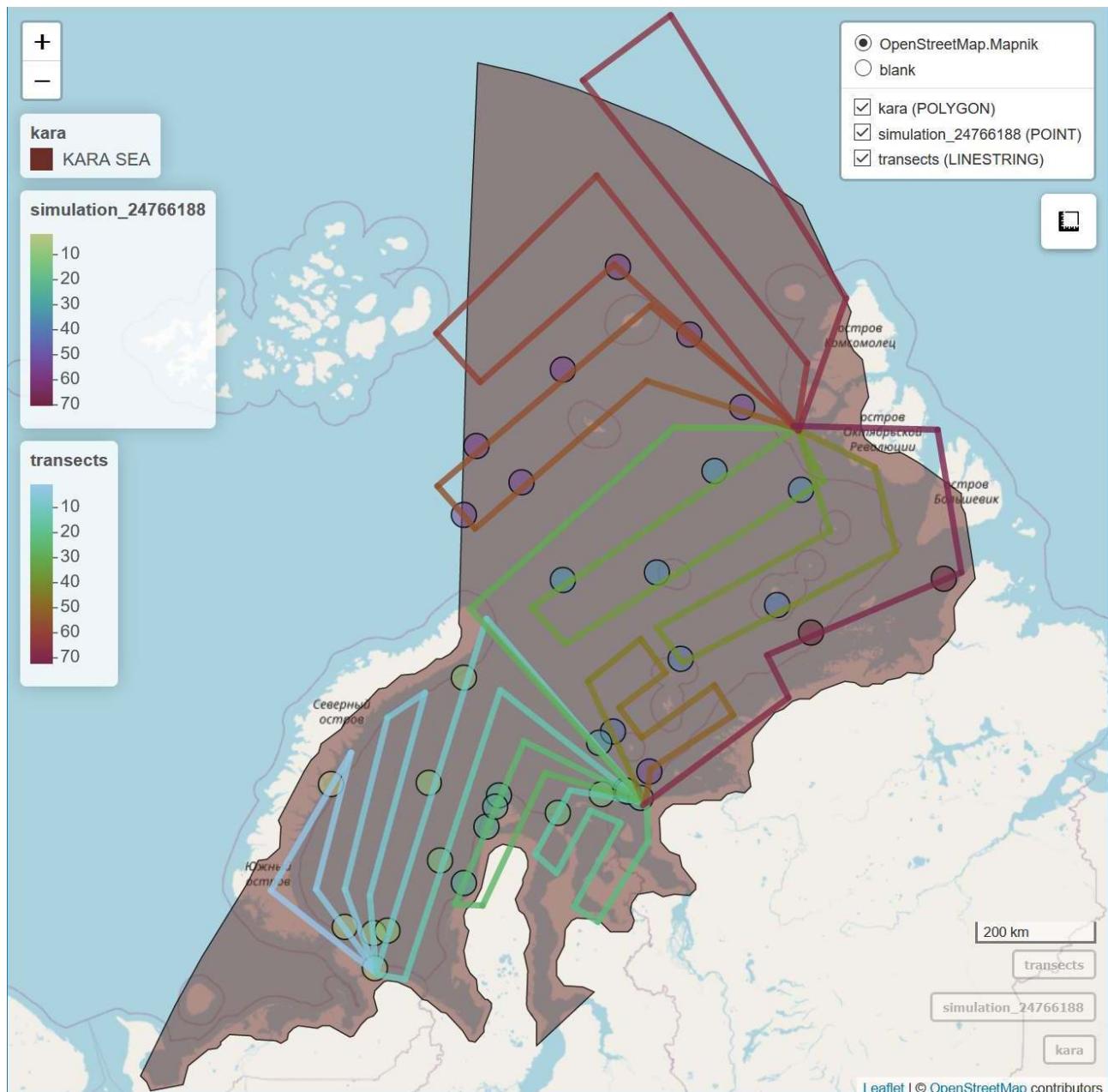


Рисунок 39. Результаты регистрации животных при симуляции 24766188

При симуляции «24766188» обнаружено 35 взрослых животных. При использовании программы «Белуха» (Челинцев, 2014) получена оценка численности 1909 с 95%-доверительным интервалом (1167-2943). Программа «Белуха» также была применена еще для пяти симуляций, и в каждом случае получалась переоценка. В связи с этим при обработке фактических данных необходима корректировка коэффициентов программы «Белуха» для получения несмещанных оценок.

Несмотря на то, что при широком покрытии исследуемой территории маловероятна повторная регистрация животных, необходимо рассмотреть возможность сокращения летного времени за счет уменьшения покрытия региона, но с учётом биотопов.

## **Заключение**

В ходе выполнения экспедиционных работ проведен авиаучет побережий Югорского п-ова, западного и восточного побережий п-ва Ямал, западного побережья п-ова Явай, острова Вайгач, южного края острова Южный архипелага Новая Земля, акваторий Байдарацкой губы, северной части Обской губы и юго-восточной части Печорского моря и частично территории п-ова Ямал.

Учеты проводились на самолете малой авиации LA-8. Задача учетов состояла в регистрации встреч белого медведя, морских млекопитающих и загрязнений с помощью программно-аппаратного комплекса и бортнаблюдателей с целью определения эффективности применения самолета данного класса для оценки распространения белого медведя и его жертв в исследуемом регионе и осуществимости возможности оценки численности (суб)популяции белого медведя, а также оценке экологической ситуации в российской Арктике в целом.

Наибольшая встречаемость белого медведя зафиксирована на о-ве Белый и в южной оконечности о-ва Южный, что подтверждает данные предыдущих наблюдений, однако плотность населения несколько выше отмеченной ранее. Наибольшее скопление атлантических моржей на лежбище отмечено на о. Матвеев и соответствует обычной численности, хотя на остальных возможных местах залегания моржей животных не было, и в целом в исследуемом регионе животных в период проведения экспедиции было мало. Белуха, хоть и не присутствует явно в пищевой цепочке белого медведя, является одним из биоиндикатором экологического благополучия в Арктике; в ходе экспедиции встречены как стада, так и отдельные особи. Загрязнения водной поверхности носят единичный характер, и из всех отмеченных случаев источник таких возможных загрязнений не был определен. По загрязнении суши металлом и пластиком особую озабоченность вызывает пространственная разрозненность объектов, что может привести к затруднению сбора этого мусора.

По результатам работ разработан предварительный план учета белого медведя для оценки численности МСОП субпопуляции Карского моря с использованием самолета LA-8 или со схожими характеристиками.

## Цитируемые источники

- Aars J, Marques TA, Buckland ST, Andersen M, Belikov S, Boltunov A, Wiig Ø. 2009. Estimating the Barents Sea polar bear subpopulation size. *Marine Mammal Science*, 25(1): 35–52. Wiley. [10.1111/j.1748-7692.2008.00228.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2008.00228.x).
- Bergmann M, Gutow L, Klages M (Eds). 2015. *Marine anthropogenic litter*. Springer International Publishing. [10.1007/978-3-319-16510-3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3).
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London. 446 p. [9780198509271](https://doi.org/10.7200/98509271).
- Durner GM, Douglas DC, Nielson RM, Amstrup SC, McDonald TL, Stirling I, Mauritzen M, Born EW, Wiig Ø, DeWeaver E, Serreze MC, Belikov SE, Holland MM, Maslanik J, Aars J, Bailey DA, Derocher AE. 2009. Predicting 21st-century polar bear habitat distribution from global climate models. *Ecological Monographs*, 79(1): 25–58. Ecological Society of America. [10.1890/07-2089.1](https://doi.org/10.1890/07-2089.1).
- Garcia-Garin O, Aguilar A, Borrell A, Gozalbes P, Lobo A, Penadés-Suay J, Raga JA, Revuelta O, Serrano M, Vighi M. 2020. Who's better at spotting? A comparison between aerial photography and observer-based methods to monitor floating marine litter and marine mega-fauna. *Environmental Pollution*, 258: 113680. [10.1016/j.envpol.2019.113680](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113680).
- IUCN. 2020 (October). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org> (accessed 20 October 2020).
- IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group. 2019. *Status Report on the World's Polar Bear Subpopulations*. <http://pbsg.npolar.no/export/sites/pbsg/en/docs/2019-PBSG-StatusTable.pdf> (accessed 19 October 2020).
- Lambert C, Authier M, Dorémus G, Laran S, Panigada S, Spitz J, Van Canneyt O, Ridoux V. 2020. Setting the scene for mediterranean litterscape management: The first basin-scale quantification and mapping of floating marine debris. *Environmental Pollution*, 263: 114430. [10.1016/j.envpol.2020.114430](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114430).
- Platonov N. 2019. nplatonov/demography: Comprehension of polar bear demographic parameters for the CS subpopulation. Zenodo. [10.5281/zenodo.3524873](https://doi.org/10.5281/zenodo.3524873).
- Беликов СЕ, Болтунов АВ, Овсяников НГ. 2010. Стратегия сохранения белого медведя в Российской Федерации. Распоряжение Минприроды России от 05.07.2010 N 26-р "О Стратегии сохранения белого медведя в Российской Федерации".
- Данилов-Данильян ВИ (Ed). 2001. *Красная книга Российской Федерации (животные)*. АСТ: Астрель, Москва. 862 р. РАН. <http://www.sevin.ru/redbook> (просмотрено 20 октября 2020). [5-271-00651-4](#).
- ИПЭЭ РАН. 2020. *Изучение белого медведя и морских млекопитающих в прибрежных районах Карского моря в летне-осенний период по данным тестовых авиаучётов с использованием самолета Ла-8*. Программа научно-исследовательских работ. ИПЭЭ РАН. Основание: договор на выполнение НИР

№ Ф-200520/БМ-1 от 20 мая 2020 г. между Международным экологическим фондом «Чистые моря» и ИПЭЭ РАН.

Лескова М, Юлусова Т. 2020 (03 сентября). Куда ушли моржи? Ученые обеспокоены состоянием «южной группировки». Представительство WWF в Баренц экорегионе. <https://wwf.ru/resources/news/barents/kuda-ushli-morzhi-uchenye-obespokoeny-sostoyaniem-yuzhnay-gruppirovki> (просмотрено 03 октября 2020).

Матишов ГГ, Горяев ЮИ, Ишкулов ДГ. 2013. Белый медведь Карского моря. Результаты экспедиционных работ ММБИ в районе прохождения трасс Севморпути в 1997–2013 гг. ММБИ КНЦ. Изд-во ЮНЦ РАН, Ростов н/Д. 112 р. <http://www.mmbi.info/publikatsii/n28/> (просмотрено 22 сентября 2018). 978-5-4358-0073-9.

Минприроды России. 2020 (02 апреля). Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 24.03.2020 № 162 "Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации" (Зарегистрирован 02.04.2020 № 57940).  
<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/ooo1202004020020>  
(просмотрено 20 октября 2020).

Рожнов ВВ, Мордвинцев ИН, Иванов ЕА, Платонов НГ. 2020. Мониторинг белых медведей на островах и побережье Ямало-Ненецкого автономного округа в безледовый период. Руководитель работ: В.В. Рожнов. Итоговый отчет по НИР по Соглашению № 6.12/2020 между «Российским центром освоения Арктики» и ИПЭЭ РАН. ИПЭЭ РАН, Москва.

Рожнов ВВ, Мордвинцев ИН, Розенфельд СБ, Платонов НГ, Иванов ЕА, Лазарев ЛП. 2018. Учет численности и плотности распределения белых медведей с использованием сверхлегкой авиации для оценки вероятности конфликтных ситуаций «человек-белый медведь» в зоне ответственности ПАО «НК «Роснефть» в Карском море. Руководитель работ: В.В. Рожнов. Итоговый отчет о выполнении НИР по договору № 2017/04-26 от 26.04.2017. ИПЭЭ РАН, Москва.

Челинцев НГ. 2014. Программа «БелуХа» для расчета численности белух по данным авиаучета в охотском море. Бюллетень МОИП Отдел биологический, №6: 3–16. <https://cyberleninka.ru/article/n/programma-beluha-dlya-rascheta-chislenosti-beluh-po-dannym-aviaucheta-v-ohotskom-more> (просмотрено 20 октября 2020).

Черноок ВИ, Васильев АН, Глазов ДМ, Литовка ДИ, Платонов НГ, Мордвинцев ИН, Челинцев НГ, Назаренко ЕА, Черноок НА, Горяинов ВС. 2017. Провести визуальные учеты белых медведей на акватории Чукотского моря с борта самолета АН-26 «Арктика», в рамках учета ледовых форм тюленей весной 2016 г. Руководитель работы: доктор географических наук В. И. Черноок. Отчет по выполненной работе. Договор 01/04/2016, Заказчик WWF России. Санкт-Петербург - Москва.

## **Приложения**

## А. Обзор предыдущих исследований

Ниже приведены исследования по изучению распространения и встречаемости белого медведя, выполненные с участием сотрудников ИПЭЭ РАН, в том числе, проведенные в районе Амдермы и в Карском море.

### А.1 Учет белого медведя в Чукотском море весной 2016 года

Использовался Ан-26БРЛ “Арктика” RA-26104:

- Эксплуатант на 2021 г.: Сев-Авия
- Дальность полета: 2400 км
- Скорость: 280-300 км/ч
- Продолжительность полета: 8 ч
- Расширенный состав научной группы (оператор, наблюдатели, фотографы)
- Расход топлива: 1200 кг/ч

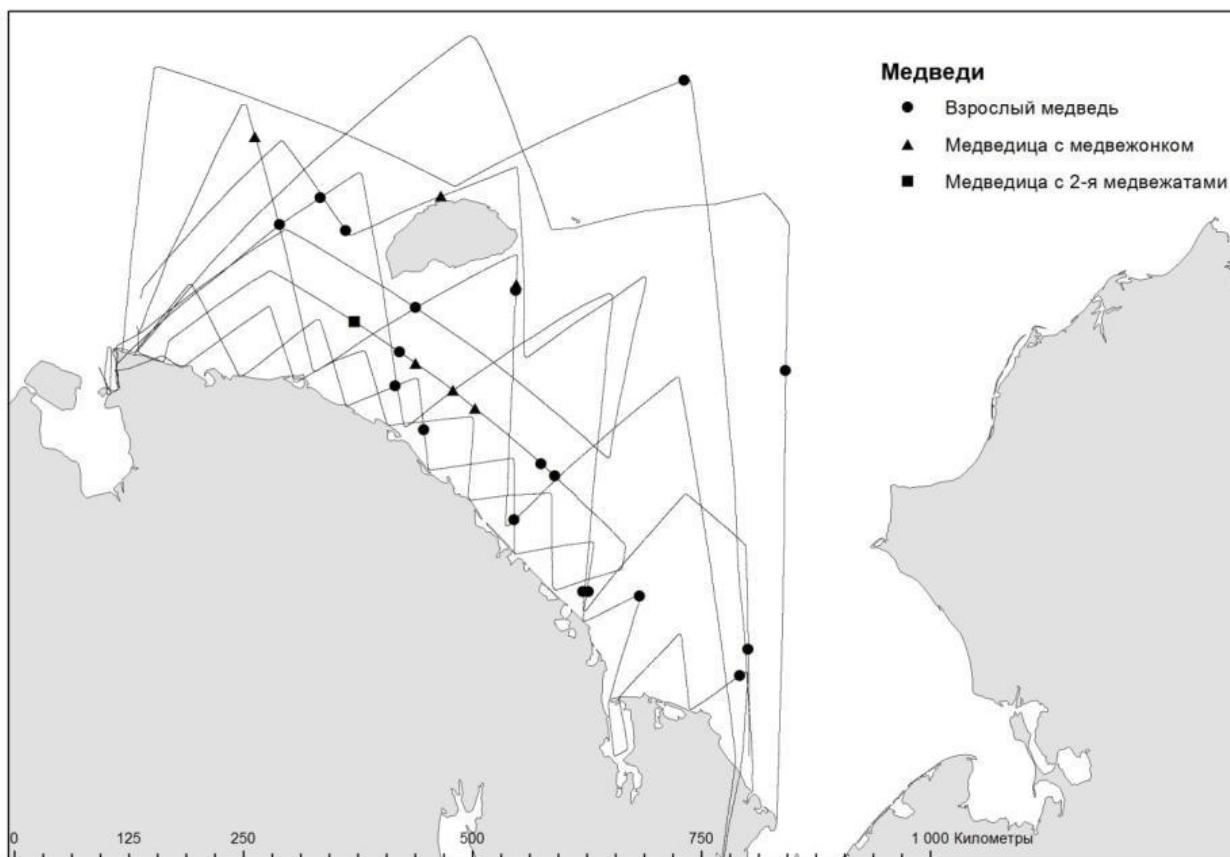


Рисунок А.1. Встречи белых медведей в рамках учета ледовых форм тюленей в Чукотском море в апреле-мае 2016 г.<sup>9</sup>.

А.2 Из отчета ([Черноок и др., 2017](#))

### Учет белого медведя в Карском море в 2018 году

Самолет Стерх-1С ([Рожнов и др., 2018](#)). Модификация серийного самолета SuperSTOL RA-0801G

- Экипаж и научная группа: 2 чел. (пилот-биолог, наблюдатель-зоолог)
- Расход топлива: 15 кг/ч
- Скорость: 65-120 км/ч
- Не требует аэродромного обслуживания, но необходима предварительная заброска топлива в депо.

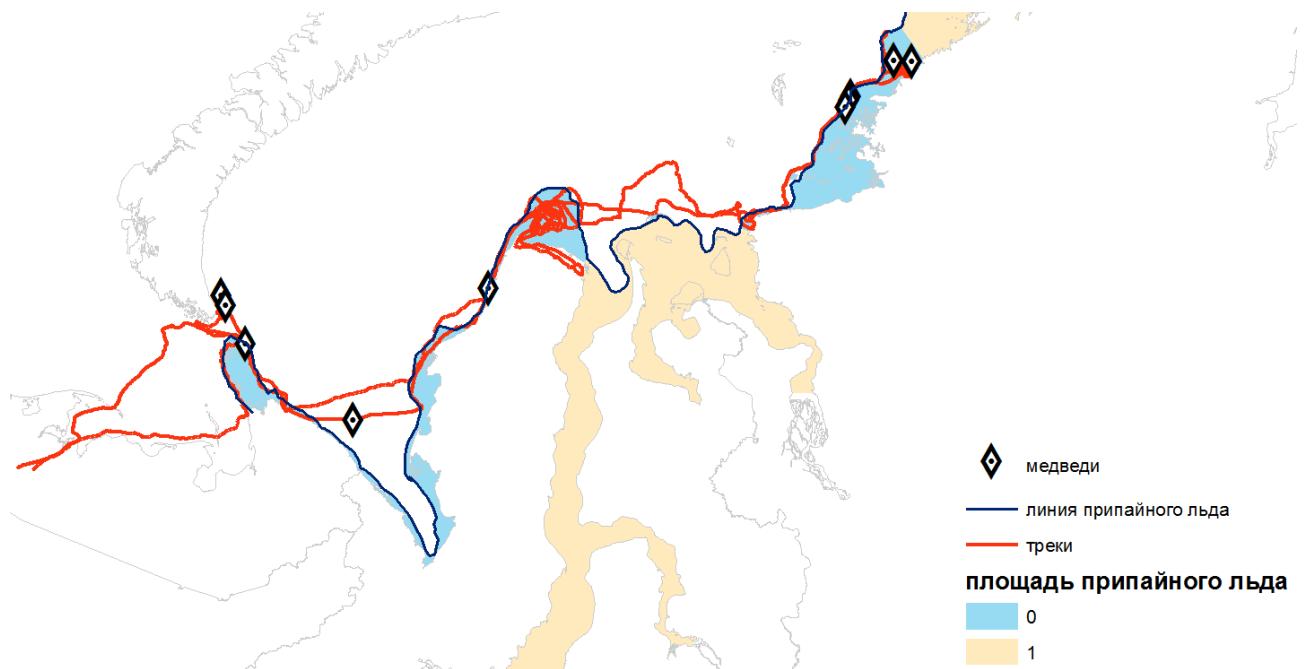


Рисунок А.2. Подтвержденные регистрации белого медведя с треками работ в мае 2018 г.<sup>10</sup>

Из промежуточного неопубликованного материала к отчету (Рожнов и др., 2018).

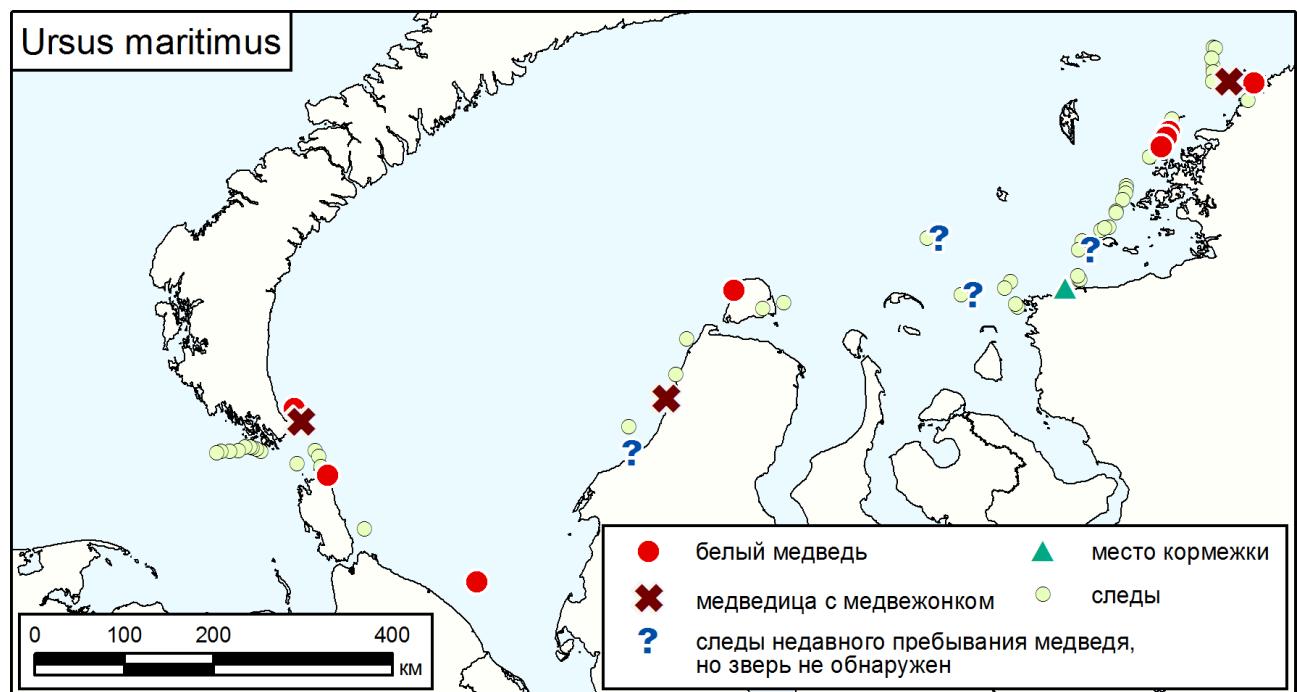


Рисунок А.3. Жизнедеятельность белого медведя в мае 2018 г.<sup>11</sup>

Из отчета (Рожнов и др., 2018)

## Б. Подготовка и коррекция маршрутов

С первого дня экспедиции осуществлялось обсуждение маршрутов членами экипажа и представителями научной группы. Планирование маршрутов осуществляла научная группа исходя из ограничений, сообщаемых экипажем по возможностям самолета, качества ВПП (взлетно-посадочная полоса), сводки погоды метеоролога аэропорта Амдерма (UULD). За основу использовались предварительные маршруты (рис. 5). За период экспедиции сформировано 33 маршрута (рис. Б.1).

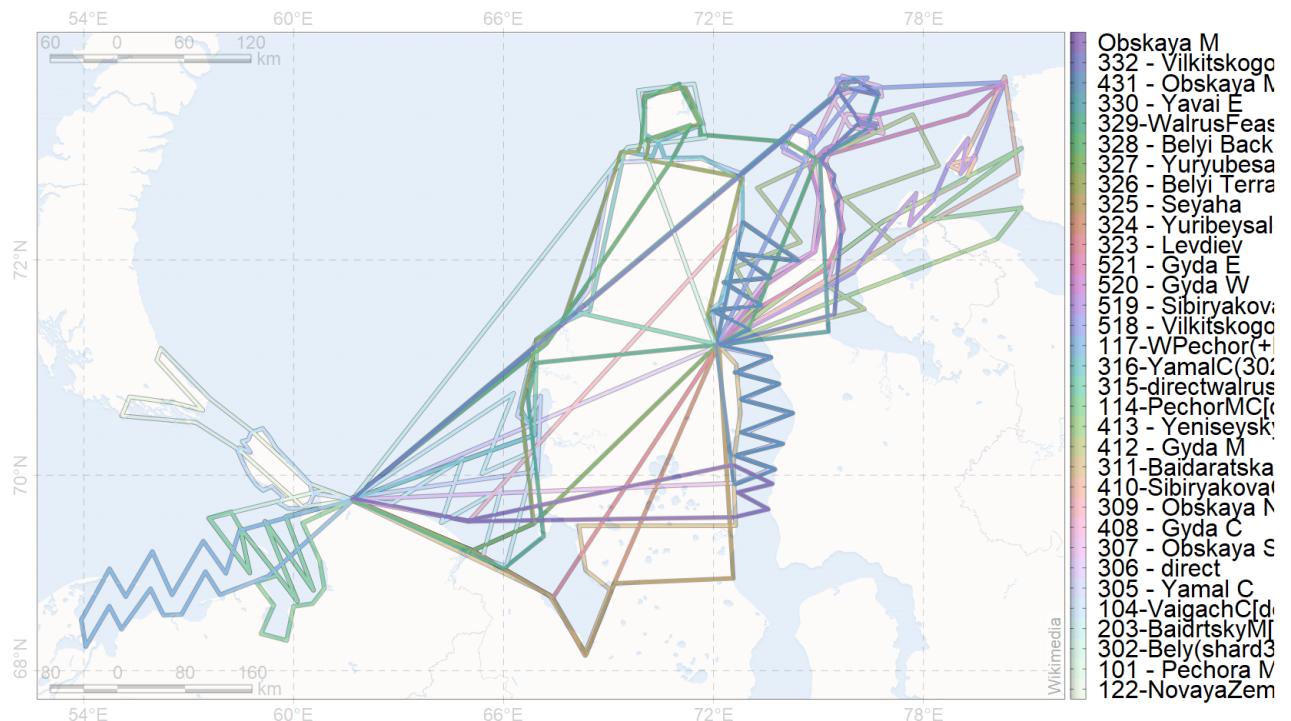


Рисунок Б.1. Варианты запланированных и скорректированных маршрутов

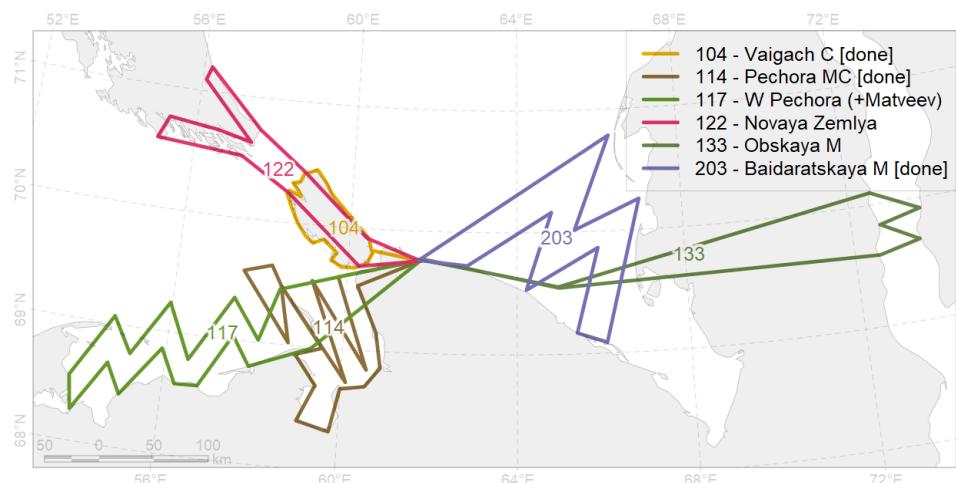


Рисунок Б.2. План учетных маршрутов из Амдермы в Амдерму

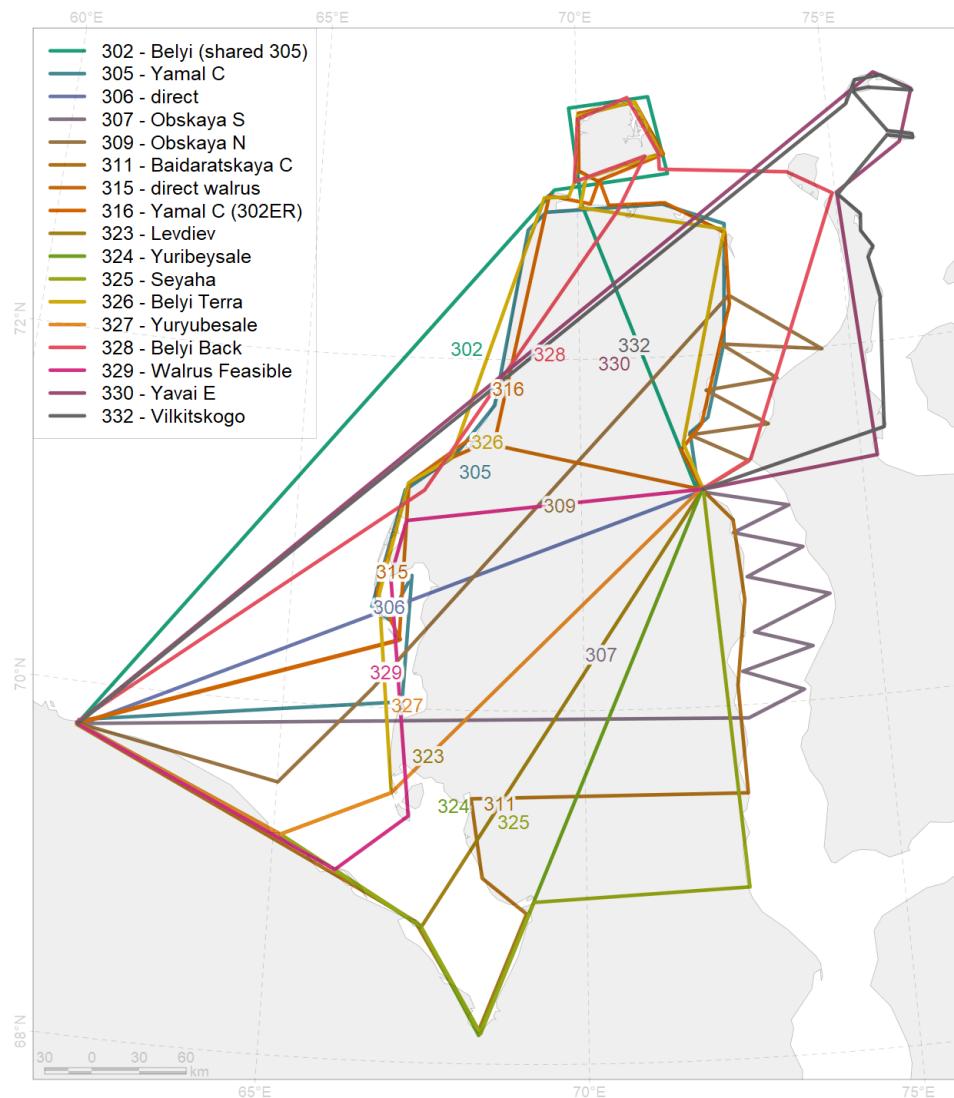


Рисунок Б.3. План учетных маршрутов между Амдермой и Сабеттой

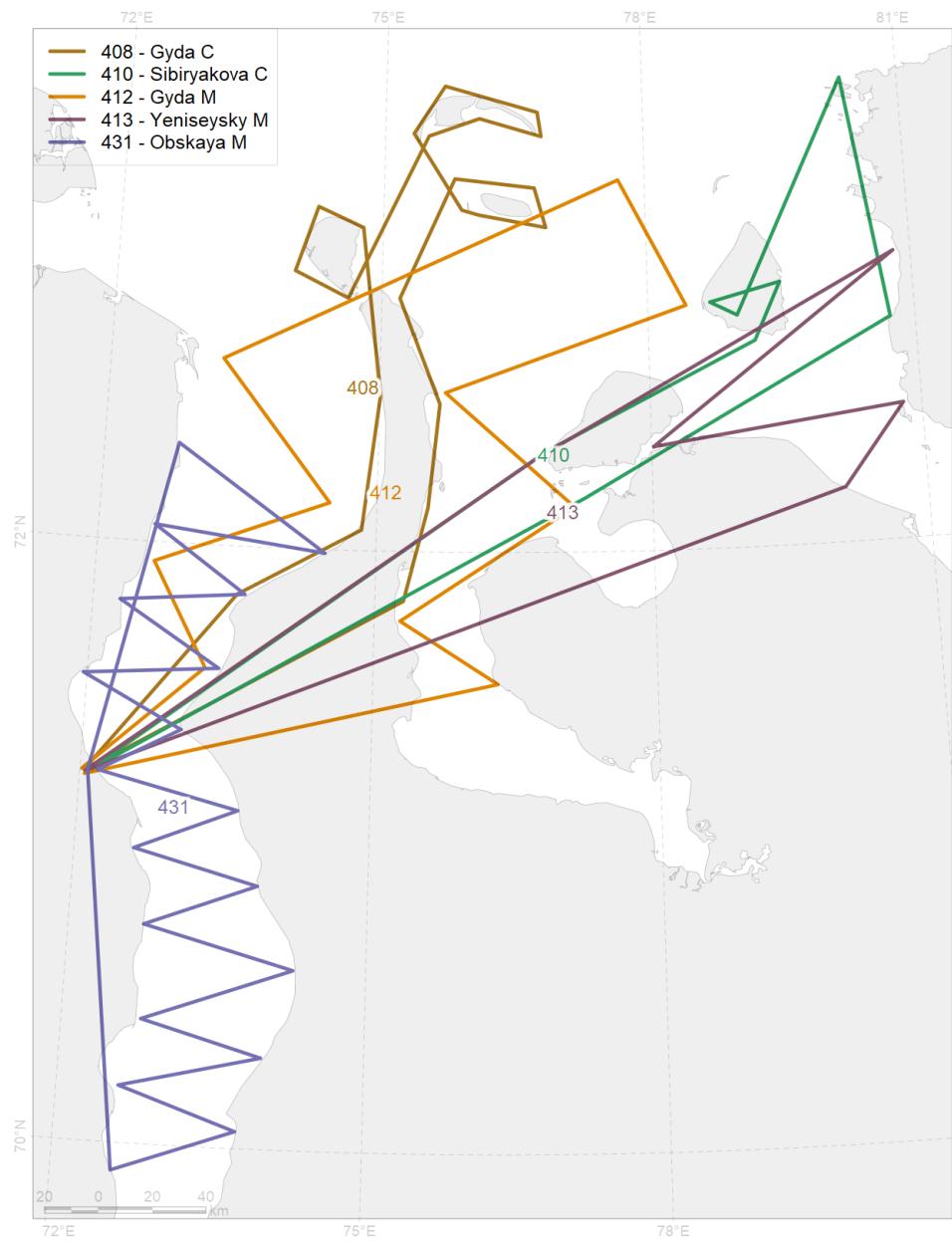


Рисунок Б.4. План учетных маршрутов из Сабетты в Сабетту

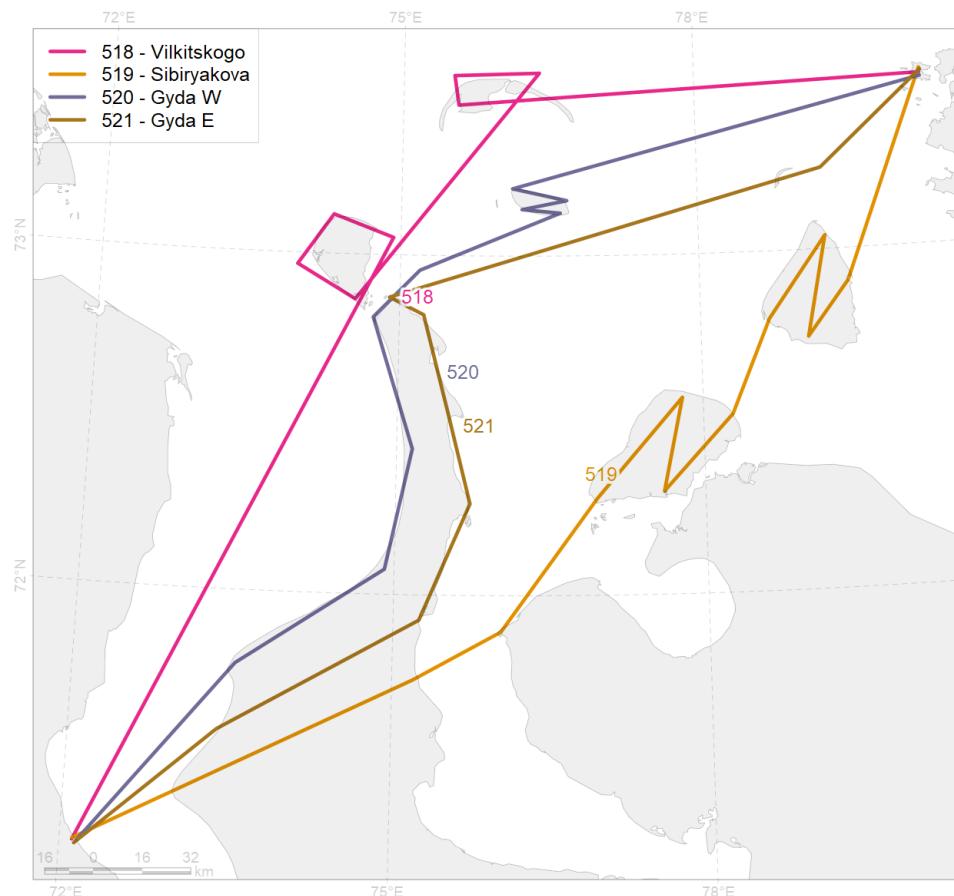


Рисунок Б.5. План учетных маршрутов между Диксоном (без заправки) и Саббетой

## **В. Полевой дневник**

**31 июля 2020 г., пятница**

Прибытие организаторской, съемочной и научной группы в Амдерму. Поздний прилет самолета с экипажем в полном составе и частью снаряжения.

Погода - солнечная, но около 17ч UTC ухудшение видимости (плотный туман).

**01 августа 2020 г., суббота**

Подготовка самолета к работе. Инсталляция и тестирование инструментального комплекса.

Низкая облачность и ограниченная видимость.

Вечером около 18:00 UTC проведен сбор опросных данных у местного гидролога.

**02 августа 2020 г., воскресенье**

Попытка запуска двигателей для пробного полета.

Санитарный рейс.

**03 августа 2020 г., понедельник**

[Работа по маршруту.](#)

**04 августа 2020 г., вторник**

[Работа по маршруту.](#)

**05 августа 2020 г., среда**

Убытие части административной группы в Нарьян-Мар.

[Работа по маршруту.](#)

Принятие решения о необходимости технического обслуживания самолета. Формирование посылки с запчастями для технического обслуживания самолета.

**06 августа 2020 г., четверг**

Научно-популярная конференция о целях и задачах экспедиции с участием организаторов Проекта и экспедиции, экипажа и научной группы, а также местного населения поселка Амдерма.

**07 августа 2020 г., пятница**

Камеральная работа.

**08 августа 2020 г., суббота**

Выезд в окрестности поселка Амдерма (тундра). Пеший маршрут по сбору биоматериалов диких млекопитающих. Подсамолетные наблюдения таяния вечной мерзлоты. Сбор опросных сведений о белом медведе и других морских млекопитающих у оленеводов.

Поздно вечером проведен сбор опросных данных у местного населения.

**09 августа 2020 г., воскресенье**

Камеральная работа.

Сбор опросных сведений о белом медведе и других морских млекопитающих у сотрудников метеостанции.

**10 августа 2020 г., понедельник**

Ожидание рейса из Нарьян-Мара с посылкой запчасти. В почтовом грузе ожидаемой посылки не оказалось. При выяснении обстоятельств выявлено, что посылка осталась в Нарьян-Маре.

Проведение наземного обследования окрестностей Амдермы («городская свалка») на предмет биоматериалов диких млекопитающих.

**11 августа 2020 г., вторник**

Попытка доставить посылку из Нарьян-Мара средствами малой авиации. Отмена из-за отсутствия погоды.

**12 августа 2020 г., среда**

Убытие части медийной группы и части научной группы в Нарьян-Мар.

Научная группа в аэропорту. Установка запчасти и обкатка самолета (три круга над полосой) без научной группы.

**13 августа 2020 г., четверг**

Работа по маршруту.

**14 августа 2020 г., пятница**

Закрытие неба.

Выезд в окрестности поселка Амдерма («водопад»)

**15 августа 2020 г., суббота**

Работа по маршруту.

**16 августа 2020 г., воскресенье**

*«Всё выше и выше, и выше  
Стремим мы полет наших птиц  
И в каждом пропеллере дышит  
Спокойствие наших границ!»*

За завтраком научная, административная и медийная группа поздравили экипаж с днем авиации кратким выступлением с песней.

Работа по маршруту.

**17 августа 2020 г., понедельник**

Убытие оставшейся части административной и медийной группы в Нарьян-Мар

Работа по маршруту.

Пересечение государственной границы без предварительно поданной заявки в нарушение Постановления Правительства РФ от 17 октября 2015 г. № 1115 “Об утверждении Правил неоднократного пересечения государственной границы Российской Федерации российскими воздушными судами, осуществляющими доставку людей, грузов и товаров с территории Российской Федерации на искусственные острова, установки и сооружения, расположенные в исключительной экономической зоне или на континентальном шельфе Российской Федерации, либо с указанных искусственных островов, установок и сооружений на территорию Российской Федерации вне выделенных воздушных коридоров без прохождения пограничного, таможенного (в части совершения таможенных операций, связанных с прибытием (убытием) судов) и иных видов контроля.”

На вечерней заправке сломан ручной насос для перекачки топлива из бочки в баки самолета, без которого невозможна дозаправка в Сабетте. После ужина экипаж нашел замену насоса в поселке у Константина, соседа экипажа.

**18 августа 2020 г., вторник**

Найденный насос неисправен. Почкина собственного насоса.

Иванов А. Д. и Платонов Н. Г. провели для талисмана Проекта и специально приглашенного талисмана аэродрома Орешково (UUFO) Мансура обучающий семинар по усидчивости на разных частях самолёта во время фотосъёмки.

После обеда Платонов Н. Г. провёл медицинскую работу со съемочной группой из Нарьян-Мара.

Перед ужином Платонов Н. Г. провел организационную работу с Главой администрации.

Расширенный ужин с представителем малой авиации из Воркуты с обсуждением восстановления малой авиации в современных условиях и эффективности ее применения в Арктике.

Анонс закрытия неба на 19 августа.

Проверка работоспособности починенного насоса представителями экипажа.

#### **19 августа 2020 г., среда**

Частичное закрытие неба с окнами для гражданских рейсов. В 05:02 UTC директор ФКП «Аэропорт Амдерма» сообщил, что для наших работ небо открыто.

В Амдерме низкая облачность. Заявка на полет не проходила через интернет. По неизвестным причинам по телефону заявку также нельзя было подать.

#### **20 августа 2020 г., четверг**

Работа по маршруту.

#### **21 августа 2020 г., пятница**

Убытие самолета в Красный Яр. Убытие научной группы в Воркуту.



Иллюстрация: Владимир Филиппов

© 2021 Рожнов В. В., Мордвинцев И. Н., Глазов Д. М., Платонов Н. Г.,  
Назаренко Е. А., Пилипенко Г. Ю. Результаты воздушной экспедиции «Хозяин  
Арктики». *Итоговый отчет по договору Ф-200520/БМ-1 «Чистые моря» –*  
*ИПЭЭ РАН* от 20 мая 2020 г. ИПЭЭ РАН, Москва.