Характер распространения и поведение западных серых китов: Береговые наблюдения у побережья острова Сахалин, август-сентябрь 2001 г.

Бернд Вюрсиг, Глен Гейли, Ольга Сыченко, Хайди Питерсон

15 декабря 2002 года

Проект №2

СОДЕРЖАНИЕ

Страница

СОДЕРЖАНИЕ i
СПИСОК РИСУНКОВ iii
СПИСОК ТАБЛИЦ v
ВВЕДЕНИЕ, ЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И КРАТКИЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ 1
МЕТОДИКА 2
Район исследования 2
Наблюдения с берега 3
Параметры окружающей среды 6
Сканирование горизонта 6
Теодолитная съемка 6
Фокальные наблюдения поведенческих реакций 7
Анализ данных 8
Данные сканирований 8
Данные теодолитных измерений 9
Данные о поведении/дыхании 14
Разбивка данных теодолитных измерений и фокальных наблюдений за поведением животных 14
Преобразования 15
РЕЗУЛЬТАТЫ 17
Работы 17
Данные наблюдений 17
Общие сведения 17
Утренние и вечерние наблюдения 21
Станции 22
Траектории движения китов, определенные по теодолиту 23
Визуальное (фокальное) наблюдение поведенческих реакций 35
ОБСУЖДЕНИЕ 42

БЛАГОДАРНОСТЬ 47
ССЫЛКИ 48
ПРИЛОЖЕНИЕ 1..... 50
ПРИЛОЖЕНИЕ 2..... 53

СПИСОК РИСУНКОВ

РИСУНОК Страница

1. Район исследования в северо-восточной части острова Сахалин на Дальнем Востоке России 4

2. Географическое положение четырех береговых станций вдоль блока Одопту, расположенного в северо-восточном прибрежном районе острова Сахалин, Россия 5

3. Гистограмма распределения длины шага с учетом полного набора данных по всем линиям теодолитной траектории 10

4. Гистограмма распределения углов поворота с учетом полного набора данных по всем линиям теодолитной траектории 11

5. Гистограмма распределения числа фиксированных точек измерения по линиям траектории, имеющим более 10 указанных точек и входящим в полный набор данных по линиям теодолитной траектории 12

6. Гистограмма распределения частоты расположения фиксированных точек измерения по линиям траектории (числа точек, в которых регистрация географических координат производится за одну минуту) 13

7. Географическое расположение мест наблюдения серых китов западной популяции с четырех береговых станций на о. Сахалин (лето 2002 г.) 18

8. Гистограммы частоты появления особей (A) и групп (B) китов, отмеченных за сеанс наблюдений, в течение всего периода проведения исследований, а также размер групп (C) 19

9. Среднее число особей (A) и групп (B) китов, отмеченных за сеанс наблюдений на каждой из четырех береговых станций 20

10. Распределение частотного повторения наборов данных по числу особей (A) и групп (B) китов за сеанс наблюдений 21

11. Линии перемещения серых китов западной популяции, отмеченные на четырех береговых станциях наблюдения на о. Сахалин летом 2002 г. 24

12. Скорость движения опознаваемых или отдельных особей серых китов на отдельных участках пути, зарегистрированная на четырех береговых станциях наблюдения 26

13. Ускорение опознаваемых или индивидуальных особей серых китов, зарегистрированное на четырех береговых станциях наблюдения 27

14. Скорость изменения направления движения всех одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций..... 28

15. Средняя длина вектора перемещения всех одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций..... 29

16. Показатель линейности перемещения всех одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций..... 30

17. Скорость на участке перемещения одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций до и после 10 сентября..... 31

18. Ускорение перемещения одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября 32

19. Средняя длина вектора перемещения одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября 33

20. Скорость изменения ориентации при перемещении одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября..... 34

21. Показатель линейности перемещения одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября..... 35

22. Интервал фонтанирования, время на поверхности, и временные параметры нахождения под водой западной популяции серых китов..... 38

23. Количество фонтанов на одно выныривание, частота фонтанирования в течение всего цикла заныривания-выныривания и частота фонтанирования на поверхности западной популяции серых китов..... 39

24. Блок-диаграмма интервалов фонтанирования, время на поверхности, и время под водой, до и после 10 сентября 41

25. Блок-диаграмма количества фонтанов/случаев выныривания, частота фонтанирования в течение всего цикла заныривания-выныривания, и частота фонтанирования на поверхности, до и после 10 сентября..... 42

СПИСОК ТАБЛИЦ

ТАБЛИЦА Страница

1. Четыре береговых наблюдательных пунктов вдоль северо-восточного побережья острова Сахалин, Россия. Высота станции указана при среднем уровне низких вод. 5

2. Общий объем работ на четырех береговых станциях 17

3. Число особей (A) и групп (B) китов, отмеченных на четырех береговых станциях наблюдений вдоль блока Одопту за весь сезон. 22

4. Число особей (A) и групп (B) китов, отмеченных на четырех береговых станциях наблюдений вдоль блока Одопту. 23

5. Сводная информация о путях следования китов, собранная на четырех береговых станциях наблюдения 23

6. Сводные данные для анализа перемещения серых китов западной популяции за весь сезон 25

7. Результаты статистической обработки данных регистрации переменных параметров перемещения до и после 10 сентября. 31

8. Суммарные данные визуального наблюдения поведенческих реакций с четырех береговых наблюдательных пунктов 36

9. Сводные статистические данные о дыхательных параметрах отдельных особей серых китов в течение всего цикла заныривания и выныривания, весь сезон 37

10. Сводные статистические данные о поведенческих параметрах в периоды до и после 10 сентября. 40

11. Сводные статистические данные наблюдения при помощи теодолита и визуального наблюдения поведенческих характеристик, собранные в 1997, 1998, 2001 и 2002 г.г. 46

ВВЕДЕНИЕ, ЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И КРАТКИЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ

Западная популяция серого кита (*Eschrichtius robustus*) очень малочисленна и находится под угрозой исчезновения (USFWS[1] 1997, Красная Книга Российской Федерации 2001, Hilton-Taylor 2000). Ежегодно в летне-осенний период приблизительно 100 особей обычно кормятся на северо-востоке от острова Сахалин; при этом в течение последних 6 лет были выполнены исследования распространения, питания и других особенностей поведения, в том числе поведения, связанного с промышленной деятельностью, а также проведены генетические исследования (обобщенные результаты см. в LeDuc et al. 2002; Weller et al. 1999, 2002a,b).

В 2002 году мы исследовали распределение и некоторые аспекты поведения прибрежных серых китов вблизи блока Одопту нефтегазового месторождения, разработка которого планируется компанией «Эксон Нефтегаз Лимитед» (ЭНЛ). В 2002 году этот район характеризовался значительно меньшей интенсивностью судоходства, равно как и меньшей степенью иных проявлений человеческой деятельности на море, по сравнению с 2001 г., когда проводимые нами наблюдения частично совпали с проведением трехмерной сейсмической съемки (Würsig et al., 2002). Что же до предшествовавших этому исследований 2001 г. – то было вновь решено, что база для наблюдения за поведением китов будет размещена на берегу. Такая база обладала бы тем преимуществом, что, будучи удаленной от китов, она исключала, таким образом, вероятность того, что станция(ии) наблюдения станет источником беспокойства. Нами были выбраны три основных метода проведения наблюдений: 1) сканирование горизонта для получения оценок относительной плотности популяции и размеров групп серых китов вдоль побережья; 2) слежение с помощью теодолита за изучаемыми группами с целью описания местоположения, направления и скорости движения; и 3) фокальные наблюдения за изучаемыми группами или отдельными животными с помощью бинокля с целью описания параметров всплытия/дыхания/погружения и других видов поведения, которые можно наблюдать с поверхности. Полученные данные анализировались с использованием

[1] Служба защиты рыбных ресурсов и дикой природы США

параметрических и непараметрических статистических методов. В конечном итоге, нашей целью является описать использование ареала обитания и поведение западного серого кита в зависимости от естественных (относящихся к окружающей среде) параметров, работ, производимых нефтяной промышленностью, а также других потенциальных влияний на китов. Мы понимаем, что данная информация будет использоваться на этапе разработки и реализации проекта для выработки эффективной стратегии, направленной на защиту китов.

Полевой сезон 2002 года был затруднен ввиду необычно большого количества дней, сопровождавшихся плохой погодой, в том числе штормами, шквальным ветром с дождем и туманом. Но несмотря на плохую погоду, полевой сезон 2002 года оказался успешным в плане собранной информации о характере передвижения, особенностях поведения и относительной численности китов по четырем географическим участкам. Полевой сезон начался 12 августа 2002 года и закончился 5 октября 2002 года. Ввиду погодных условий, первый день сбора данных пришелся на 17 августа 2002 года, а последний день - на 28 сентября 2002 года. Сезон состоял из 26 дней (192 часа), при этом были сделаны 117 сканирований горизонта; было зафиксировано 369 случая наблюдения серых китов, 94 теодолитных наблюдения серых китов и 46 фокальных наблюдений отдельных особей серых китов.

На протяжении всего полевого сезона 2002 года на прибрежном изучаемом участке не было встречено ни одной касатки (*Orcinus orca*).

МЕТОДИКА

Методика, используемая нами в 2002 г., во многом походила на методику, использовавшуюся в 2001 г.; таким образом, большая часть следующего раздела во многом повторяет публикацию (Würsig et al., 2002), хотя данные по станциям и приводимый анализ несколько отличаются, что видно из представленной далее информации.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Береговые наблюдения проводились вдоль 32-километровой береговой линии в северо-восточной части острова Сахалин, Россия (Рис. 1). Исследование охватывает часть единственной известной зоны нагула западной (или Корейско-Охотской)

популяции серого кита с богатой питательными веществами территорией обитания, на которую может оказывать влияние местная лагунная экосистема, известная как залив Пильтун. (См. также Johnson et al. 2002). Прибрежные воды Охотского моря характеризуются наличием песчаных подстилающих пород и пологим континентальным шельфом.

НАБЛЮДЕНИЯ С БЕРЕГА

В течение лета 2002 года для наблюдения за серыми китами западной популяции были избраны четыре береговые станции (Таблица 1). Местоположение каждой станции выбиралось исходя из ее высоты над уровнем моря по отношению к сравнительно низким дюнам данной территории (Таблица 1), а также дистанции перекрытия (приблизительно 4 км) с другими береговыми станциями (Рис. 2) Положение каждой станции позволяло находящейся на берегу группе специалистов вести наблюдение за поведением серых китов вдоль 32-х километрового берегового участка. Ввиду сложности передвижения между станциями, работы на одной из 4-х береговых станций обычно занимали целый день. Станции выбирались в систематизированном порядке, с тем, чтобы обеспечить передвижение с юга на север. После достижения самой северной станции (Одопту), на следующий день работы вновь велись на самой южной станции (Станция 1). Две станции (Станция 2 и Станция 7) также использовались в 2001 году во время проведения сейсмической разведки. В 2001 г. была добавлена одна дополнительная станция (Станция 1), с учетом ранее собранной информации, согласно которой серые киты могли присутствовать на юге. Тем не менее, в течение первых нескольких недель исследования было отмечено, что большинство китов передвигались на север, тогда как на наиболее южную станцию приходилось лишь незначительная часть китов. С учетом полевых наблюдений мы использовали новую станцию (Станцию Одопту), расположенную еще дальше на север по отношению к Станции 7. Оказалось, что использование Станции Одопту было обоснованным, так как на данном участке было зафиксировано присутствие серых китов.

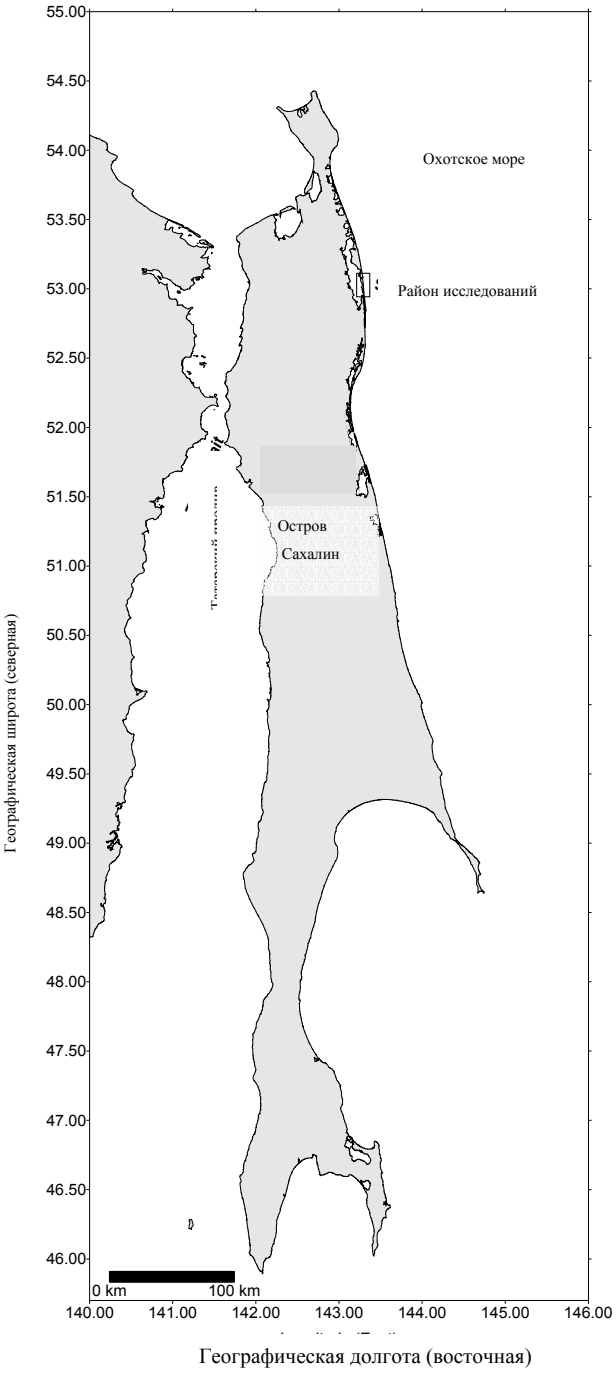


Рис. 1. Район исследования в северо-восточной части острова Сахалин на Дальнем Востоке России.

Таблица 1. Четыре береговых наблюдательных пункта вдоль северо-восточного побережья острова Сахалин, Россия. Высота станции указана при среднем уровне отлива.

	Широта (С)	Долгота (В)	Высота станции (м)
Станция 1	52° 58' 27"	143° 18' 07"	10.1
Станция 2	53° 03' 08"	143° 17' 04"	8.6
Станция 07	53° 07' 29"	143° 16' 12"	8.1
Ст. Одопту	53° 12' 33"	143° 14' 51"	17.2

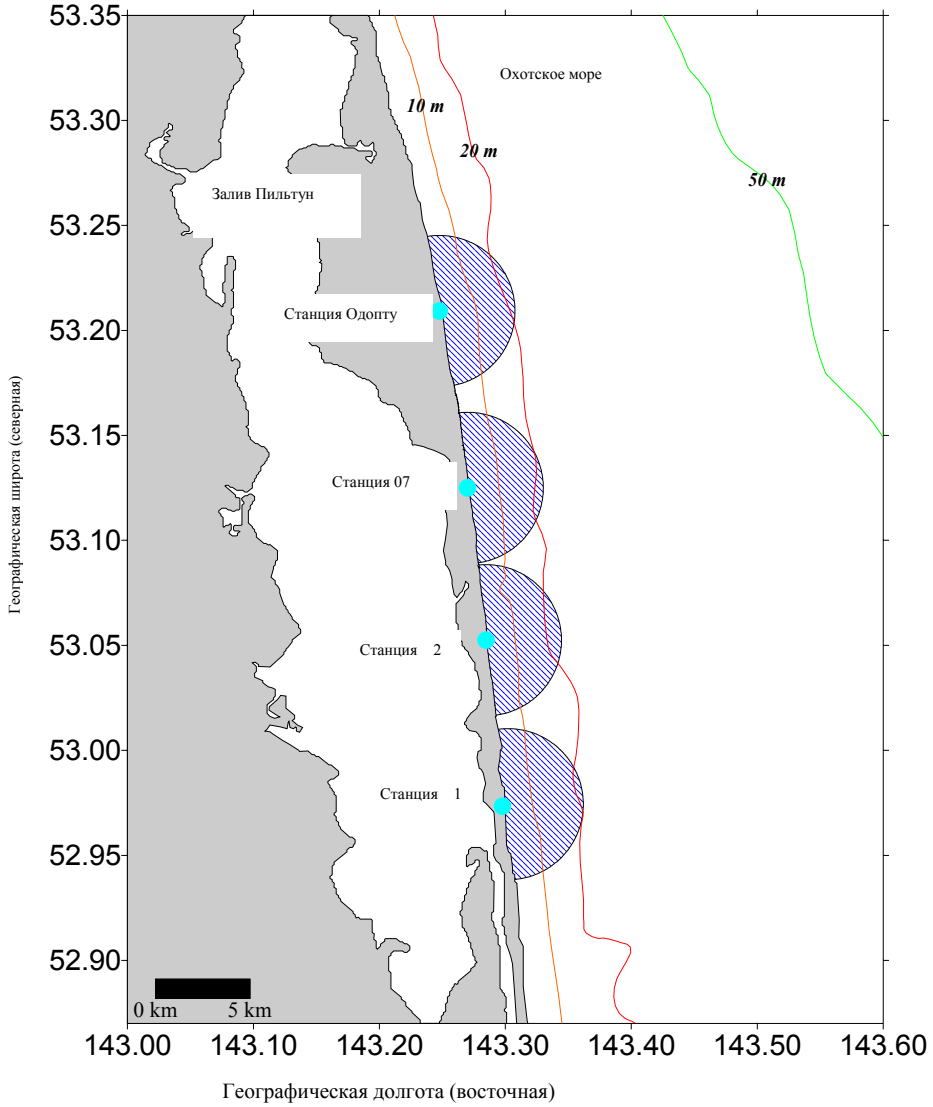


Рис. 2 Географическое положение четырех береговых станций вдоль блока Одопту в северо-восточной береговой зоне острова Сахалин, Россия. Сетка в форме полукруга показывает приблизительные зоны обзора (4 км) с каждой береговой станции.

ПАРАМЕТРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Условия окружающей среды регистрировались несколько раз в день, чтобы обеспечить непротиворечивые и достоверные результаты для всех трех методик, применяемых береговой командой наблюдения (см. ниже). Регистрировались относительная видимость, концентрация бликов и горизонтальные углы, состояние моря (в этом исследовании были зарегистрированы значения по шкале Бофорта 0-4, причем 3 относится к небольшим бурунам, а > 3 в общем случае не приемлемо для большинства анализов, кроме изучения перемещения и когда киты находились на расстоянии < 2 км от точки наблюдения), направление ветра, облачность и зыбь. Если состояние окружающей среды затрудняло наблюдение, исследовательские работы прекращались до улучшения условий до приемлемого уровня.

СКАНИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТА

Для мониторинга относительной численности серых китов в районе исследования, когда не проводились наблюдения изучаемых поведенческих реакций, ежечасно применялся метод сканирования горизонта. Два наблюдателя использовали ручные бинокли (10x50) для наблюдения за заданным участком района исследования в интервале от 20° до 160° магнитного севера (западное склонение относительно истинного севера =12,27°). Каждое такое сканирование начиналось в северной части района исследования с постепенным переходом в его южную часть. Продолжительность каждого просмотра составляла 15 минут при максимальной частоте один раз в час. Как только наблюдатель видел кита или китов, мы фиксировали количество китов, магнитный азимут, сетку (используя маркировку внутри биноклей, позволяющую определить расстояние до объектов известного размера, находящихся в поле зрения, или угол ниже линии горизонта), а также записывали впечатления наблюдателя о дистанции, на которой находился данный объект от места, где велась работа над исследованием.

ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА

Перемещение серых китов во времени и пространстве контролировались с помощью теодолита Lietz/Sokkisha, модель DT5A, с 30-кратным монокулярным увеличением и точностью 5 секунд. Метод заключается в преобразовании

горизонтальных и вертикальных углов в географические позиции (широта и долгота) при каждой регистрации показаний теодолита. Отслеживание перемещений отдельных животных во времени позволяет получить информацию об относительной скорости и направлении перемещения животных, независимо или в связи с ведением работ по сейсморазведке или другой деятельности человека в водах этого района (для более подробной информации и данных по математическим расчетам, применяемым в данном методе, см. Würsig et al. 1991, Gailey 2001, и Приложения 1 и 2). Сеансы наблюдения с помощью теодолита начинались с появлением возможности идентифицировать одиночного или индивидуально распознаваемого серого кита, если данная особь находилась на относительно близком расстоянии (< 4 км) от береговой станции. За каждым таким животным осуществляется постоянное наблюдение до тех пор, пока он не выходит из поля зрения, перемещается за пределы критической 4-км зоны, или когда дальнейшее отслеживание затрудняется в силу ухудшения состояния окружающей среды. Поскольку для слежения выбирались обычно отдельные особи, у нас есть лишь немного данных о перемещении групп >1, и, следовательно, мы не можем сделать выводов о перемещениях неодиночных китов. По каждой теодолитной записи (далее по тексту называемой «фиксацией») соответствующая дата, время и вертикальные и горизонтальные углы заносились в базу данных программы Microsoft Access, наряду с соответствующим расстоянием, азимутом (по отношению к истинному северу) и географическими координатами, рассчитанными в реальном времени с помощью компьютерной программы для обработки данных теодолитной съемки, известной как "Pythagoras" (Gailey and Ortega-Ortiz 2000). Из-за относительно низкой высоты каждой станции над уровнем моря для получения достоверных данных для анализа в качестве критического расстояния была выбрана дистанция 4 км (погрешности в зависимости от высоты описаны в Würsig et al. 1991).

ФОКАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Наблюдения поведенческих реакций (Altmann, 1974; Martin and Bateson, 1993) проводились на отдельных серых китах для определения того, возникают ли в связи с условиями окружающей среды какие-либо изменения в поведенческих реакциях или дыхании животных. Тем не менее, мы не обладаем полной информацией по экологическим факторам для ее анализа в рамках данного отчета, и в настоящем

документе попытка такого анализа не предпринимается. Фокальное наблюдение изучаемого поведения начиналось, когда все наблюдатели приходили к единому мнению о возможности мониторинга какого-либо отдельного кита с достаточной продолжительностью и надежностью с тем, чтобы не были пропущены характер дыхания и проявления других важнейших поведенческих реакций. Причина выбора одной особи кита заключалась в том, что из-за низкого расположения наших наблюдательных пунктов и большого расстояния до китов обычно было невозможно различить особи. Поэтому мы собирали данные по отдельным особям и не можем удовлетворительно описать поведение групп китов. Эти наблюдения прекращались при уходе кита из района исследования или когда не выполнялись вышеуказанные условия. По крайней мере, один наблюдатель продолжал следить за особями с помощью ручного бинокля (10x50). Наблюдающий за поведением особи фиксировал всякое имевшее место поведенческое явление, и такая информация, наряду с записью о соответствующих дате и времени записывалась оператором на портативный компьютер и обрабатывалась с использованием программы "Pythagoras". Для сведения к минимуму различий между наблюдателями, наблюдения различных наблюдателей периодически оценивались другими наблюдателями. В большинстве фокальных наблюдений изучаемого поведения, поведенческие реакции /дыхательные явления могли записываться одновременно с пространственно-временными перемещениями наблюдаемого животного.

АНАЛИЗ ДАННЫХ

ДАННЫЕ СКАНИРОВАНИЙ Для общего обзора поставленных вопросов был проведен анализ относительного числа особей китов и групп китов. Была проведена оценка всех данных сканирований в целом по прибрежному региону, где наблюдение осуществлялось с использованием четырех береговых станций и сравнение данных между этими станциями. Наряду с этим была проведена оценка числа особей/групп китов, находящихся в зоне действия каждой станции наблюдения в утренний (до 12:00 часов) и послеполуденный (после 12:00 часов) периоды каждого дня в течение времени проведения исследований. Кроме того, с применением непараметрических методов была дана оценка данных, полученных в различные месяцы проведения наблюдений (до и после 10 сентября 2002 г., как приблизительно были разделены на

первую и вторую половины исследования этого года; такое разделение имеет дополнительное преимущество, так как в этом случае данные 2002 г. можно сравнивать с данными по периодам “в течение” и “после” проведения сейсморазведочных работ в 2001 г.), для исследования возможных изменений. Учитывая, что распределение данных сканирований не соответствует нормальному, данные о численности китов и о числе групп китов были преобразованы для анализа (log [число китов или групп китов +1]).

ДАННЫЕ ТЕОДОЛИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ Оценка данных теодолитных измерений проводилась с учетом изучения относительной скорости, направлений движения и дальности перемещения каждого животного. Ввиду возможности избыточного и (или) недостаточного объема выборки, а также чтобы данные, соответствующие обозначенным (фиксированным) точкам в пределах единичной траектории, были некоррелированными, по каждой траектории проводилась временная интерполяция в соответствии с рекомендациями Turchin (1998). Временной компонент был основан на оценке набора данных по всей траектории с учетом ее разбивки на отрезки по длине (рис. 3), углов поворота (рис. 4), числа обозначенных (фиксированных) точек измерения (рис. 5) и частоты их расположения, соответствующей числу точек, в которых регистрация географических координат производится за одну минуту (рис 6). Принятый 90-секундный критерий проведения временной интерполяции основан на автокорреляционном анализе характера движения, проводившемся при обработке данных за 2001 г. Применение итеративной интерполяции начиналось с определения первой позиции кита по траектории движения, а затем предусматривалось проведение интерполяции для определения его географических координат на основе фактических данных по обозначенным (фиксированным) точкам в течение последующего 90-секундного отрезка времени. После нахождения следующей позиции путем проведения интерполяции все данные, относящиеся к участку, который заключен между двумя указанными позициями, отбрасывались для представления данных анализа на графике с использованием равномерной шкалы. По окончании интерполяции было обеспечено расположение всех точек по траектории движения с расстоянием между ними, соответствующим интервалу интерполяции. Результатом проведения вышеописанной интерполяции являлась разбивка траектории движения на

отрезки (шаги) с парами обозначенных (фиксированных) точек, которые разграничены временными интервалами, составляющими приблизительно 90 секунд. Частота расположения обозначенных (фиксированных) точек, графически представленная на рис. 6, отражает высокую разрешающую способность метода, основанного на использовании наборов данных, которые обеспечивают точность определения позиций интерполяции по данной траектории.

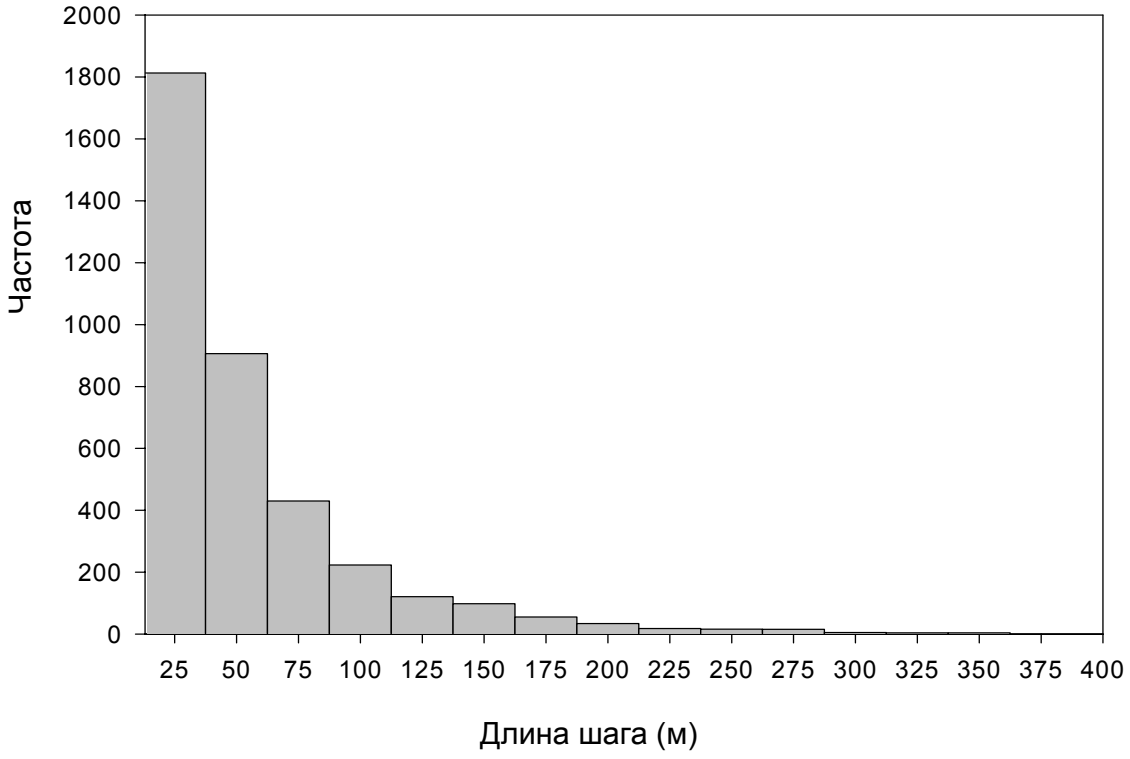


Рис. 3. Гистограмма распределения длины шагов для полного набора данных по всем линиям теодолитной траектории.

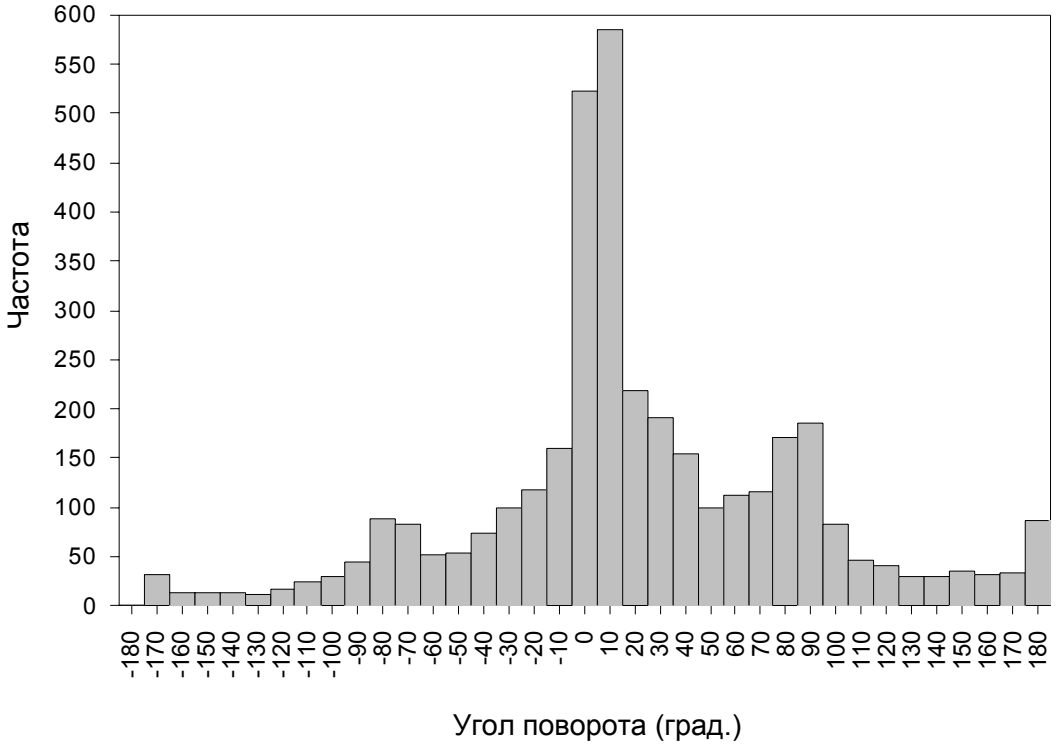


Рис. 4. Гистограмма распределения углов поворота для полного набора данных по всем линиям теодолитной траектории.

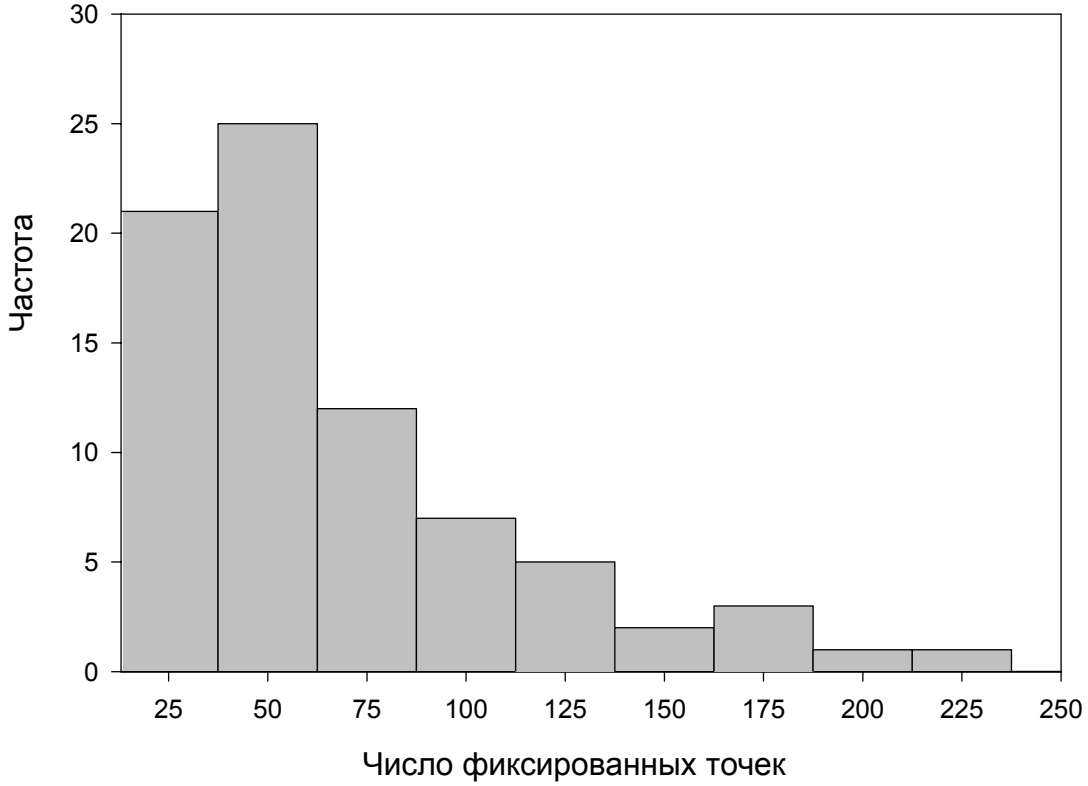


Рис. 5. Гистограмма распределения числа фиксированных точек измерения по линиям траектории, имеющим более 10 указанных точек и входящим в полный набор данных по линиям теодолитной траектории.

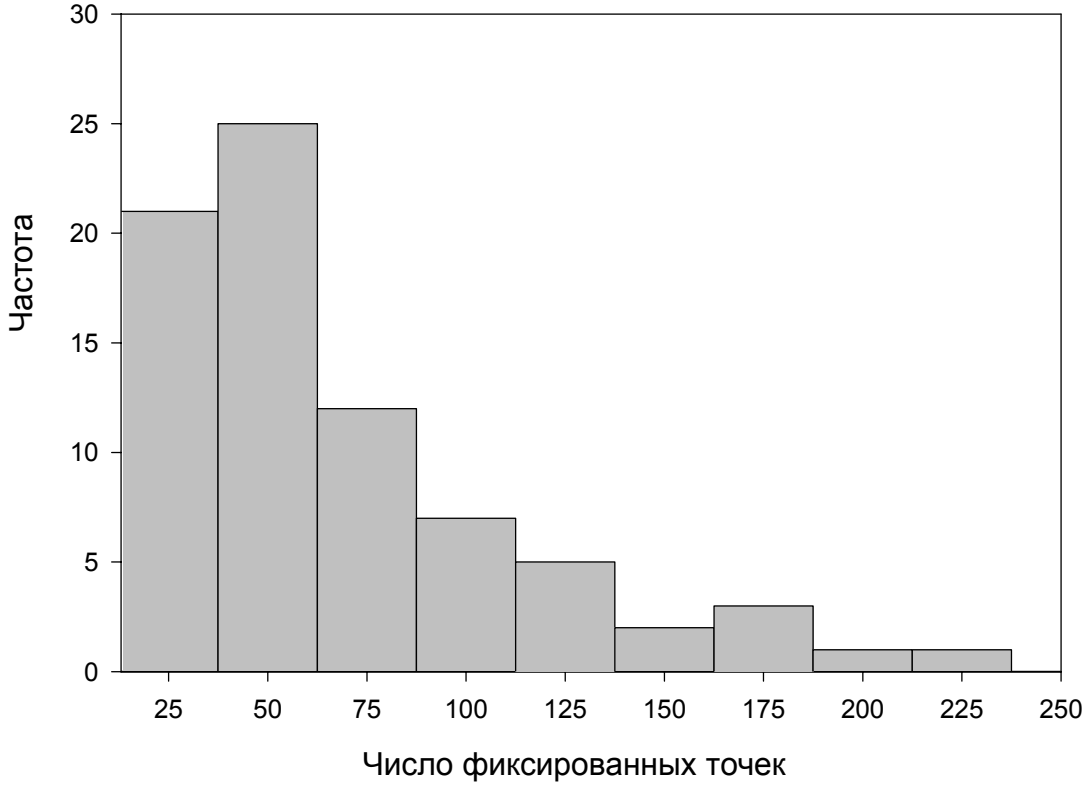


Рис. 6. Гистограмма распределения частоты расположения фиксированных точек измерения по линиям траектории (числа точек, в которых регистрация географических координат производится за одну минуту)

Для каждой интерполированной траектории анализировались такие параметры, как расчетная скорость на участке перемещения, ускорение, линейность, скорость изменения направления движения и средняя длина вектора (см. Приложение 1). Скорость на участке перемещения между выныриванием и заныриванием оценивалась путем расчета расстояния между двумя последовательно расположенными фиксированными точками, расположенными по траектории, которая разделяется временным интервалом, заключенным между двумя точками. Ускорение используется для оценки изменения скорости на участке перемещения, т.е. для определения, происходит ли движение животного с общим ускорением или замедлением по траектории. Показатель линейности определяется отклонением от прямой линии и рассчитывается путем деления фактического (географического) расстояния между первой и последней точками на траектории. Значения этого показателя варьируют в

пределах от 0 до 1, причем близкий к единице показатель линейности характеризует прямую линию траектории, а показатель линейности, близкий к нулю, соответствует линии с незначительным или практически незаметным направленным ходом (Batschelet 1980). Помимо линейности, был использован другой показатель направленности (параметр средней длины вектора) ***r*** (Cain 1989), введенный вследствие его зависимости от изменения углового направления траектории, а не от расстояний. Значения средней длины вектора изменяются от 0 (большой разброс) до 1 (все движение происходят в одном направлении) (Cain 1989). Скорость изменения направления движения определяется величиной изменения ориентации по траектории. Эта величина рассчитывается делением суммы абсолютных значений всех изменений направления движения по траектории на общую продолжительность движения по траектории, выраженную в минутах (Smultea and Würsig, 1995).

ДАННЫЕ О ПОВЕДЕНИИ/ДЫХАНИИ Для оценки потенциальных изменений поведения были рассмотрены количественные значения шести основных переменных, включающих: 1) интервал между фонтанами (время между двумя последовательными выдохами при одном выныривании); 2) число фонтанов на одно выныривание; 3) время выныривания (длительность нахождения особей на или вблизи поверхности воды); 4) время заныривания (длительность нахождения особей в погруженном состоянии); 5) частота фонтанирования на поверхности (среднее число выдохов в минуту во время нахождения особей на поверхности); 6) частота фонтанирования в период движения в течение всего цикла выныривания – заныривания (усредненное для цикла выныривания – заныривания число выдохов в минуту). По каждому периоду, в течение которого выполнялись наблюдения за поведением животных, случайно выбиралось время дискретизации, приблизительно составляющее десять минут, для которого производились расчеты одного среднего значения каждого из шести переменных параметров (см. следующий раздел).

РАЗБИВКА ДАННЫХ ТЕОДОЛИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И ФОКАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ ЖИВОТНЫХ Из-за различий в продолжительности различных траекторий, все они были разбиты на 10-минутные интервалы времени. “Разбивка” включала группирование точек в интервалы приблизительно по 10 минут и рассмотрение этого временного интервала в качестве основной единицы, относительно которой при наблюдении производился расчет данных измерений и определяющих переменных.

Каждый такой 10-минутный интервал времени, конец которого находился в фактической или интерполированной точке, представлял собой элемент дискретизации по времени и именовался “*бином*”. Следовательно, длина траектории, соответствующая этим интервалам времени, может быть различной. Вследствие непостоянства значений длины для каждой траектории были получены единичные или многочисленные элементы дискретизации по времени (*бины*). Для каждого бина рассчитывались значения представляющих интерес вышеуказанных параметров траектории или поведения животных. Вследствие изменения числа элементов дискретизации (*бинов*) по ходу наблюдения, а также во избежание получения псевдодублирования информации для каждой траектории или отрезка времени наблюдения за поведением животных производилась произвольная выборка 10-минутного временного интервала. Следовательно, использовавшаяся при выборках единица времени представляла собой один 10-минутный элемент (*бин*), приходящийся на линию траектории или отрезок времени наблюдения за поведением животных.

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ Была проведена оценка гистограмм распределения каждого из определяющих переменных параметров. С целью проведения аналитических исследований для каждого вида распределения, не соответствующего нормальному закону, были выполнены преобразования путем аппроксимации полученных графических зависимостей диаграммами нормального распределения. Графики распределения *линейности* и *средней длины вектора* значительно отличались от соответствующих нормальному закону, причем они содержали значения указанных параметров от 0 до 1. Были проведены эмпирические логит-преобразования распределения параметров *линейности* и *средней длины вектора* с использованием следующего уравнения:

$$Y_i' = \log_e \left[\frac{Y_i - 0.003}{1 - (Y_i - 0.003)} \right],$$

где Y_i' являлось преобразованным значением частоты распределения при наблюдении i и Y_i являлось первоначальным значением. Постоянный коэффициент 0.003 вычитался из данных каждого наблюдения во избежание деления на нуль в том случае, если

первоначальное значение было 1.0. Обратное преобразование для приведения к первоначальному значению было проведено с использованием следующего уравнения:

$$Y_i = \frac{1.003 \times \exp\{Y_i'\} + 0.003}{1 + \exp\{Y_i'\}}.$$

Характер распределения *скорости на участке перемещения между выныриванием и заныриванием*, *скорости изменения направления, числа фонтанов на одно выныривание, времени нахождения на поверхности* также значительно отличался от распределения по нормальному закону. Были проведены логит-преобразования распределения каждого из этих переменных параметров с использованием уравнения:

$$Y_i' = \log_e(Y_i),$$

где Y_i' являлось преобразованным значением частоты распределения при наблюдении *i* и Y_i являлось первоначальным значением. Обратное преобразование для приведения к первоначальному значению было проведено путем возведения основания *e* в степень Y_i'.

РЕЗУЛЬТАТЫ

РАБОТЫ

На четырех береговых станциях на выполнение работ было затрачено в общем счете 26 суток (192 ч) (табл. 2). На станции "Одопту" был выполнен меньший объем работ, поскольку он был добавлен посреди сезона полевых работ. Основной объем работ на станцию выполнялся на станциях №1 и №2, что связано, в основном, с неблагоприятными погодными условиями во время пребывания на этих станциях, а также с большим количеством полудней работы. На станции №7 количество полудней было меньше, чем на станциях №1 и №2.

Таблица 2. Общий объем работ на четырех береговых станциях с 17 августа по 28 сентября 2002 г.

Станция	Кол-во дней в работе	Часов в работе
Станция №1	8	62,05
Станция №2	9	60,13
Станция №7	5	44,58
Станция "Одопту"	4	25,50
Итого	26	192,26

ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ

<u>Общие сведения</u> – В ходе осуществления исследований было выполнено в общем счете 117 сеансов наблюдений, при этом за один день работ выполнялось 4,2 ± 2,72 (статистическое отклонение, SD) сеанса наблюдений. Распределение визуальных наблюдений, произведенных на четырех станциях, указаны на рис. 7. По рисунку видно, что несмотря на то, что киты отмечались на расстоянии до 5 км от станций, они редко находились на расстоянии >2,5 км от берега. Серые киты отмечались каждый день в течение производства наблюдений, со средним значением 3,2 ± 3,38 (SD) (медиана = 2, диапазон = 0-18, число = 117) особей китов и 2,2 ± 2,23 (1, 1-10, 117) группы в пределах района исследований за сеанс наблюдений. За весь период наблюдений средний размер группы составил 1,4 ± 0,57 (1, 1-4, 261) особей (рис. 8 и 9).

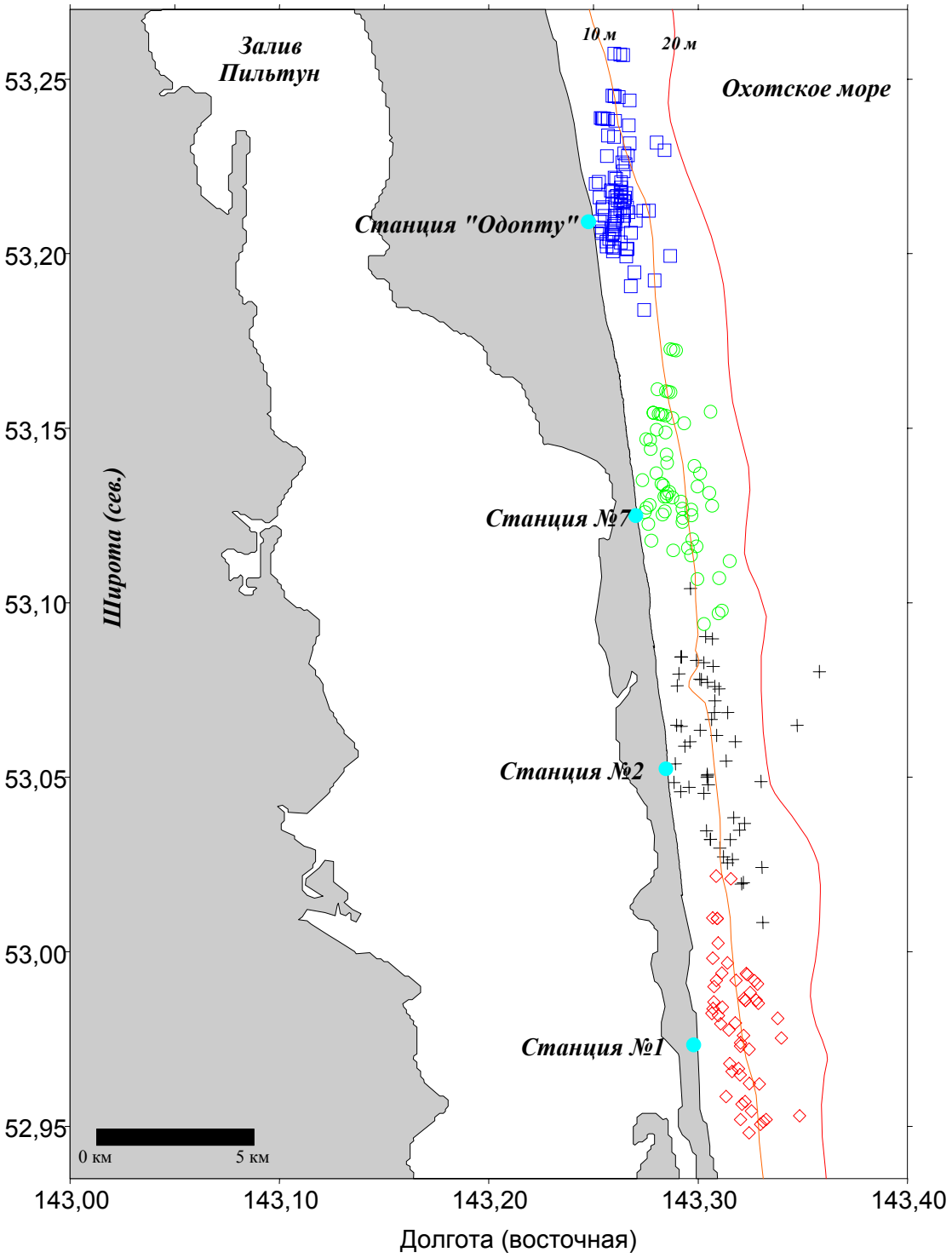


Рисунок 7. Географическое расположение мест наблюдения серых китов западной популяции с четырех береговых станций на о. Сахалин (лето 2002 г.).

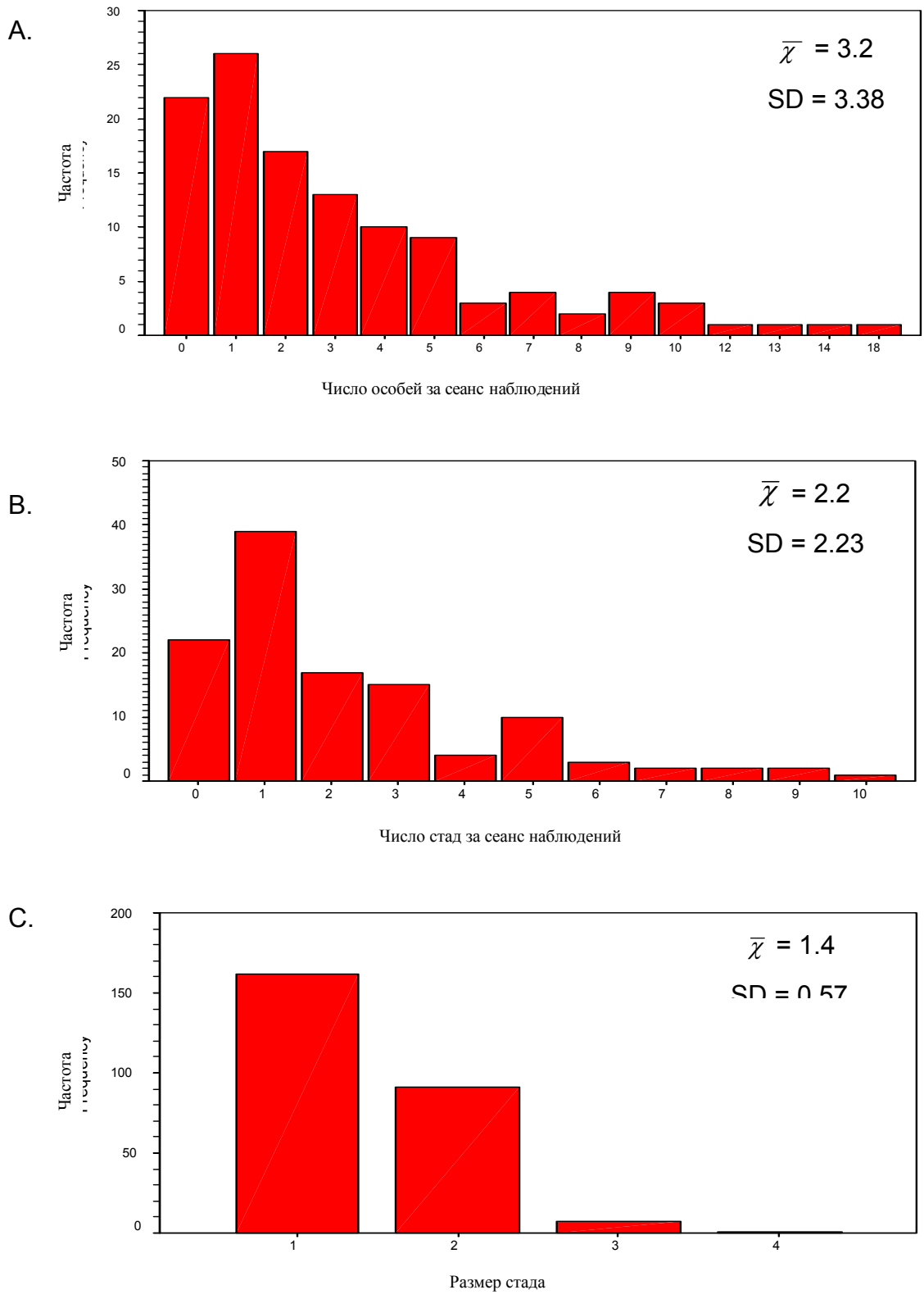


Рисунок 8. Гистограммы частоты появления особей (A) и групп (B) китов, отмеченных за сеанс наблюдений, в течение всего периода проведения исследований, а также размер групп (C).

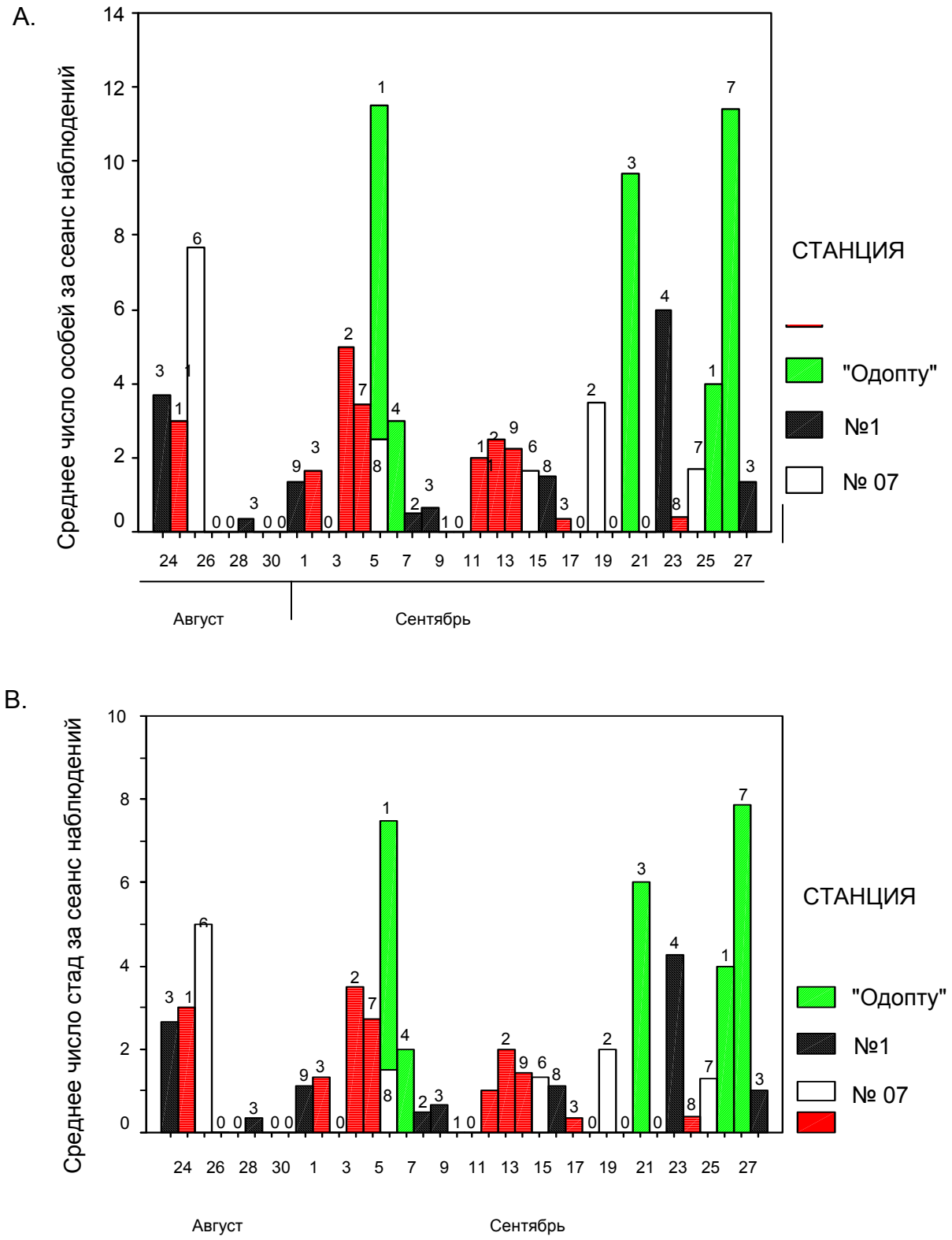


Рисунок 9. Среднее число особей (А) и групп (В) китов, отмеченных за сеанс наблюдений на каждой из четырех береговых станций. Число сеансов наблюдений на каждой станции в сутки указано над каждым столбцом.

УТРЕННИЕ И ВЕЧЕРНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ – Существенной разницы в численности особей китов (U = 1586,500, P = 0,496) и групп (1542,500, 0,349) при утренних и вечерних наблюдениях не отмечено. На рис. 10 показаны сходные значения распределения частот количества особей и групп китов утром и вечером. В утреннее время среднее число особей составило 2,9 ± 3,21 SD (медиана = 2, диапазон = 0-14, N = 57), а вечером – 3,4 ± 3,54 (2, 0-18, 60). Утром среднее число групп китов составило 2,0 ± 2,15 (1, 0-9, 57), а вечером – 2,4 ± 2,30 (1,5, 0-10, 60).

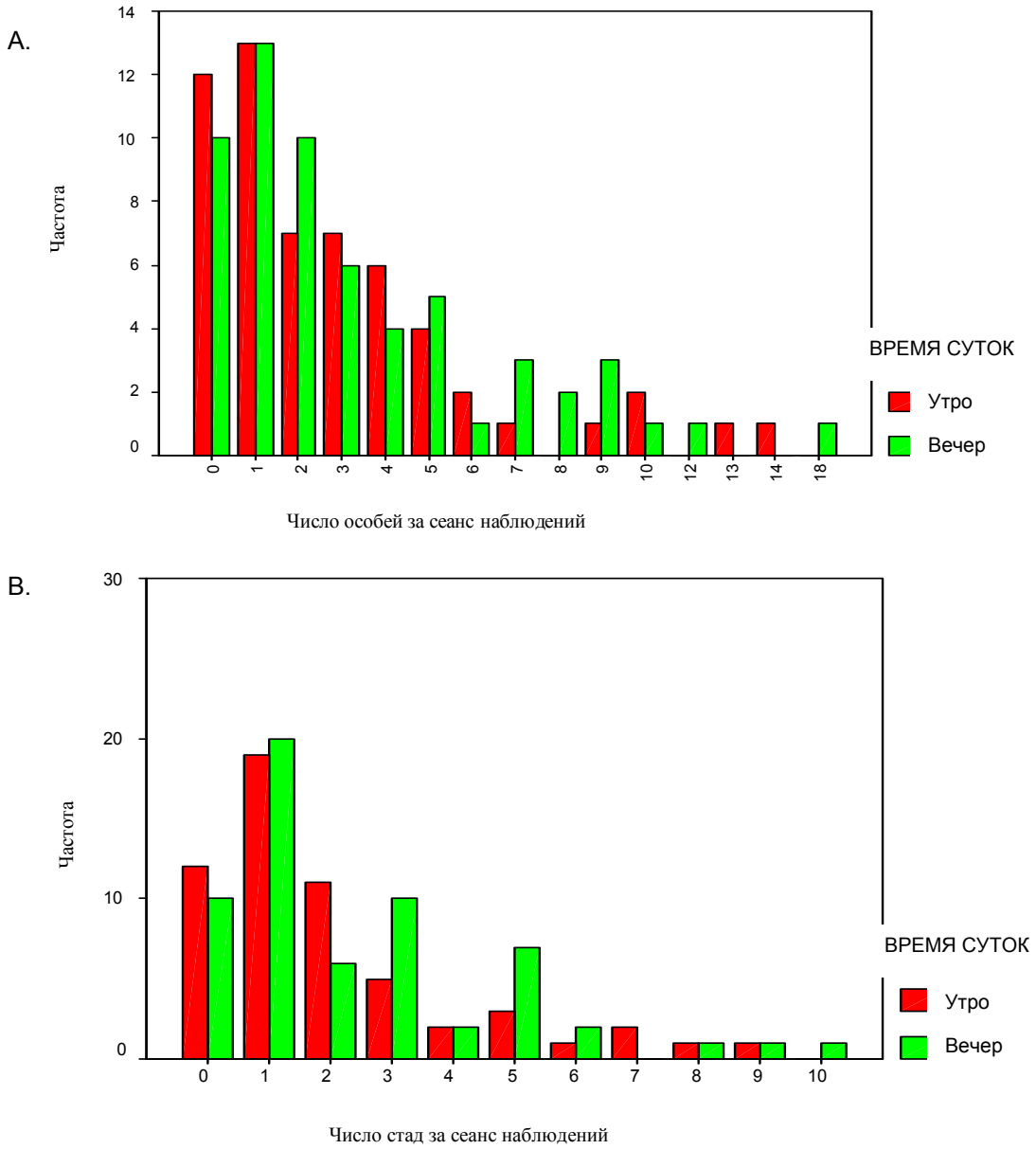


Рисунок 10. Распределение частот наборов данных по числу особей (A) и групп (B) китов за сеанс наблюдений.

СТАНЦИИ – средние значения численности особей и групп китов, наблюдаемых за один сезон, существенно различались по станциям (особи F = 15,760, df = 3, P < 0,001; группы F = 15,155, df = 3, P < 0,001), причем в среднем за сезон набольшее число особей и групп приходится на наиболее северную береговую станцию "Одопту" (станция "Одопту", $\overline{\chi}$ = 8,4 ± 4,59 SD особей и 5,7 ± 2,85 SD групп китов) по сравнению с тремя остальными станциями (см. рис. 9, табл. 3). Значения численности особей и групп китов на остальных трех береговых станциях были сходны (от 1,9 ± 1,98 до 3,3 ± 2,74 особей и от 1,5 ± 1,40 до 2,2 ± 1,75 групп китов), причем на станции №1 было наименьшее число как особей, так и групп за сеанс наблюдений.

В течение периода с 10 по 28 сентября 2002 г. (табл. 4) средние значения численности особей и групп, наблюдаемых на каждой станции, существенно различались (особи F = 18,871, df = 3, p < 0,001; группы F = 20,106, df = 3, P < 0,001), причем большее число особей и групп в среднем за сезон отмечалось на самой северной станции (станция "Одопту", среднее значение = 8,4 ± 4,59 SD особей и 5,69 ± 2,85 SD групп китов) по сравнению с тремя остальными станциями. Число особей и групп китов на остальных трех береговых станциях были сходны (от 1,3 ± 1,46 до 2,2 ± 2,35 особей и от 0,9 ± 0,93 до 1,6 ± 1,64 групп), причем на станцию №2 приходится наименьшее число групп.

Таблица 3. Число особей (А) и групп (В) китов, отмеченных на четырех береговых станциях наблюдений вдоль блока Одопту за весь сезон.

А.

СТАНЦИЯ	с.з.	SD	медиана	диапазон	число
Станция №1	1,9	1,98	1	0-7	35
Станция №2	2,0	1,83	2	0-7	37
Станция №07	3,3	2,74	3	0-9	29
Станция "Одопту"	8,4	4,59	9	2-18	16

В.

СТАНЦИЯ	с.з.	SD	медиана	диапазон	число
Станция №1	1,5	1,40	1	0-5	35
Станция №2	1,5	1,37	1	0-5	37
Станция №07	2,2	1,75	2	0-5	29
Станция "Одопту"	5,7	2,85	6	1-10	16

Таблица 4. Число особей (А) и групп (В) китов, отмеченных на четырех береговых станциях наблюдений вдоль блока Одопту с 10 по 28 сентября 2002 г.

А.

СТАНЦИЯ	с.з.	SD	медиана	диапазон	число
Станция №1	2,2	2,35	1	0-7	20
Станция №2	1,3	1,46	1	0-5	24
Станция №07	2,1	1,60	2	0-5	23
Станция "Одопту"	8,4	4,59	9	2-18	16

В.

СТАНЦИЯ	с.з.	SD	медиана	диапазон	число
Станция №1	1,6	1,64	1	0-5	20
Станция №2	0,9	0,93	1	0-3	24
Станция №07	1,4	1,08	1	0-4	23
Станция "Одопту"	5,7	2,85	6	1-10	16

ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ КИТОВ, ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ПО ТЕОДОЛИТУ

Наблюдение за серыми китами велось в общей сложности на протяжении 74 часов ($\overline{\chi}$ = 47,6 мин./путь), от 7 минут до 4,3 часа непрерывных наблюдений за траекториями движения (табл. 5). В итоге было отслежено 94 траектории движения с регистрацией 5638 географических точек (рис. 11).

Таблица 5. Сводная информация о траекториях движения китов, собранная на четырех береговых станциях наблюдения.

СТАНЦИЯ	Кол-во путей	Сред. продолж. (мин.)	Диапазон (мин.)
Станция №1	26	51,6	15 - 148
Станция №2	30	40,8	7 - 158
Станция №07	25	47,4	8 - 257
Станция "Одопту"	13	56,3	11 - 128

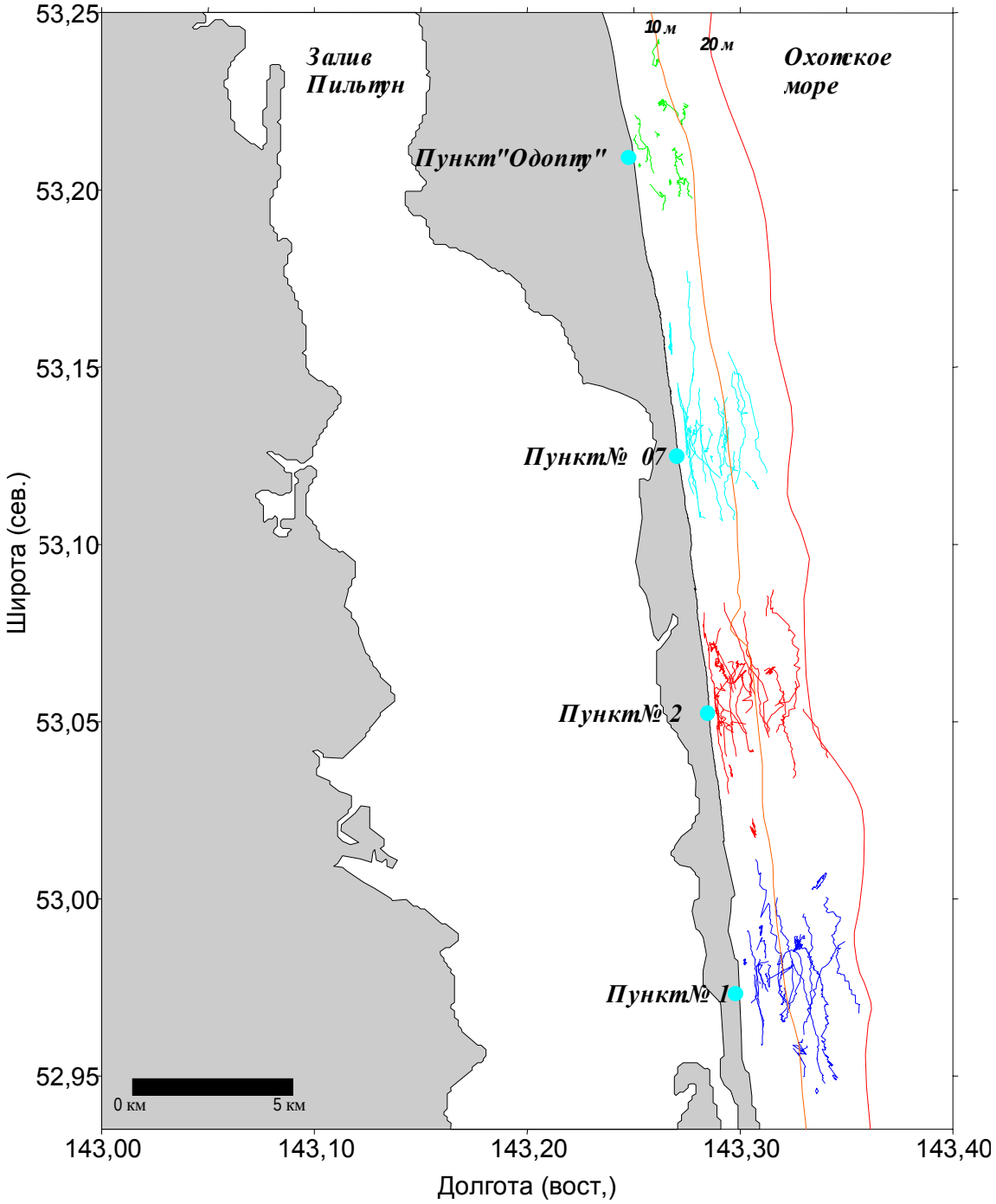


Рисунок 11. Пути следования (N = 94) серых китов западной популяции, отмеченные на четырех береговых станциях наблюдения на о. Сахалин летом 2002 г.

По набору данных, собранному исключительно из опознаваемых или отдельных особей, было определено 74 пути следования, которые могли быть использованы в анализе (табл. 6). В среднем, серые киты, наблюдаемые в ходе исследований, двигались со скоростью 3,17 ± 2,059 SD км/ч (медиана = 2,96, диапазон = 0,37-7,95; рис. 12), с ускорением 0,08 ± 0,495 км/ч (0,00, -0,75-2,62; рис. 13) и с изменением направления 21,05 ± 19,317 °/мин. (13,02, 1,43 – 83,26; рис. 14). Среднее значение длины вектора и фактора линейности составили соответственно 0,77 ± 0,271 (0,90, 0,08 – 1,00; рис. 15) и 0,82 ± 0,242 (0,94, 0,14 – 1,00; рис. 16). Данные показатели направления свидетельствуют о сравнительно прямолинейном движении в отличие от непрямолинейного характера движения при кормежке.

Таблица 6. Сводные данные для анализа путей следования серых китов западной популяции летом 2002 г.

N = 74	с.з.	медиана	мин.	макс.	SD
Скорость на участке пути (км/ч)	3,17	2,96	0,37	7,95	2,059
Ускорение (км/ч)	0,08	0,00	-0,75	2,62	0,495
Сред. длина вектора	0,77	0,90	0,08	1,00	0,271
Темп изменения направления (°/мин.)	21,05	13,02	1,43	83,26	19,317
Фактор линейности	0,82	0,94	0,14	1,00	0,242

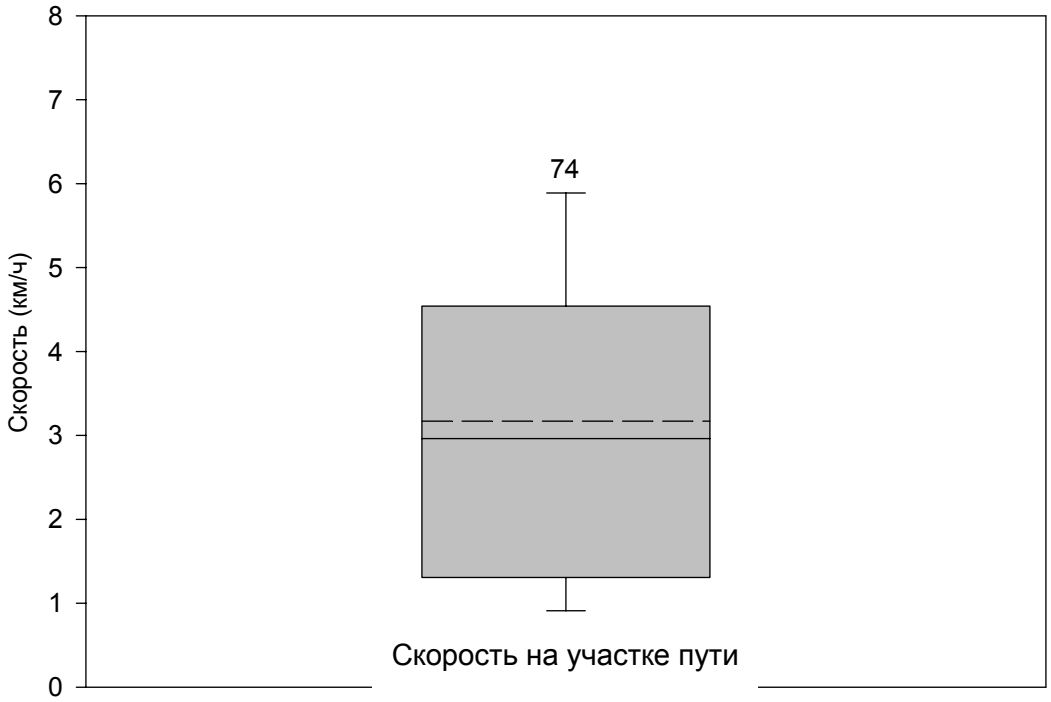


Рисунок 12. Скорость движения опознаваемых или отдельных особей серых китов на отдельных участках пути, зарегистрированная на четырех береговых станциях наблюдения. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий ("усов") соответствуют 10-й и 90-й процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-й и 75-й процентилей. Сплошная линия обозначает 50-ую процентиль, а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

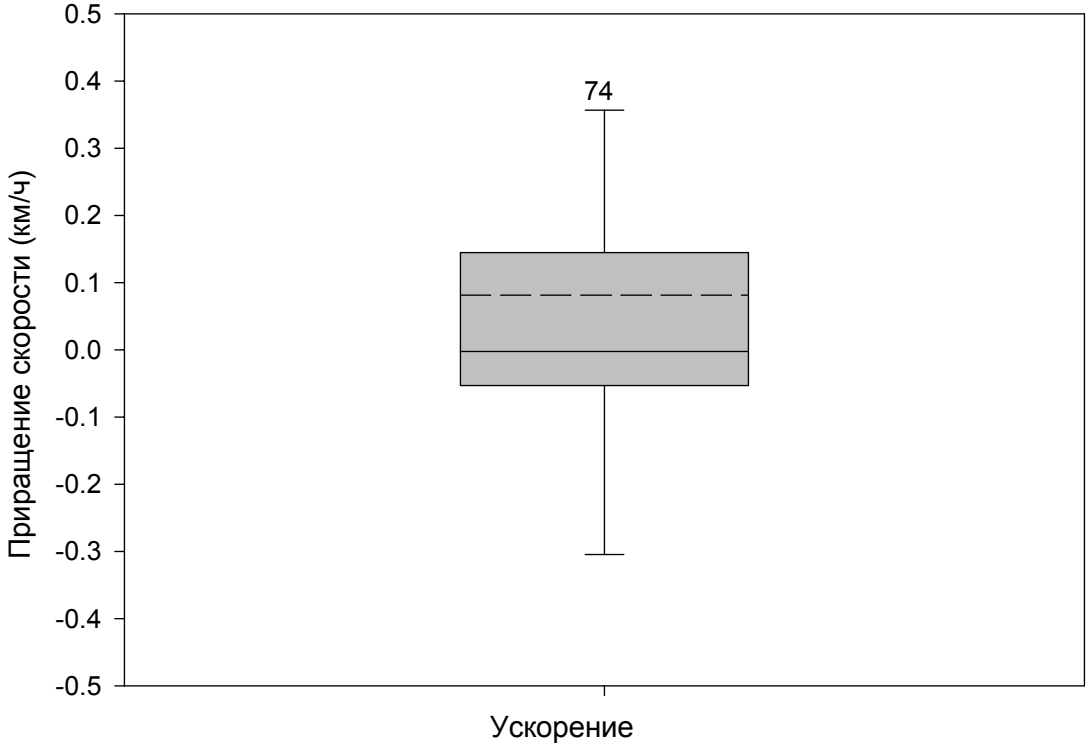


Рисунок 13. Ускорение опознаваемых или индивидуальных особей серых китов, зарегистрированное на четырех береговых станциях наблюдения. Отрицательные значения ускорения соответствуют снижению скорости. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий ("усов") соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей. Сплошная линия обозначает 50-ую процентиль, а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

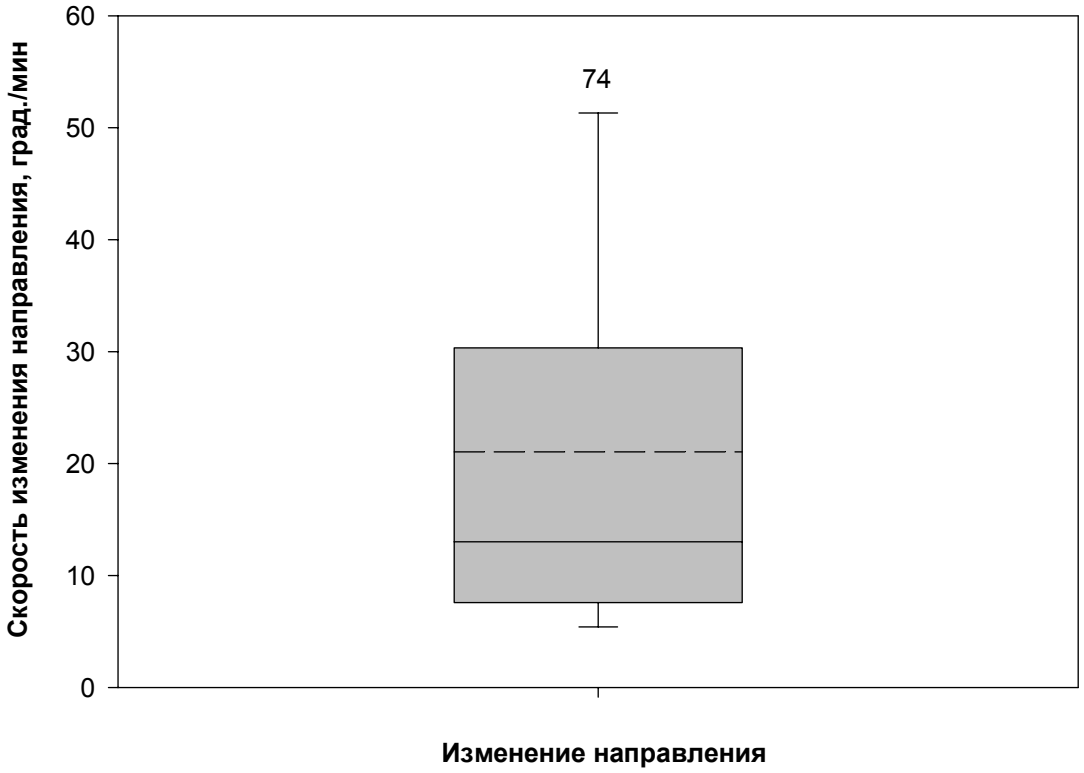


Рис. 14. Скорость изменения направления движения всех одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

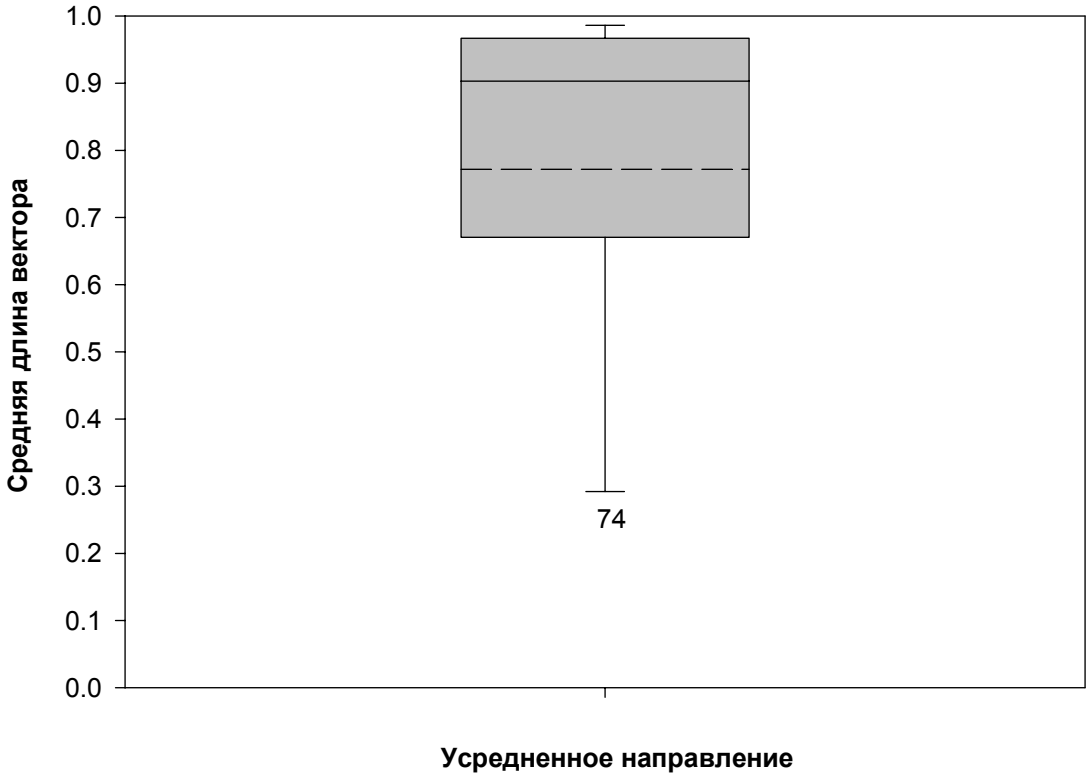


Рис. 15. Средняя длина вектора перемещения всех одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

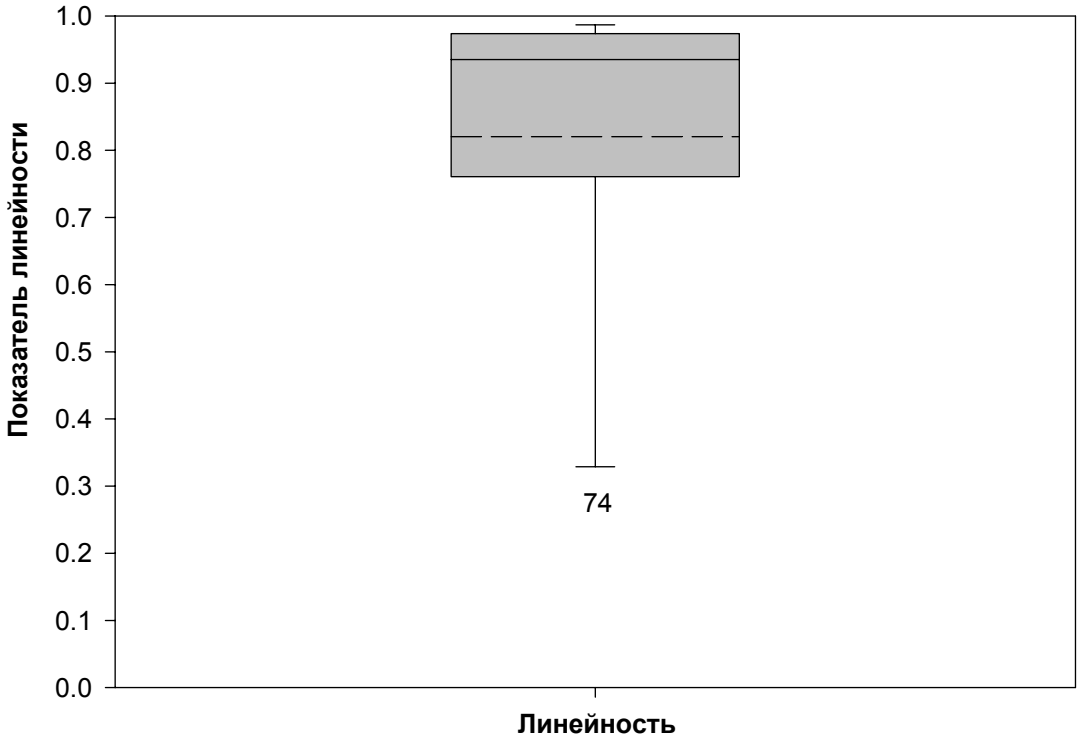


Рис. 16. Показатель линейности перемещения всех одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

Для оценки потенциальных сезонных изменений в период проведения исследований было проведено сравнение переменных параметров процесса перемещения до и после 10 сентября. Для двух указанных периодов не было отмечено статистически значимых отличий каких-либо переменных параметров (Табл. 7 и рис. 17-21).

Табл. 7. Результаты статистической обработки данных регистрации переменных параметров перемещения до и после 10 сентября.

		Средн.	Медиан.	Мин.	Макс.	Среднее квадр. отклонение	Число опред.
Скорость на участке перемещения (км/ч)	До	3.36	3.20	0.37	7.95	2.067	31
	После	3.03	2.64	0.66	10.07	2.066	43
Ускорение (км/ч)	До	0.14	0.02	-0.56	2.13	0.535	31
	После	0.04	-0.03	-0.75	2.62	0.465	43
Средняя длина вектора	До	0.81	0.96	0.10	0.99	0.279	31
	После	0.74	0.83	0.08	1.00	0.265	43
Скорость изменения ориентации (°/мин)	До	18.63	9.54	3.15	76.73	19.606	31
	После	22.79	14.51	1.43	83.26	19.146	43
Линейность	До	0.86	0.95	0.21	1.00	0.225	31
	После	0.79	0.93	0.14	1.00	0.252	43

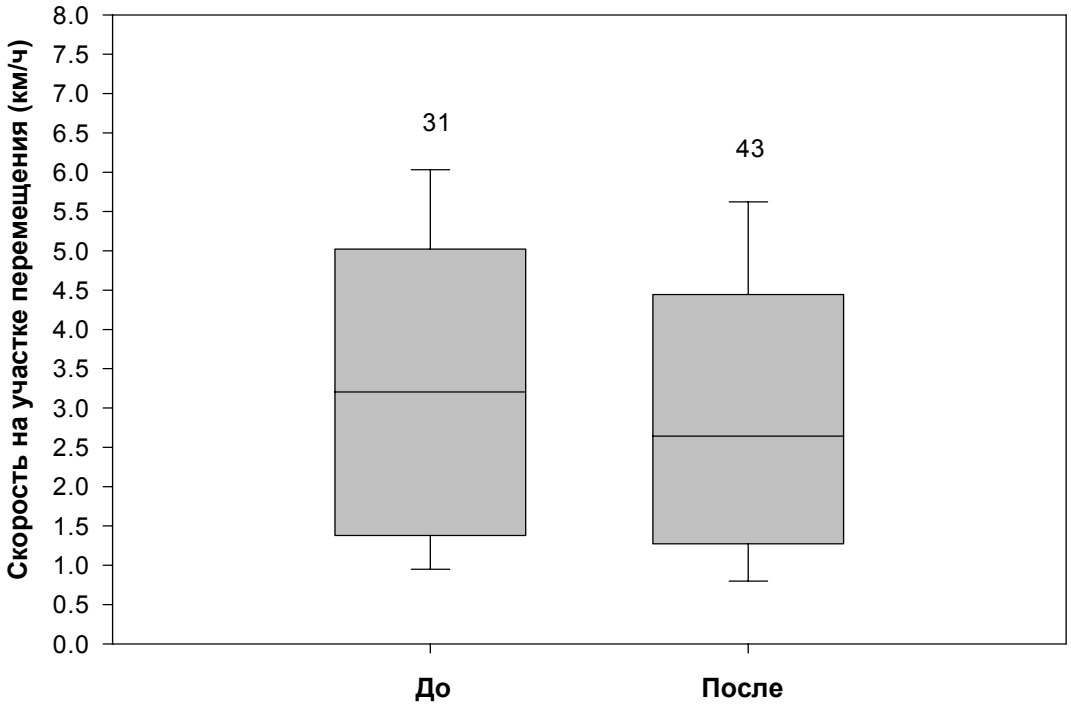


Рис. 17. Скорость на участке перемещения одиночных или отдельных опознаваемых особей серых китов, которые наблюдались с четырех береговых станций. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

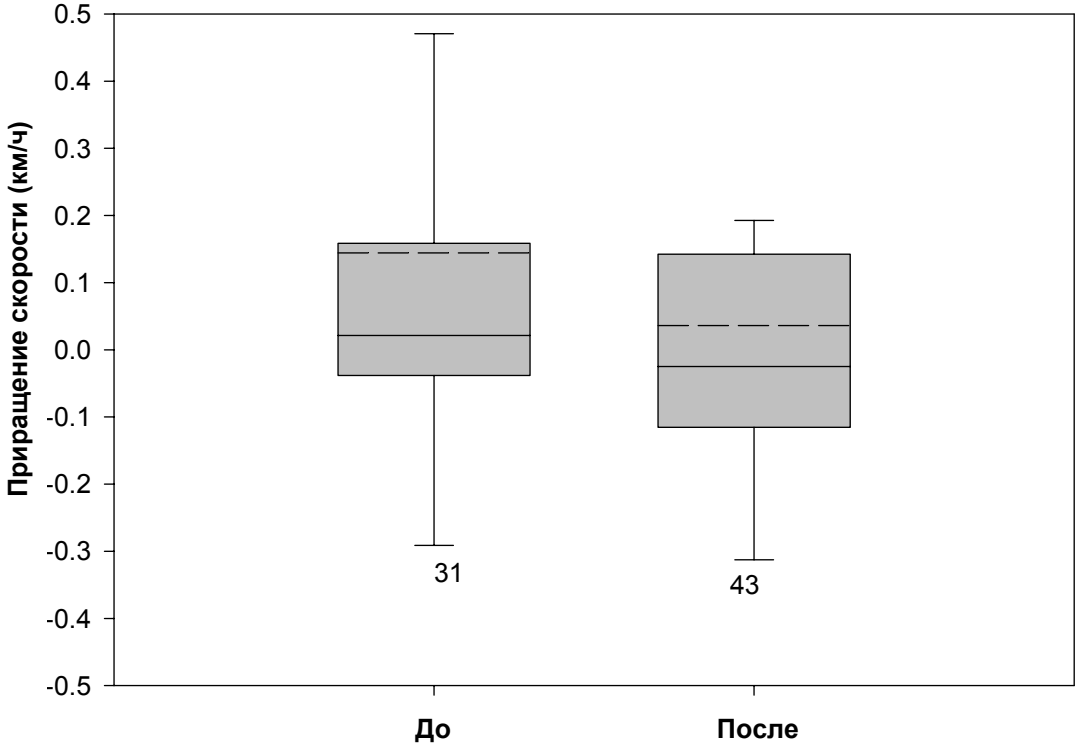


Рис. 18. Ускорение перемещения одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября (t = 0.992, df = 72, P = 0.324). Отрицательные значения ускорения указывают на замедление движения. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

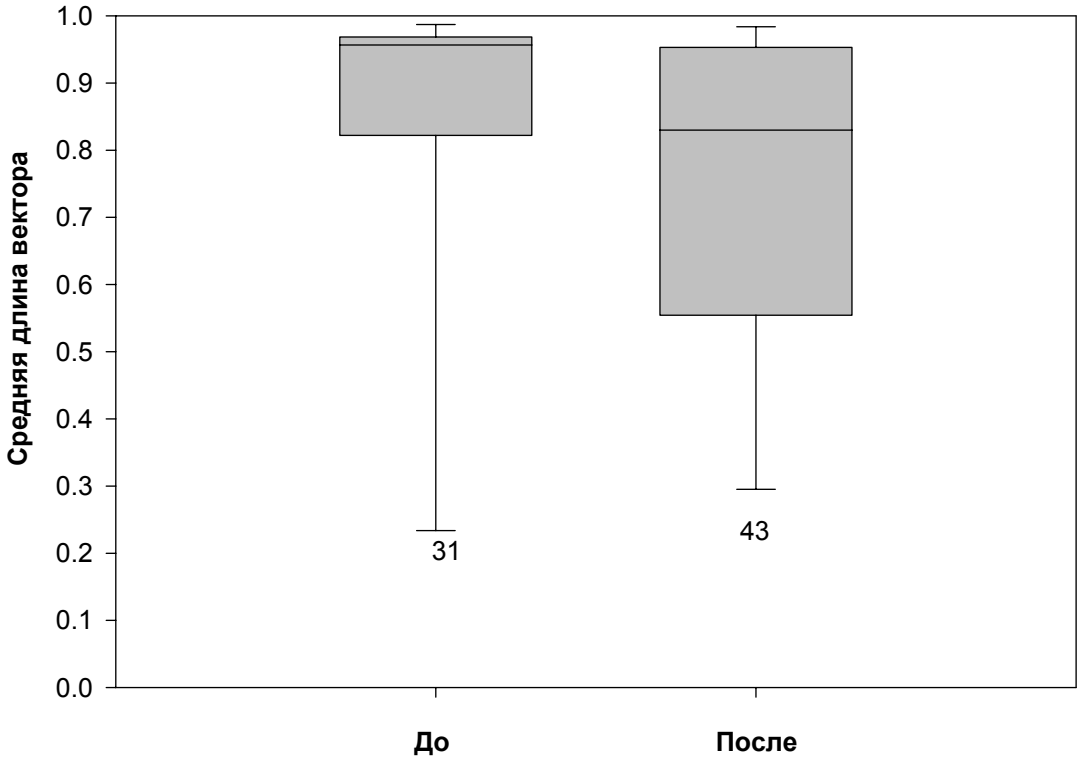


Рис. 19. Средняя длина вектора перемещения одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября (t = 0.889, df = 72, P = 0.377). На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

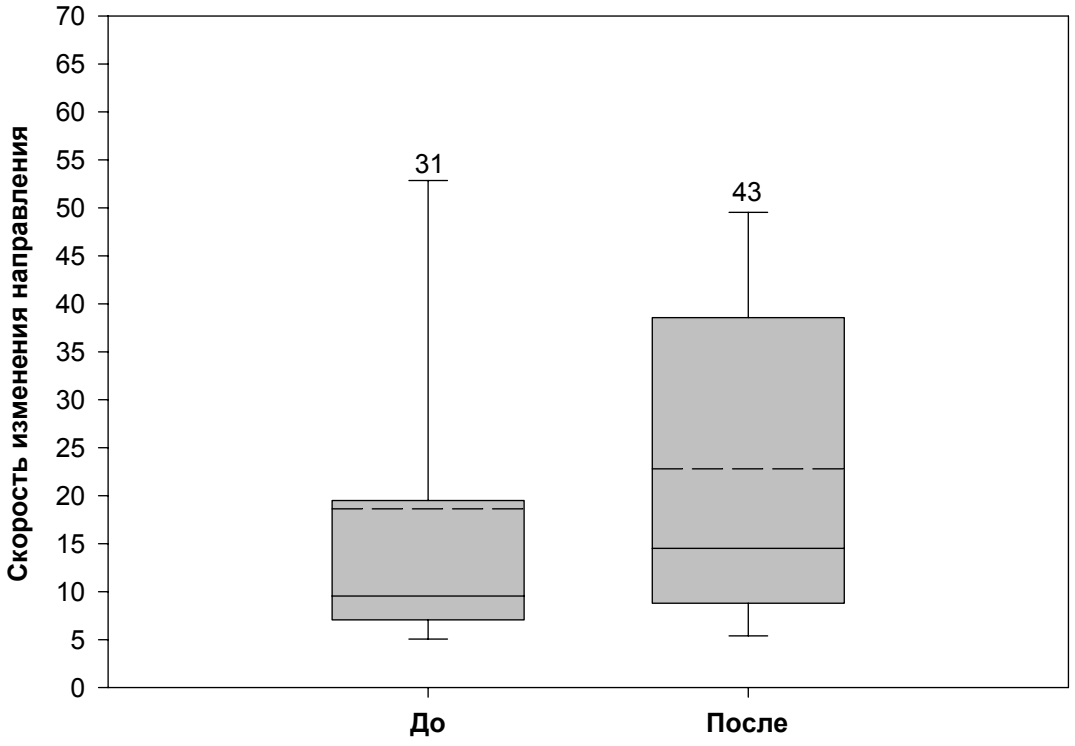


Рис. 20. Скорость изменения направления при перемещении одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября (t = -0.815, df = 72, P = 0.418). На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

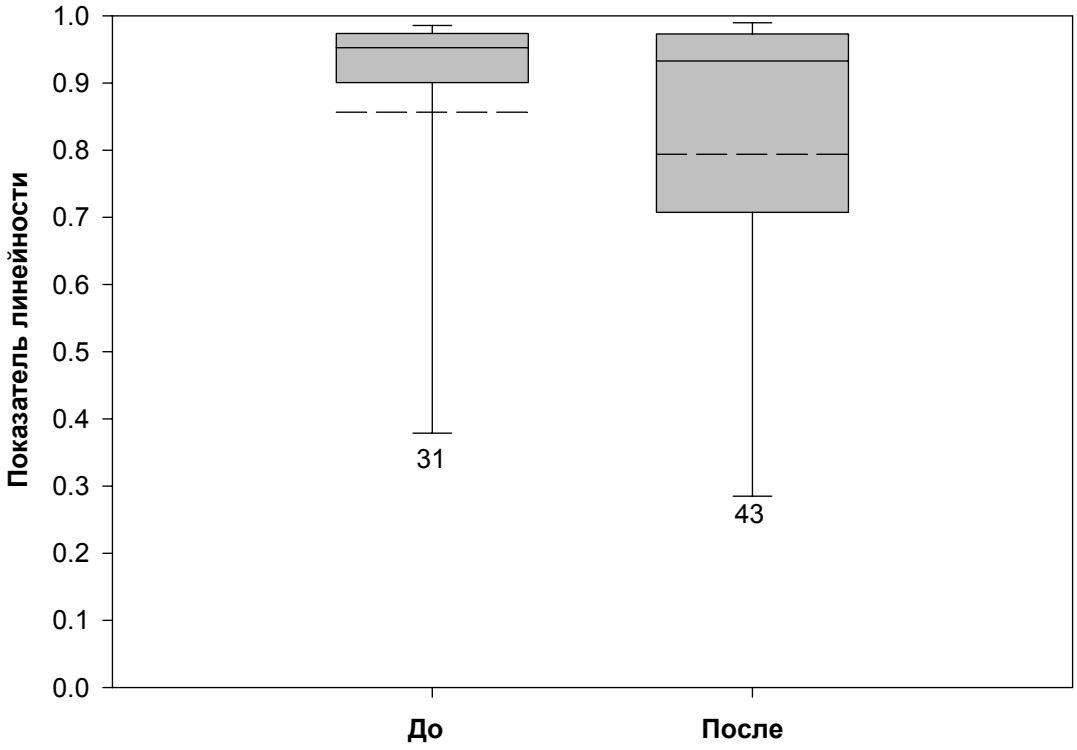


Рис. 21. Показатель линейности перемещения одиночных или опознаваемых особей серых китов до и после 10 сентября (t = 0.665, df = 72, P = 0.508). На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий (”усов”) соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль (медианное значение), а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

ВИЗУАЛЬНОЕ (ФОКАЛЬНОЕ) НАБЛЮДЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Визуальные сеансы наблюдения поведенческих реакций проводились в целом в течение 30 часов на 46 отдельных особях серых китов, начиная 17 августа и до 28 сентября 2002 г. (Таблица 8). В среднем длительность визуального сеанса составляла примерно 47 мин, причем были собраны данные о 3004 поведенческих событиях.

Таблица 8. Суммарные данные визуального наблюдения поведенческих реакций с четырех береговых наблюдательных пунктов.

Название набл. пункта	Кол. сеансов	Средняя продолжительность (мин.)	Диапазон (мин.)
1-й пункт	13	65,61	26 - 145
2-й пункт	14	30,64	8 - 74
Пункт 07	13	46,61	9 - 250
Пункт в Одопту	6	49,77	17 - 91
Итого	46	47,46	8 - 250

В среднем у отдельных особей серых китов наблюдался интервал частоты фонтанирования 0,46 ± 0,194 фонтанов в минуту с учетом статистического отклонения (SD) (Среднее значение = 0,43, Диапазон = 0,22 – 0,88; Рис. 22), при 4,88 ± 4,451 (3,67; 1 – 27; Рис. 23) фонтанов в течение одного интервала нахождения на поверхности. Время, в течение которого отдельные особи китов наблюдались на поверхности, составило 1,65 ± 1,503 (1,63; 0,33 – 7,08; Рис. 22) минут, при этом длительность заныривания отдельных китов составила 1,84 ± 0,805 (1,63; 1,03 – 4,60; Рис. 22) минут. Частота фонтанирования при нахождении на поверхности и частота фонтанирования в течение всего цикла заныривания и выныривания составили примерно 3,64 ± 1,630 (3,38; 1,63 – 7,23) фонтанов в минуту и 1,28 ± 0,317 (1,26; 0,69 – 2,22) фонтанов в минуту соответственно (Таблица 9; Рис. 23).

Таблица 9. Сводные статистические данные о дыхательных параметрах отдельных особей серых китов в течение всего цикла заныривания и выныривания.

	Ср. арифм.	Медиана	Мин.	Макс.	Стат. отклонение	Кол. китов
Интервал фонтанирования (в мин.)	0.46	0.43	0.22	0.88	0.194	46
Фонтанов/выныривания	4.88	3.67	1.00	27.00	4.451	42
Время на поверхности (мин.)	1.65	1.18	0.33	7.08	1.503	42
Время нахождения под водой (мин.)	1.84	1.63	1.03	4.60	0.805	44
Частота фонтанирования в течение всего цикла заныривания и выныривания	1.28	1.26	0.69	2.22	0.317	42
Частота фонтанирования при нахождении на поверхности	3.64	3.38	1.63	7.23	1.630	42

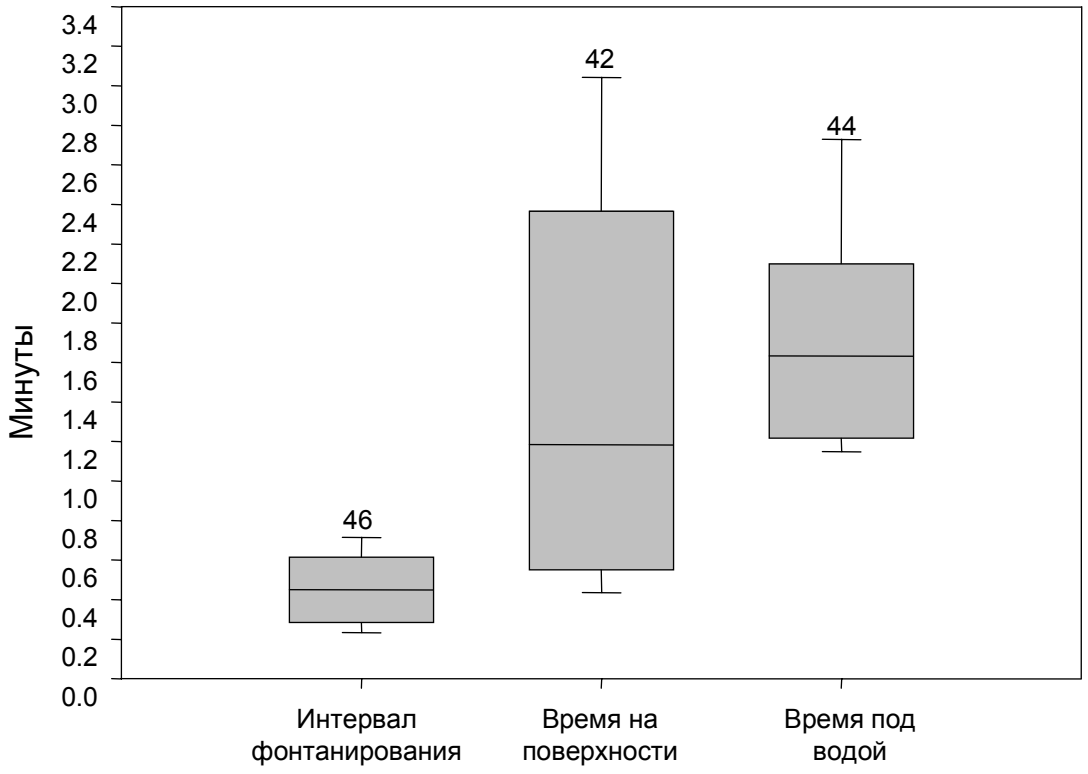


Рис. 22. Интервал фонтанирования, время на поверхности, и временные параметры нахождения под водой западной популяции серых китов. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий ("усов") соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль, а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

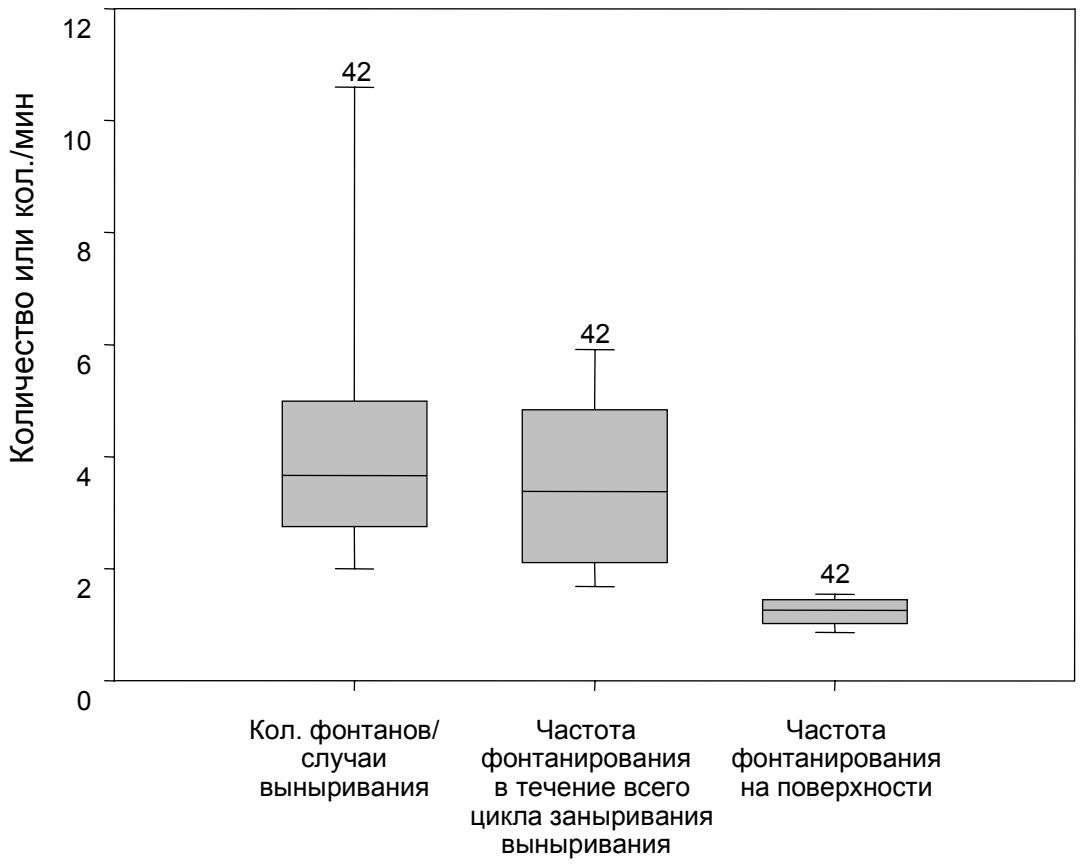


Рис. 23. Количество фонтанов на одно выныривание, частота фонтанирования в течение всего цикла заныривания-выныривания и частота фонтанирования на поверхности западной популяции серых китов. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий ("усов") соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль, а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

Все подвергнутые оценке поведенческие параметры не имеют статистически значимых различий в периоды до и после 10 сентября (Таблица 10; Рис. 24 и 25).

Таблица 10. Сводные статистические данные о поведенческих параметрах в периоды до и после 10 сентября 2002 г.

		Ср. арифм.	Медиана	Мин.	Макс.	Стат. отклонение	Кол. китов
Интервал фонтанирования (в мин.)	До	0.44	0.42	0.23	0.73	0.169	24
	После	0.48	0.50	0.22	0.88	0.221	22
Кол. фонтанов/на случай выныривания	До	5.76	3.83	2.00	27.00	5.621	20
	После	4.09	3.17	1.00	13.00	2.949	22
Время на поверхности (мин.)	До	1.53	1.22	0.47	4.83	1.129	20
	После	1.77	1.08	0.33	7.08	1.796	22
Время под водой (мин.)	До	1.84	1.83	1.03	3.75	0.664	22
	После	1.84	1.58	1.03	4.60	0.942	22
Частота фонтанирования в течение всего цикла заныривания-выныривания (кол. фонтанов/мин.)	До	1.28	1.26	0.69	2.22	0.388	20
	После	1.27	1.28	0.85	1.86	0.246	22
Частота фонтанирования на поверхности (кол. фонтанов/мин.)	До	3.61	3.28	1.76	6.67	1.532	20
	После	3.68	3.63	1.63	7.23	1.749	22

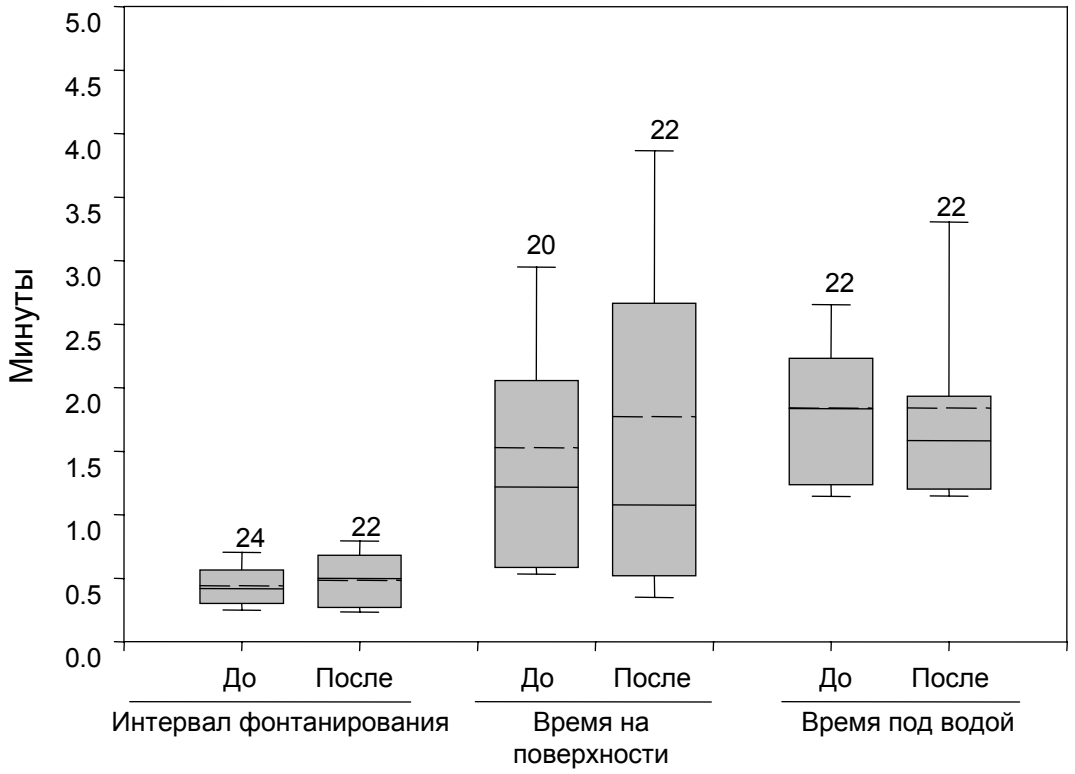


Рис. 24. Блок-диаграмма интервалов фонтанирования (t=-0,721, df = 44; P = 0,475), время на поверхности (0,142; 40; 0,888), и время под водой (0,003; 42; 0,998), до и после 10 сентября. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий ("усов") соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль, а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

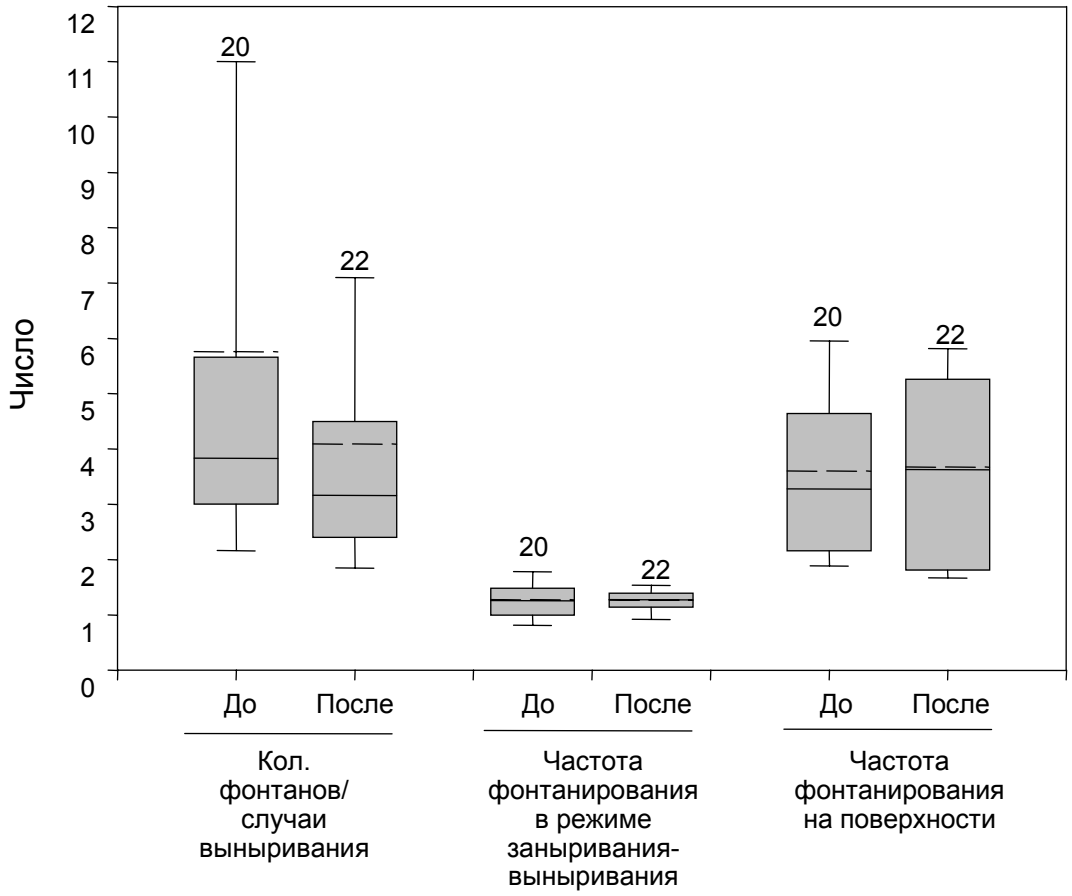


Рис. 25. Блок-диаграмма количества фонтанов/случаев выныривания (1,454; 40; 0,154), частота фонтанирования в течение всего цикла заныривания-выныривания (0,141; 40; 0,928), и частота фонтанирования на поверхности (0,360; 40; 0,890), частоты измеряются в кол. фонтанов/мин; до и после 10 сентября. На каждой блок-диаграмме концы вертикальных линий ("усов") соответствуют 10-ой и 90-ой процентилям. Прямоугольник ограничен сверху и снизу значениями 25-ой и 75-ой процентилей, сплошная линия обозначает 50-ую процентиль, а пунктирные линии соответствуют средним арифметическим значениям.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сезон наблюдений 2002 г. заметно отличался тем, что в акватории к северу от залива Пильтун не выполнялись какие-либо промышленные разведочные работы или работы по обустройству и разработке месторождений, и поэтому мы считаем, что этот год представляет собой хорошую исходную "точку отсчета" (baseline) в отношении информации о местах обитания и о поведенческих характеристиках западной популяции серых китов. Как и летом 2001 г. (см. Würsig et al. 2002 для сравнения с данными за 2001 г.), серые киты наблюдались каждый день в течение периода

наблюдения в 26 дней, что опять подтвердило сильную их привязанность к этой прибрежной зоне. Такая привязанность серых китов к месту нагула также была описана и для восточной популяции (Pike 1962; Hatler, Darling 1974; Würsig et al.1986; Weller et al. 1999). Среднее арифметическое количество китов, замеченных в течение одного сеанса наблюдения составило 3,2, что было несколько выше, чем 2,6 кита, замеченных за один сеанс наблюдения в 2001 г. Это показывает, что в конце лета, похоже, наблюдалось большее количество китов в прибрежной зоне возле блока Одопту, чем в предыдущий год. Также было зарегистрировано 2,2 группы китов за один сеанс наблюдения в 2002 г., что несколько выше, чем 1,9 группы за один сеанс наблюдения в 2001 г. Средний размер группы китов был такой же, как и в 2001 г., 1,4 кита в одном группе, причем размер группы колебался в пределах от 1 до 4 (в 2001 г. одна группа насчитывала 6 китов). Такой небольшой размер групп является характерным при кормлении серых китов бентосом и эпибентосом, и является несколько меньшим значением, чем среднеарифметическое и медианное значение 2 кита в одной группе, о чем сообщается в публикации Уэллера (Weller et al.1999) относительно этой популяции. Их данные в целом получены на участке, расположенном 10-25 км к югу от зоны нынешнего исследования, где в конце 90-ых годов возле входа в залив Пильтун киты наблюдались в больших количествах. Возможно, что размер группы является несколько большим в связи с тем, что там обитает большее количество китов.

В 2001 г. значительно большее количество китов наблюдалось на самом южном наблюдательном пункте, у горы Киви, нежели на четырех других наблюдательных пунктах, расположенных к северу. Однако в 2002 г. на самом северном пункте наблюдения, Одопту (расположенном немного севернее самого северного наблюдательного пункта Муритай, использовавшегося в 2001 г.), наблюдалось значительно большее количество китов, чем на трех других наблюдательных пунктах, расположенных южнее. Мы не знаем, почему это произошло, хотя предполагаем (однако при отсутствии каких-либо данных), что местонахождение организмов, которыми питаются киты, является одних из факторов, влияющих на местонахождение китов. В начале сезона наблюдения в 2001 г. на блоке Одопту проводилась сейсмическая разведка, и некоторые из китов, возможно, избегали этот участок в тот период (Johnson 2002)

Хотя не представлялось возможным провести статистический анализ распределения китов и групп китов в рамках одного сезона, анализ, представленный на Рис. 9, показывает, что в целом это распределение существенно не изменилось между концом августа и концом сентября. К последнему дню, 27 сентября 2002 г., не было каких-либо указаний на то, что киты перемещаются к югу, т.е. что началась осенняя миграция. Как и в 2001 г., примерно одинаковое количество китов и групп китов наблюдалось утром и днем, т. е. отсутствовала последовательная тенденция к перемещению в данную зону и из нее в течение дня.

Наблюдение с использованием теодолита выявило два основных типа поведения: кормление в зоне, где животные оставались в пределах примерно 300 - 500 м в течение нескольких часов; и перемещение в море, чаще всего примерно параллельно берегу. Как и в 2001 г., в ходе данного исследования было отмечено крайне небольшое количество случаев общения между особями, в отличие от явного сезонного увеличения количества случаев установления такого общения, отмечавшееся различными авторами в августе и сентябре при наблюдении восточной популяции серых китов в северной части Берингова моря, данные о которых собраны в публикации Вюрсига (Würsig et al. 1986). Возможно, (но мы считаем это маловероятным) ввиду того, что наше внимание было в основном направлено на отслеживание и поведенческий анализ отдельных особей китов, а не групп китов, это повлияло на наше исследование, и мы наблюдали более низкий уровень активности в сфере общения между особями, нежели тот, который обычно имеется. Общая скорость перемещения китов составляла примерно 3,0 км/час (при медианном усреднении) и примерно 3,2 км/час (при среднеарифметическом усреднении), что несколько быстрее, чем в 2001 г. когда медианная скорость колебалась в пределах от 1,5 до 2,5 км/час, а средняя арифметическая = 1,7, что довольно хорошо соответствует данным о скоростях от, 2.3 до 2.8 км/час, полученным на основании ограниченной выборки данных трех наблюдений в северной части Берингова моря (Würsig et al. 1986). Более высокая скорость по сравнению с отмеченной в предыдущие годы и при наблюдении восточной популяции, показывает, что, возможно, киты не столь много занимаются кормлением и больше перемещаются между участками, согласно наблюдениям 2002 г. Эта увеличенная скорость может также частично быть обусловлена тем, что киты в большей степени кормятся на скоплениях ракообразных организмов в водной толще,

которые потенциально распространены редко и случайным образом (распределение Пуассона). Аналогичным образом режим перемещения между местами нагула был со всей очевидностью установлен при наблюдении кормления в водной толще ракообразными организмами восточной популяции серых китов у острова Ванкувер, Канада (Guerrero 1989). Выдерживание линейной направленности, ускорение, скорость изменения направления, и средняя длина вектора очень хорошо соответствовали данным 2001 г., собранным примерно в аналогичной зоне (Таблица 11). Хотя в таблице 11 также представлены данные, собранные у залива Пильтун два года назад, мы не считаем, что их можно использовать для целей непосредственного сравнения, поскольку они были получены при наблюдении с абсолютно другого наблюдательного пункта (Пильтунский маяк), собрали их не те люди, которые собирали данные в течение двух последних лет, и при этом использовались несколько другое разделение по категориям и анализ.

Интервалы между фонтанами, количество фонтанов на одно выныривание, и время нахождения на поверхности были аналогичны этим же параметрам восточной популяции серых китов при их кормлении на дне в северной части Берингова моря (Würsig et al. 1986) и у острова Ванкувер (Guerrero 1989). В 2001 г. время нахождения под водой при заныривании было примерно на 1,0 мин. короче, чем при наблюдении серых китов, кормящихся на дне. Возможно, это частично объясняется очень мелководными условиями в прибрежных морских районах острова Сахалин. В 2002 г. время нахождения под водой при заныривании было даже меньшим, чем в 2001 г. Среднеарифметическое значение составило 1,8 мин. на одно заныривание. В работе Вюрсига (Würsig et al.,1986) установлено общее увеличение времени нахождения под водой при заныривании в более глубоких (> 20 м) водах. В работе Герреро (Guerrero, 1989) указывается, что серые киты, питающиеся ракообразными организмами в водной толще, производят меньшее количество фонтанов на одно выныривание, интервалы между их фонтанами короче, они проводят более короткое время на поверхности, и меньше находятся под водой при заныривании, по сравнению с китами, кормящимися на дне. При рассмотрении данных за 2002 г., более короткое время нахождения под водой при заныривании соответствует данным о больших перемещениях и потенциальном кормлении в водной толще, что отмечалось выше. Частота фонтанирования в течение всего цикла выныривания-заныривания также больше

соответствовала манере кормления в толще воды (Guerrero 1989 г.), чем манере кормления бентосом, но это – так же – может обуславливаться мелководными условиями зоны нагула у залива Пильтун, меньшим количеством зарегистрированных случаев кормления (и большим перемещением), или каким(и)-либо другим(и) фактором(ами).

Таблица 11. Сводные статистические данные наблюдения при помощи теодолита и визуального наблюдения поведенческих характеристик, собранные в 1997, 1998, 2001 и 2002 гг. Дефисы (-) используются между цифрами, определяющими границы диапазонов; знаки "плюс/минус" (±) поставлены между среднеарифметическим значением и стандартным отклонением, и числа в скобках определяют количество зарегистрированных случаев.

Переменная величина	1997 (Вюрсиг и др., 1999 г.)	1998 (Вюрсиг и др., 2000 г.)	2001 (Вюрсиг и др., 2002 г.)	2002 (Данный отчет)
Скорость на отрезке между выныриванием и заныриванием (км/час)	1,5 - 2,0	1,7 ± 1,4	1,9 ± 1,49 (510)	3,2 ± 2,06 (74)
Линейность	0,70 - 0,90	0,78 ± 0,40	0,8 ± 0,23 (482)	0,8 ± 0,24 (74)
Ускорение (км/час)	-	-	0,0 ± 0,71 (506)	0,1 ± 0,50 (74)
Скорость изменения направления (°/мин.)	8 – 13	7,0 ± 6,12	17,4 ± 13,72 (506)	21,0 ± 19,32 (74)
Расстояние до берега (км)	1 – 3	<1 – 2	1,1 ± 0,66 (510)	
Средняя длина вектора	-	-	0,8 ± 0,26 (482)	0,8 ± 0,27 (74)
Интервал между фонтанами (кол. фонтанов/мин.)	0,46 ± 0,17	0,37 ± 0,196	0,4 ± 0,14 (271)	0,5 ± 0,19 (46)
Кол. фонтанов на одно нахождение на поверхности	4,7 ± 4,33	3,7 ± 2,24	5,2 ± 3,93 (234)	4,9 ± 4,45 (42)
Время нахождения на поверхности (мин.)	1,8 ± 2,48	1,0 ± 1,03	1,6 ± 1,84 (241)	1,7 ± 1,50 (42)
Время нахождения под водой (мин.)	1,7 ± 0,53	2,3 ± 0,99	2,5 ± 0,92 (239)	1,8 ± 0,80 (44)
Частота фонтанирования в течение всего цикла выныривания-заныривания (Кол. фонтанов/мин.)	1,2 ± 0,40	1,1 ± 0,43	1,2 ± 0,34 (236)	1,3 ± 0,32 (42)

Суммируя вышеизложенное, можно сказать, что имеется некоторая «естественная» изменчивость поведения западной популяции серых китов в районах кормления, и мы призываем продолжить исследования сложного комплекса естественных и антропогенных факторов, которые могут повлиять на китов. В данной работе отсутствуют два важных компонента: 1) полный комплект данных об окружающей среде, каковой был представлен нам для анализа в 2001 г. и 2) сведения о пище китов. Поскольку имеется возможность кумулятивного воздействия на китов по

мере продолжения реализации в будущем проектов по добыче нефти и газа, важно проводить исследования с целью получения отсутствующей информации о биологии и поведении китов. В дополнение к этому, следует продолжать постоянное наблюдение с целью установления проблем и предложения альтернативных вариантов в тех случаях, если какие-либо аспекты индустриальных работ влияют на китов.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Мы выражаем нашу благодарность Сергею Блохину, Сергею Балыцоку, Марии Есенгалиевой, Майку Дженкерсону, Александру Лысенко, Анне Рыбка, Дэвиду Уэллеру, Бриджит Уотс, и Сергею Язвенко за их усилия по обеспечению логистики. Роджер Мелтон, Кэролайн Мартин и Стив Джонсон оказали помощь на всех фазах исследования, начиная с разработки структуры исследования и до обеспечения логистики, организации связи в полевых условиях и редактирования этой публикации. У. Джон Ричардсон помог в деле составления макета данного исследования и его редактирования. Дэрил Лоренц обеспечила своевременную оплату счетов, и водители Александр Лысенко и Александр Костин были нашими прекрасными попутчиками и помощниками в полевых условиях.

ССЫЛКИ

Altman, J. 1974. Observational study of behaviour, sampling methods. Behaviour 49: 227-267.

Batschelet, E. 1980. Circular Statistics in Biology. Academic Press, New York, NY. 371pp.

Cain, M.L. 1989. The analysis of angular data in ecological field studies. Ecology(70): 1540-1543.

Gailey, G.A. 2001. Computer systems for photo-identification and theodolite tracking of cetaceans. M.S. thesis. Texas A&M University, College Station, TX. 125 pp.

Gailey, G.A. and J. Ortega-Ortiz. 2002. A note on a computer-based system for theodolite tracking of cetaceans. Journal of Cetacean Research & Management. 4(2): 213-218.

Guerrero, J.A. 1989. Feeding behavior of gray whales in relation to patch dynamics ir benthic prey. MSc. thesis, San Jose State University. 49 pp.

Hatler, D.F. and J.D. Darling. 1974. Recent Observations Gray Whale in British Columbia. Canadian Field-Naturalist 88:449-459.

Hilton-Taylor, C. 2000. IUCN Red List of Threatened Species, 2000. IUCN/SSC, Gland, Switzerland.

Johnson, S.R. 2002. Marine mammal mitigation monitoring program for 2001 Odoptu 3-D Seismic Survey, Sakhalin Island, Russia. Executive Summary. Prepared by LGL ecological research associates Ltd, for Exxon-Neftegas Ltd. Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation. IWC Working Paper #SC/02/WGW19.

LeDuc, R.G., D.W. Weller, J. Hyde, A.M. Burdin, P.E. Rosel, R.L. Brownell, B. Würsig, and A.E. Dizon. 2002. Genetic differences between western and eastern gray whales (Eschrichtius robustus). . Journal of Cetacean Research & Management. 4(1): 1-5.

Lerczak, J.A. and R.C. Hobbs. 1998. Calculating sighting distances from angular readings during shipboard, aerial, and shore-based marine mammal surveys. Marine Mammal Science 14:590-599.

Martin, B., and P. Bateson. 1993. Measuring Behaviour. 2nd edition. Cambridge University Press, New York, NY.

Pike, G.C. 1962. Migration and feeding gray whale (*Eschrichtius gibbosus*). Journal Fisheries Research Board of Canada 19:815-838.

Красная книга Российской Федерации (Животные). 2001. Аст и Астрел - Балашиха, Агинское, 862 с.

Smultea, M.A. and Würsig, B. 1995. Behavioral reactions of bottlenose dolphins to the *Mega Borg* oil spill, Gulf of Mexico 1990. Aquatic Mammals 21(3):171-181.

Turchin, P. 1998. Quantitative Analysis of Movement. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 396pp.

USFWS (U.S. Fish and Wildlife Service). 1997. Endangered and threatened wildlife and plants. U.S. Dep. of Interior, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 52 pp.

Weller, D.W., B. Würsig, A.L. Bradford, A.M. Burdin, S.A. Blokhin, H. Minakuchi, and R.L. Brownell, Jr. 1999. Gray whales (*Eschrichtius robustus*) off Sakhalin Island, Russia: Seasonal and annual occurrence patterns. Mar. Mamm. Sci. 15:1208-1227.

Weller, D.W., A.M. Burdin, A.L. Bradford, G.A. Tsidulko, and Y.V. Ivashchenko. 2002a. Gray whales off Sakhalin Island, Russia: June-September 2001. A Joint U.S. – Russia Scientific Investigation. Final contract report to Sakhalin Energy Investment Company (unpublished). 51pp.

Weller, D.W., A.M. Burdin, B. Würsig, B.L. Taylor, and R.L. Brownell, Jr. 2002b. The western gray whale: A review of past exploitation, current status and potential threats. J. Cetacean Res. Manage. 4:7-12.

Würsig, B., R.S. Wells and D.A. Croll. 1986. Behavior of gray whales summering near St. Lawrence Island, Bering Sea. Canadian Journal of Zoology 64:611-621.

Würsig, B., G. Gailey, T. McDonald, R. Nielson, J.G. Ortega-Ortiz, P. Wainwright, M. Jenkerson, O. Sychenko, K. Tarasyan, and N. Brown. 2002. Western gray whale occurrence patterns and behavior: Shore-based observations off Sakhalin Island, August-September 2001. Prepared by LGL ecological research associates Ltd, for Exxon-Neftegas Ltd. Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation.

Würsig, B., F. Cipriano, and M. Würsig. 1991. Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies. Pages 79-112 in K. Pryor and K. S. Norris, ed. Dolphin Societies-discoveries and puzzles. University of California Press, Los Angeles, CA.

Würsig, B., D. Weller, A. Burdin, S. Blokhin, S. Reeve, A. Bradford, and R. Brownell, Jr. 1999. Gray whales summering off Sakhalin Island, Far East Russia: July-October 1997. A joint U.S.-Russian scientific investigation. Final Contract Report to Sakhalin Energy Investment Company and Exxon Neftegas (unpublished). 101 pp.

Würsig, B., D. Weller, A. Burdin, S. Reeve, A. Bradford, and S. Blokhin. 2000. Gray whales summering off Sakhalin Island, Far East Russia: July-September 1998. A joint U.S.-Russian scientific investigation. Final Contract Report to Sakhalin Energy Investment Company and Exxon Neftegas (unpublished). 133 pp.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Измерение расстояния, азимута и географических координат при помощи теодолита (по работе Гэйли и Ортега-Ортиз [Gailey and Ortega-Ortiz], 2002).

Расчет расстояния, выполняемый для каждого фиксированного объекта, включает географические координаты пункта (широта, долгота), показания угла теодолита, высоту над уровнем моря той точки, в которой находится наблюдатель, и высоту уровня прилива и отлива. Мы использовали измененный способ приблизительного определения расстояния, предложенный Лерцзаком и Хоббсом (Lerczak and Hobbs) (1998 г.), для расчета расстояния до мест появления морских млекопитающих, исходя из параметров угла по соответствующему береговому исследованию, с учетом кривизны Земного шара

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha - \theta = 180 - \varpi$$

$$D_0 = (R_E + h)\cdot\cos(\beta) - \sqrt{(R_E + h)^2 \cdot \cos(\beta)^2 - (2hR_E + h^2)}$$

$$\delta = \arcsin\left(\sin(\beta)\frac{D_0}{R_E}\right)$$

$$D = \delta \cdot R_E$$

где,

α = угол между горизонтальной плоскостью (90°) и горизонтом и центральный угол дуги между пунктом и горизонтом

β = угол между пунктом и фиксируемым объектом

δ = центральная дуга между пунктом и фиксируемым объектом

θ = угловое снижение от горизонта до фиксируемого объекта

ϖ = вертикальный угол, определенный теодолитом

h = высота или широта пункта

R_E = радиус Земли $(6.371\times10^6$ м$)$

D_0 = расстояние до фиксируемого объекта по линии видимости

D = расстояние до фиксируемого объекта по поверхности земли/океана

Как только получено расстояние до объекта по поверхности океана (*D*), для определения географических координат фиксируемого объекта используется уравнение земной окружности:

$$\tau = \eta - \rho$$

$$Lat_F = \sin^{-1}\left(\cos(\tau)\cdot\sin(D/60/1852)\cdot\cos(Lat_S) + \left[\sin(Lat_S)\cdot\cos(D/60/1852)\right]\right)$$

$$Lon_F = \cos^{-1}\left(\frac{\cos(D/60/1852) - \left[\sin(Lat_S)\cdot\sin(Lat_F)\right]}{\cos(Lat_S)\cdot\cos(Lat_F)}\right) + Lon_S$$

где,

D = расстояние в метрах между двумя точками по поверхности Земли

τ = азимут от пункта до объекта

η = азимут или горизонтальный угол, определенный теодолитом

ρ = исходный азимут (азимут от пункта до исходной точки)

Lat_S = широта пункта

Lon_S = долгота пункта

Lat_F = широта фиксируемого объекта

Lon_F = долгота фиксируемого объекта

Уравнение земной окружности также используется для определения расстояния между двумя географическими точками по земной поверхности, если известны географические координаты (широта and долгота) обеих точек.

$$D = \left(60\cdot\cos^{-1}\left[\left(\sin(Lat_1)\cdot\sin(Lat_2)\right) + \left(\cos(Lat_1)\cdot\cos(Lat_2)\right)\cdot\cos(Lon_2 - Lon_1)\right]\right)\cdot 1852$$

$$\varphi = \cos^{-1}\left[\frac{\sin(Lat_2) - \left[\sin(Lat_1)\cdot\cos(D/60)\right]}{\sin(D/60)\cdot\cos(Lat_1)}\right]$$

где,

D = расстояние в метрах между двумя точками по поверхности Земли

φ = азимут от точки 1 до точки 2

Lat_1 = широта точки

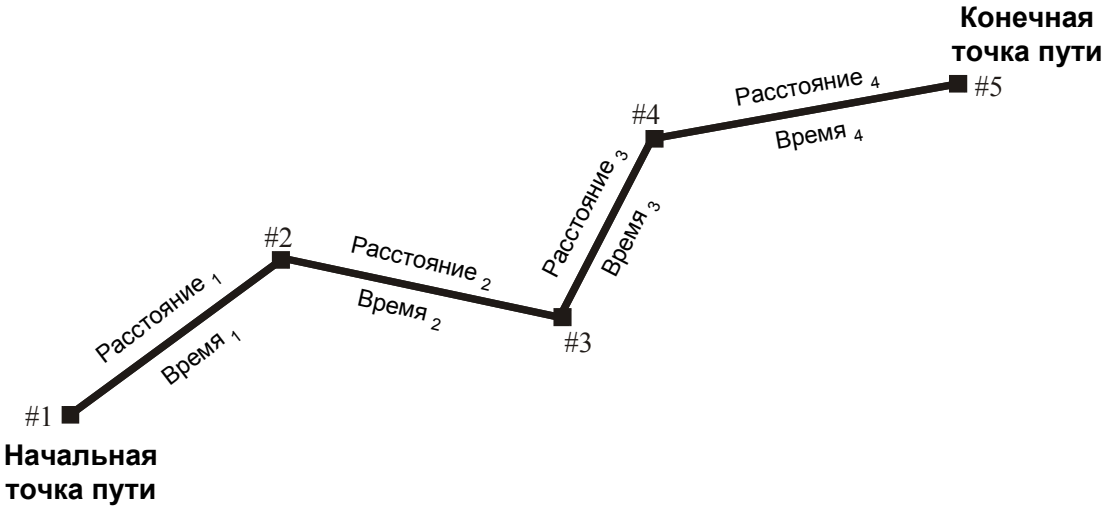
Lon_1 = долгота точки 1

Lat_2 = широта точки 2

Lon_2 = долгота точки 2

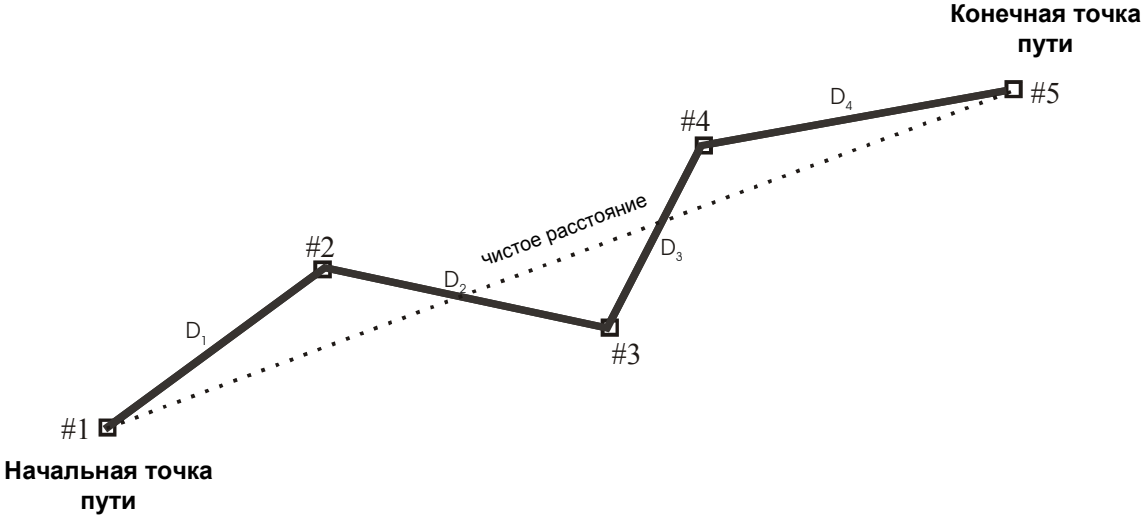
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Примеры расчета скорости передвижения, линейности, скорости переориентации и взаимного ориентирования по линии пути (по работе Гэйли и Ортега-Ортиз [Gailey and Ortega-Ortiz], 2000).

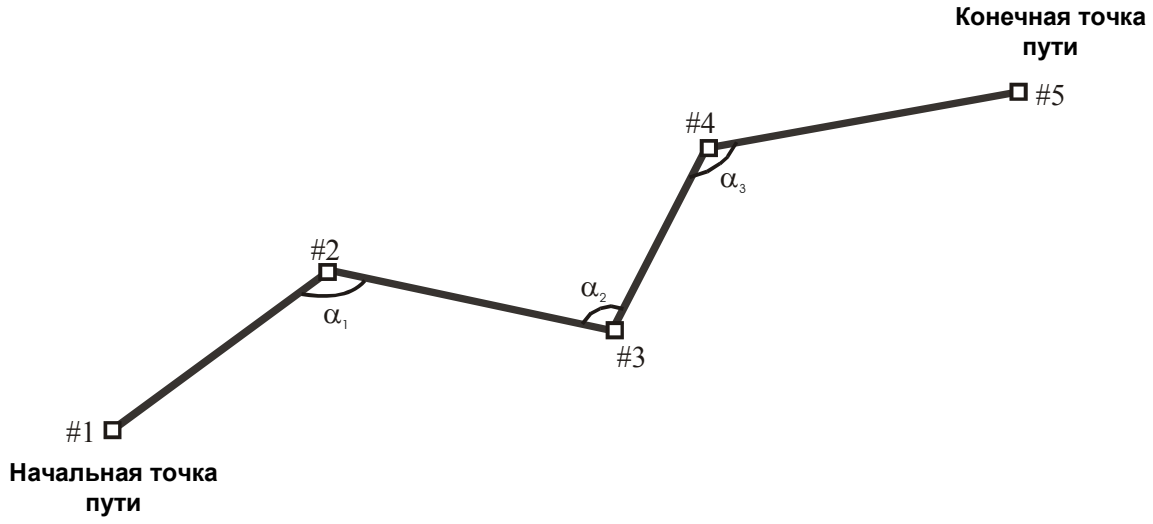


Пример иллюстрирует расчет скорости передвижения через деление географического расстояния, пройденного между двумя последовательными фиксированными точками, на время. Числа указывают на фактические фиксированные точки, лежащие на линии пути

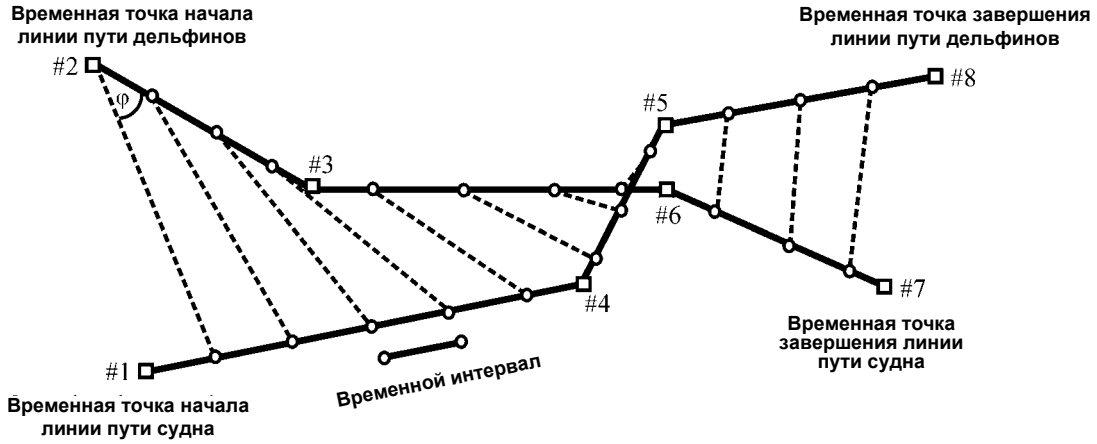
($\textit{Скорость передвижения} = \textit{Расстояние}_i / \textit{Время}_i$, где Расстояние$_i$ означает расстояние между фиксированной точкой i точкой i+1, а Время$_i$ означает разницу во времени между зафиксированной величиной i и величиной i+1).



Пример иллюстрирует расчет линейности через деление чистого географического расстояния на сводные расстояния, пройденные вдоль линии пути. Числа указывают на фактические фиксированные точки, расположенные на линии пути ($Линейность = Чистое_D \Big/ \sum_{i=1}^{k-1} D_i$, где D_i – это расстояние между фиксированными точками i and i+1, k – максимальное число фиксированных точек и Чистое $_D$ – чистое расстояние между первой и последней фиксированными точками).



Пример иллюстрирует расчет скорости переориентации ($RR = \sum_{i=1}^{k-1} |\alpha_i - \alpha_{i+1}| \Big/ Время_D$, где RR обозначает скорость переориентации, Время$_D$ – продолжительность линии пути (в минутах), а k – общее количество углов). Числа отражают фактическое число фиксированных точек вдоль линии пути.



Координаты места используются для определения расстояния между линией пути дельфинов/китов и линией пути судна. Местонахождение определяется через интерполирование координат и определенных временных интервалов. Числа отражают последовательность фактических фиксированных точек Угол φ указывает на относительную ориентацию исходной линии пути (дельфины/киты) по отношении к линии пути, выбранной в целях сравнения (судно).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

Ежедневная сводка теодолитных измерений, фокального поведения и результатов сканирования, собранных в течение лета 2002 года.

Станция	Дата	Начало	Завер-шение	Общая продолжительность (кол-во часов)	Кол-во линий пути	Фокусное поведение	Скани-рование
2-я станция	17 авг 02	13:42:18	16:50:40	03.14	1	0	0
1-я станция	23 авг 02	13:00:16	18:04:02	06.06	1	0	0
1-я станция	24 авг 02	11:10:50	18:05:16	06.91	4	3	3
2-я станция	25 авг 02	10:10:21	15:42:25	05.53	6	3	1
Станция 07	26 авг 02	09:34:58	17:36:35	08.03	9	4	6
1-я станция	29 авг 02	11:51:51	16:09:56	04.30	1	1	3
1-я станция	01 сент 02	06:55:47	18:23:00	11.45	6	3	9
2-я станция	02 сент 02	07:16:37	12:51:02	05.57	1	0	3
2-я станция	04 сент 02	07:09:56	09:21:29	02.19	1	0	2
2-я станция	05 сент 02	06:51:19	18:44:30	11.89	8	5	7
Станция 07	06 сент 02	07:07:32	17:48:34	10.68	6	3	9
Станция Одопту	07 сент 02	07:35:42	12:54:38	05.32	1	1	4
1-я станция	08 сент 02	07:10:00	07:10:00	00.00	0	0	2
1-я станция	09 сент 02	07:46:53	15:19:56	07.55	1	1	3
2-я станция	10 сент 02	07:48:54	07:48:54	00.00	0	0	1
2-я станция	12 сент 02	18:08:00	18:08:00	00.00	0	0	1
2-я станция	13 сент 02	12:13:46	13:17:00	01.05	1	0	2
2-я станция	14 сент 02	08:02:36	18:53:59	10.86	7	3	9
Станция 07	15 сент 02	07:29:23	17:40:21	10.18	5	4	6
1-я станция	16 сент 02	07:39:27	18:11:19	10.53	3	1	8
2-я станция	17 сент 02	07:45:47	17:48:02	10.04	2	1	3
Станция 07	19 сент 02	07:49:37	14:25:10	06.59	4	1	2
Станция Одопту	21 сент 02	07:55:54	13:58:14	06.04	3	0	3
1-я станция	23 сент 02	11:08:48	18:16:38	07.13	7	3	4
2-я станция	24 сент 02	07:52:39	17:44:10	09.86	2	2	8
Станция 07	25 сент 02	07:42:57	16:48:32	09.09	2	1	7
Станция Одопту	26 сент 02	09:54:53	14:36:05	04.69	1	1	1
Станция Одопту	27 сент 02	07:48:34	17:15:50	09.45	8	4	7
1-я станция	28 сент 02	08:16:05	17:22:53	09.11	3	1	3
ВСЕГО	26 дней			192.26	94	46	117