

# ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 59.009

DOI/10.48612/spbrc/m5t2-hr1u-9ra3

## Использование среды обитания балтийской кольчатой нерпой (*Pusa hispida botnica*) в Финском заливе

М.В. Верёвкин<sup>1</sup>), М. Юсси<sup>2</sup>)

<sup>1</sup>) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук  
199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, дом 5

<sup>2</sup>) Некоммерческая консалтинговая компания «Морские исследования» (MTÜ Pro Mare)  
Эстогния, EE75101, Харьюмаа (регион), Муниципалитет косе

### 1. Общие сведения

В настоящей статье представлены результаты исследований пространственной организации популяции балтийской кольчатой нерпы (*Pusa hispida botnica*) (рис. 1) в Финском заливе методом телеметрии, проведённые в 2017-2020 гг. Представлены данные сезонного распределения и динамики использования мест обитания. Выполнено описание и картографирование участков обитания, залёжек, районов размножения и кормления. Описаны пути сезонных кочёвок, данные о дистанциях и скорости дальних перемещений. Приводится сравнение результатов телеметрических исследований, выполненных в 1998-1999 гг., 2014 г. и 2017-2020 гг.



Рис. 1. Балтийская кольчатая нерпа (*Pusa hispida botnica*) (фото М.В. Верёвкина)

## 1.1. Нерпы в Финском заливе

Балтийская кольчатая нерпа (*Pusa hispida botnica* Gmelin, 1788) представляет собой один из трёх видов тюленей, обитающих в Балтийском море. Занесена в Красную книгу Российской Федерации [1].

В Балтийском море существуют географические, относительно изолированные, популяции кольчатой нерпы [2]. Комиссия по защите морской среды Балтийского моря ХЕЛКОМ (HELCOM) признала, что популяция кольчатой нерпы, обитающая в Финском заливе, требует особой охраны из-за десятикратного сокращения численности за последние четыре десятилетия. К основным причинам снижения численности нерпы можно отнести:

- антропогенное воздействие: загрязнение окружающей среды, беспокойство и попутный отлов в орудия лова рыбаков;
- абиогенные факторы окружающей среды: потепление климата, что приводит к сокращению ледового покрова в заливе необходимого для размножения нерпы.

По данным авиационных учётов основная часть популяции балтийской кольчатой нерпы обитает в российской акватории Финского залива.

## 1.2. Результаты предшествующих телеметрических исследований нерпы в Финском заливе

Ранее были реализованы два проекта телеметрических исследований. Первым был международный проект под эгидой Всемирного фонда дикой природы (WWF) Швеции (1998-1999 гг.). В Балтийском море 20 нерп поместили телеметрическими метками, причём четыре из них – в Финском заливе. Это была первая попытка исследовать характер использования акватории и территориальную обособленность популяций этого подвида. Использованная технология имела ряд ограничений. Так, данные о перемещениях поступали со спутников низкого разрешения – местоположение объектов рассчитывали по радиосигналам спутников ARGOS с ошибкой географического положения животного более километра. Информация поступала в сильно сжатом виде из-за ограничений по объёму передаваемых данных. Полученные результаты подтвердили фрагментарное распределение популяций кольчатой нерпы в море, соответствие участков обитания меченых особей к районам, где они были отловлены (Ботнический, Рижский и Финский заливы) [3].

В 2014 г. стартовал второй проект в рамках инициативы Международного года Финского залива, когда совместными усилиями эстонских и российских учёных в восточной части залива было помечено ещё пять кольчатых нерп. Здесь были применены метки нового поколения с высокой точностью измерений и

неограниченным объёмом передачи данных. Вновь подтверждена фрагментарность распределения нерпы, произведена оценка размеров и характера использования участков обитания, получено представление о поведении тюленей и т.д., но объём информации и размеры выборки по-прежнему оставались недостаточными для научно обоснованной интерпретации данных.

### **1.3. Численности популяции кольчатой нерпы в Финском заливе**

В течение ряда лет в Финском заливе проводили авиационные учёты численности популяции. Последний учёт нерпы, проведенный весной 2021 г., показал, что численность популяции остается критически низкой – 135 особей. Эти данные подтверждают актуальность детального изучения с использованием современных, телеметрических методов, состояния популяции и факторов экологического и антропогенного характера, которые могут поставить под угрозу существование балтийской кольчатой нерпы в Финском заливе [4].

## **2. Методология**

### **2.1. Телеметрия**

Морские млекопитающие проводят значительную часть своей жизни в воде, где не остаётся следов их жизнедеятельности. Обычно их наблюдают на суше (рифы, острова) и на льду, но это составляет незначительную долю в их сезонной или суточной активности. Делать полноценные выводы об их распределении, требованиях к среде обитания и возможном влиянии человека можно только с использованием пространственно-временных данных, которые учитывают поведение этих животных в открытом море и под водой.

Телеметрия – это запись данных об окружающей среде датчиками микрокомпьютера, подключенного к удалённой платформе. Современные технологии позволяют прикреплять к животным регистрирующую аппаратуру (далее – метки), которая записывает телеметрическую информацию с требуемым параметрами и передаёт её исследователям. Результаты, полученные телеметрическим методом, применимы к очень широкому спектру задач – от исследования поведения животных, структуры их популяции до физических параметров среды.

В работе были использованы метки производства шотландской компании Sea Mammal Research Unit (SMRU). Электронные метки приклеиваются к шкуре тюленя. 3D-данные собираются с помощью встроенного GPS, датчиков давления и электропроводности. Датчик электропроводности определяет, является ли прибор влажным или сухим. Изменение давления показывает глубину погружения и время нахождения под водой, в сочетании с изменением электропроводности можно

определить, находится ли прибор вне воды (сухой, погружений нет) или на поверхности моря (мокрый, погружений нет). Данные датчиков передаются по мобильному телефону на сервер, который тестирует данные и преобразует исходную информацию в доступные для просмотра форматы. Метки работают до 11 месяцев и сбрасывается во время ежегодной линьки весной.

## **2.2. Мечение тюленей**

Нерп ловят изготовленными на заказ сетями специальной конструкции, исключая травмирование и гибель ластоногих. Сети устанавливаются с последними лучами солнца и контролируются утром, как только рассветло. Правильный выбор места установки и погоды определяют шансы на отлов.

Нерпу освобождают из сети, измеряют, взвешивают и фотографируют для фотоидентификации в будущем. Телеметрическая метка прикрепляется к шкуре с помощью клея (Loctite 422), и животное отпускают в месте отлова. Метка переходит в рабочий режим после контакта датчика электропроводности с морской водой. Обработка одной нерпы от поимки до выпуска обычно занимает не более 30-40 минут.

## **2.3. Передача, обработка и отображение данных, полученных с помощью телеметрии**

Успех и формат передачи данных зависит от местоположения и поведения животного. Во время плавания тюленей в открытом море, при перебоях с мобильной связью, когда отправка данных с метки носит эпизодический характер, используется формат SMS. Когда тюлени находятся на камнях в зоне хорошего (3G или 4G) покрытия мобильной связью, выполняется FTP-вызов. Передача в формате FTP может быть отложена до успешного входа объекта в зону покрытия. В целом, при имеющихся перебоях со связью процесс передачи может быть достаточно длительным, недели или даже месяцы, прежде чем все доступные данные будут загружены из тега метки. Сначала отправляются самые старые данные, все данные остаются в тегах, далее успех передачи данных сверяется с предыдущим сеансом FTP.

В SMRU, куда передаются закодированные для передачи данные, используется специальное программное обеспечение для их расшифровки и обработки GPS-координат. Расшифрованные данные всех датчиков хранятся в базе данных Access, процесс хранения и доступа различным категориям пользователей автоматизирован. В качестве основы для отображения данных используется картографическая основа, предоставляемая сервисом Google Earth.

Расшифрованные данные дают детальную суточную активность ластоногих (время, проведённое вне воды (залёжка), на поверхности или при нырянии глубже

1,5 метров (рис. 2). Данные датчика температуры (рис. 3) нужны для интерпретации изменений в поведении тюленей. Например, температура воды определяет местонахождение добычи, является триггерным фактором питания, или связана с ледовой обстановкой, важной для периода размножения.

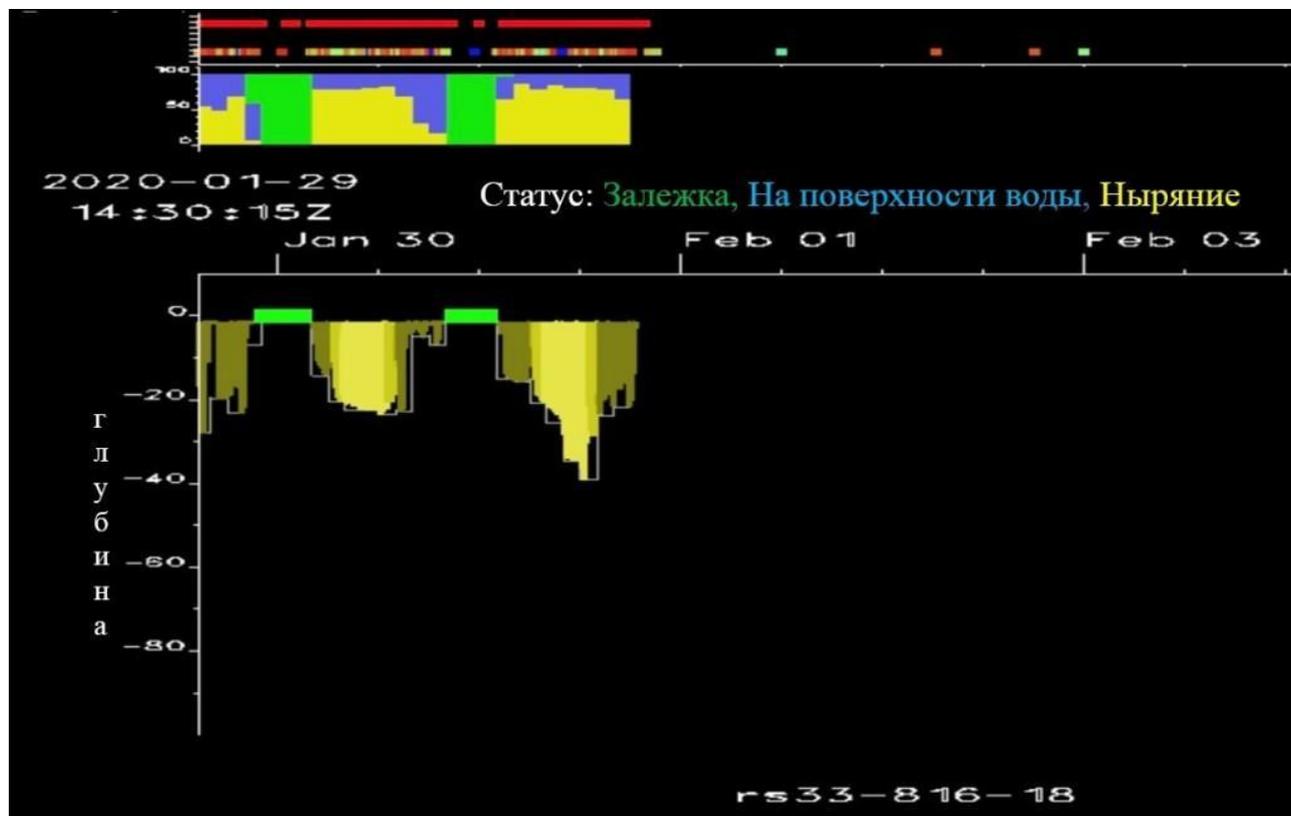


Рис. 2. Режимы активности и данные о погружениях нерпы rs33-816-18 в конце января 2020 г. Период залёжки (зелёный цвет) приходится на ночное время. В течение дня в море более 70 % времени тратится на погружение на глубину более 1,5 метров (желтый цвет), а остальную часть времени нерпа проводит на поверхности (синий цвет)

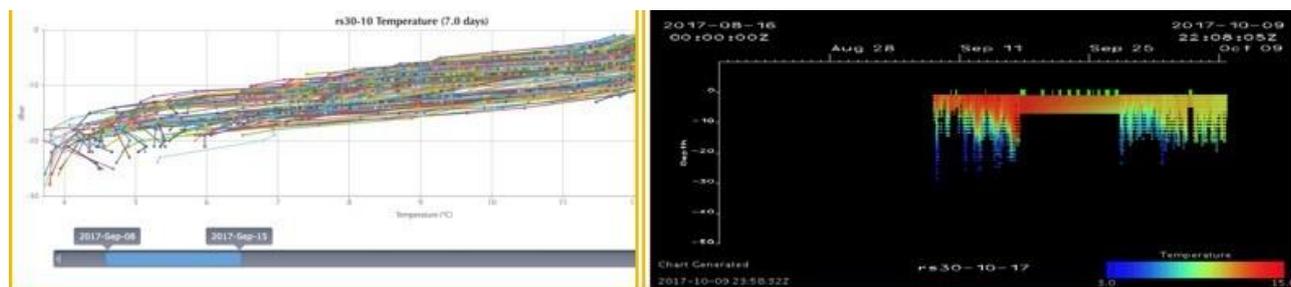


Рис 3. Температурные профили погружений (слева) и сводка измеренных температур во время погружений. Показания датчика давления переводятся в высоту в метрах водяного столба в соотношении 1,00:1,02 (пресная вода к солёной)

## **2.4. Анализ данных**

В данной работе мы изучали различные модели использования акватории залива нерпами. Определяли ключевые районы места обитания, где обеспечиваются их основные биологические потребности, такие как отдых, питание и размножение. Иллюстрации, предоставленные компанией SMRU, представляют собой простые визуализации, которые не дают информации по этим вопросам. Изучение поведения требует тщательного пространственно-временного анализа и применения методологий анализа треков для определения времени, проведенного в различных средах обитания или поведенческих режимах.

Наша обработка и анализ были выполнены с использованием пакета статистической обработки данных R [5]. Местоположение GPS было получено с использованием фильтра скорости в пакете R «argosfilter» [6]. Участки обитания были определены с использованием расчета распределения использования ядра (kernel utilization distribution KUD) с пакетом R «adehabitat HR». Тюлени по-разному используют свой участок обитания в зависимости от сезона года. Мы исследовали данные отдельно за периоды май-август (лето), сентябрь-декабрь (осень) и январь-март (зима). Весенний период (март-май) не рассматривался, так как тюлени линяют, метки отваливаются, данные не поступают.

Полевые экспедиции и мечение нерп проводились на островах Мощный, Малый Тютерс и на Кургальском полуострове. В 2017-2019 гг. удалось пометить 18 особей кольчатой нерпы в соотношении самцов к самкам 11:7, что позволило увидеть различия в поведении между полами. Полученный материал охватывает большинство сезонов и моделей поведения этой очень небольшой популяции кольчатой нерпы.

## **3. Результаты**

### **3.1. Основные закономерности распределения кольчатых нерп в Финском заливе**

Данные, полученные в 2017-2020 гг., и предыдущие результаты мечения, показывают, что кольчатая нерпа, когда-то многочисленная во всем Финском заливе, в результате сокращения численности популяции в конце 20-го века заняла восточную часть залива. Это связано с тем, что при меньшей конкуренции за ресурсы оптимальные места обитания продолжают использоваться, а субоптимальные освобождаются. Нерпам нужны акватории для удовлетворения их экологических потребностей: безопасные залёжки для отдыха и линьки, районы кормёжки и ледяные поля для размножения.

Кольчатые нерпы способны неделями оставаться в воде. Отдыхать и спать могут на поверхности воды, нет необходимости возвращаться на берег в период нагула, что помогает сохранить энергию при кормодобывании. Тем не менее, кольчатая нерпа регулярно отдыхает на твёрдой поверхности. Чтобы избежать хищничества и охоты, ластоногие не выходят на материк или берега больших островов, а предпочитают камни в достаточно глубоких местах, где могут быстро уйти в воду в случае опасности. В Финском заливе подходящие каменистые участки находятся в российских и финских водах. Нерпы держатся в основном у необитаемых берегов, возможно, из-за тысячелетней истории охоты на тюленей в этом районе моря. Нерпы могут находиться вблизи населенных пунктов, когда нет опасности или в период формирования льда.

Предпочтительными кормовыми районами являются участки моря, где плотность рыбы, т.е. энергетическая ценность окружающей среды, выше. Случайные перемещения по большим акваториям в поисках рыбы привели бы к существенному конфликту между энергией, полученной от пищи, и энергией, затраченной на поиск. Целенаправленные походы за кормом совершаются в районы, где природные условия позволяют получить больше рыбы (энергии). Процесс нахождения участков малоизвестен, но, вероятно, он является продуктом эволюционной адаптации вида к конкретному морскому району, а не сезонно повторяющейся стратегией «поиска и использования». Это говорит о том, что нерпы очень консервативны в своем пищевом поведении и зависят от стабильного и благоприятного состояния среды их обитания. В период нагула они предпочитают получить больше энергии с меньшими усилиями. Кольчатые нерпы охотятся на медленно движущихся или стайных рыб с наиболее высоким содержанием жира, редко – на быстрые и нежирные виды рыб. Исследования диеты кольчатой нерпы в Балтийском море показывали, что сельдь и килька находятся в верхней части списка объектов питания, за ними следуют медлительные придонные обитатели, такие как бычки, колюшки и морские ракообразные.

В море жизнь собирается вокруг подводных сооружений в поисках пищи и убежища. Такие заливы, как Нарвский образуют естественные «чаши» с плоским и песчаным или илистым дном. Такие районы пустынные большую часть года. Сельдь и килька покидают заливы после нереста, чтобы провести лето у подводных «горных хребтов». Например, таких как идущие от Кургальского полуострова до островов, расположенных севернее. Мы видим треки кормящихся здесь нерп (рис. 5).

Для успешного размножения кольчатой нерпе необходимы ледяные поля. Благодаря географическому положению, восточная часть Финского залива больше подходит для размножения нерп. Эта акватория подвержена холодному континентальному воздуху более защищена от штормов, здесь раньше формируются и дольше остаются ледяные поля.

Возможность передвижения в воде позволяет проплывать большие расстояния с относительно низкими энергетическими расходами. Перемещения между местами отдыха и кормления регулярны во времени и пространстве, что позволяет оценить местоположение и размер акватории, используемой кольчатой нерпой. Сезонные кочёвки к местам размножения увеличивают площадь акватории залива как участка обитания.

### 3.2. Районы релаксационных и линных залежек

Ластоногие могут выбраться на сушу для отдыха или линьки в подходящих местах участка обитания. Основными местами залёжек являются удалённые каменистые рифы вдоль материкового или островного побережья. В Финском заливе нерпы с телеметрическими метками показали свои основные весенне-летние залёжки в «треугольнике» Кургальский – Мощный – Сескар. Самое западное место, регулярно использованное для залёжек, отмечено на камнях у о. Малый Тютерс.

Наибольшее число животных на залежках отмечается в ночное время, нерпы собираются с заходом солнца и уходят, когда снова становится светло. В дневное время на залежках меньше животных, возможно, это особи, вернувшиеся из длительного, до двухнедельного, похода за пищей и отдыхают перед следующим (рис. 4). Ночная привычка выбираться на сушу может быть связана с меньшим беспокойством в связи с присутствием человека.

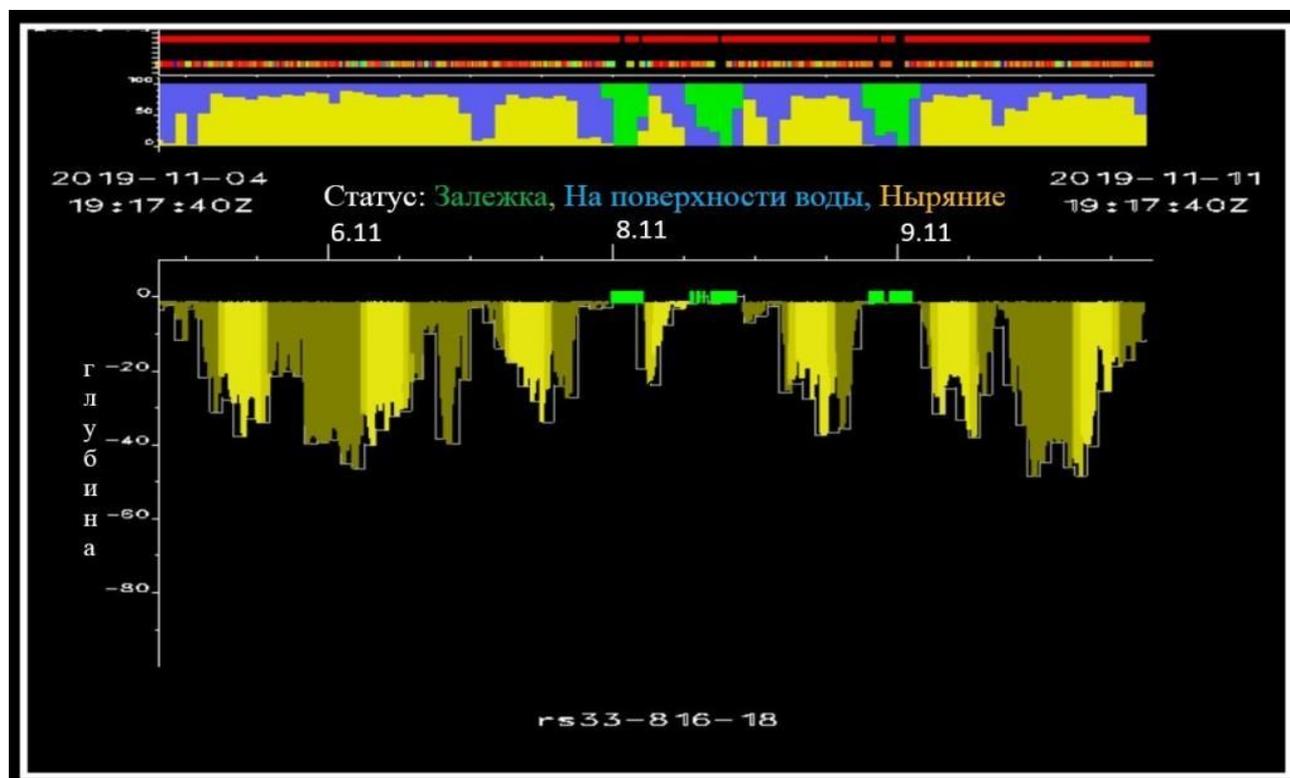


Рис. 4. График суточной активности кольчатой нерпы 816. Выход из воды кольчатой нерпы (зелёный). Нахождение в воде ночью (темно-жёлтый), днем (светло-жёлтый)

Настоящее исследование демонстрирует важность залёжек кольчатой нерпы, обнаруженных в Финском заливе. Основные участки находятся в ненарушенных или умеренно нарушенных природных зонах. Тот факт, что нерпы подходят к камням в темноте, объясняет причину небольшого их количества в дневное время. В результате важность этих мест для нерп может быть недооценена.

### 3.3. Кормовые районы

Получение 3D данных трека лаастоногих позволяет определять места кормления (резкие изменения направления движения). Также эти области видны из-за концентрации GPS местоположений в некоторых участках моря. Метка запрограммирована на получение местоположения через каждые 20 минут, поэтому плотность данных местоположения зависит от времени, проведенного в регионе. Обычно такое поведение оценивается, как поиск в ограниченном районе (Area Restricted Search ARS) и представляет собой поиск и отлов рыбы. В Финском заливе кольчатая нерпа специализируется на добыче рыбы в определенных местах (рис. 5). Профили погружений показывают, что во время активной кормежки глубина ныряния соответствует батиметрии района: крутой спуск ко дну, плавание у дна и быстрое всплытие на поверхность. Кормовое поведение тесно связано с подводными склонами, каналами, фарватерами и отмелями. Некоторые районы посещает несколько нерп, а есть особи, которые кормятся в одном районе в течение всего сезона.

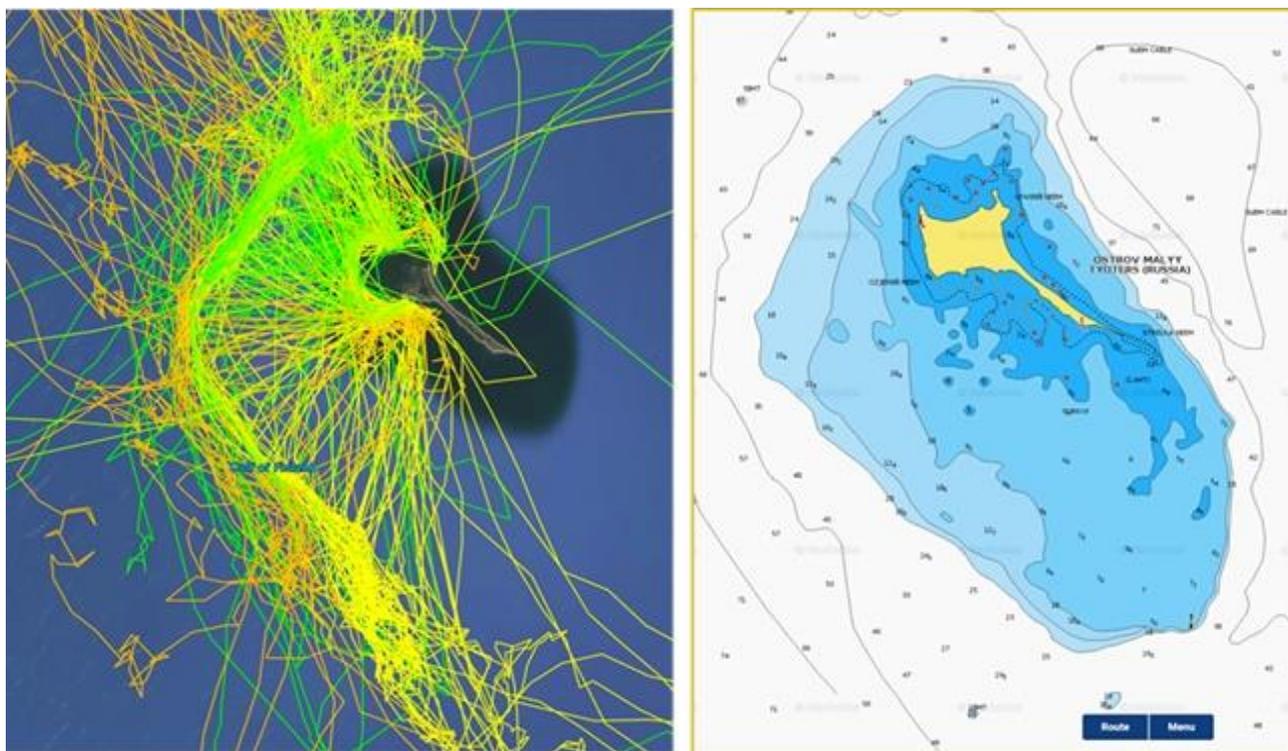


Рис. 5. Треки передвижения нерп у Малого Тютерса (слева) и батиметрическая карта района. Наблюдается значительная корреляция между характером склона и движением нерпы

### 3.4. Районы размножения

Кольчатая нерпа относится к пагофильному виду, для успешного размножения ей нужны стабильные льды. В зимний период нерпа устраивает подснежные убежища для себя и новорожденных. Подснежные убежища укрывают щенков от хищников, таких как лисы, собаки и орлы, и от непогоды, маленький размер тела делает их чувствительными к влажной и ветреной погоде и очень низким температурам.

Нерпы обычно используют стабильные льды, где есть торосы и снежные сугробы, в которых они устраивают убежища. Такой лед можно найти между прибрежным, плоским, крепким припаем и рыхлым дрейфующим льдом. Осенью нерпы кочуют в районы, где обычно происходит льдообразование. Когда лед начинает нарастать нерпы двигаются в море с кромкой льда до формирования льда, пригодного для устройства убежищ. Море может замерзнуть и дальше, но нерпы остаются в зоне удобного для размножения льда. Обычно он находится достаточно далеко от суши, что снижает риск появления здесь наземных хищников. Также пернатые хищники не исследуют эти места, так как вероятность найти там что-то съедобное очень мала. Эта часть льда также отделена от открытой воды и защищена от штормов и волн поясом дрейфующих льдов.

Наши телеметрические данные подтвердили это общее поведение, описанные выше шаги можно увидеть в треках нерп поздней осенью и зимой (рис. 6). Тюлени остаются на своих летних лежбищах до тех пор, пока морская вода не начнет остывать. Вероятно, именно низкие температуры и короткие дни запускают зимний сезон использования местообитания, тюлени начинают откочёвывать к северным берегам залива. Обычно льдообразование начинается с Выборгского залива и Невской губы. При обнаружении льда тюлени остаются там, при отсутствии льда – возвращаются на лежбища. В 2019-2020 годах один тюлень зашёл во внутренние районы Выборгского архипелага в поисках подходящего для размножения льда.

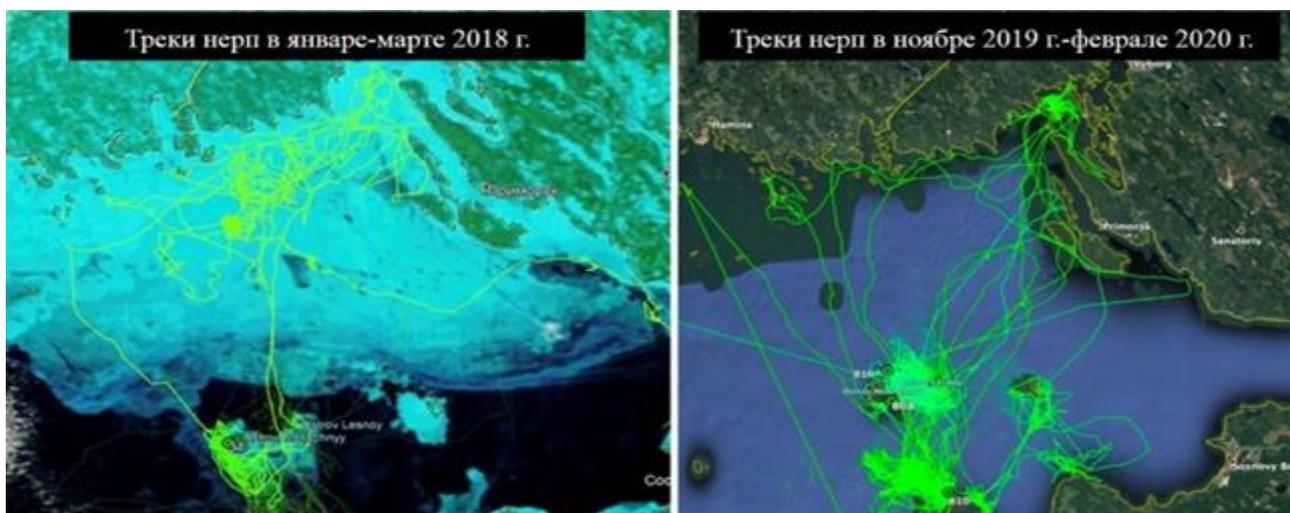


Рис. 6. Передвижение тюленей в период размножения. Слева: зима с ледяным покровом, справа: зима с открытой водой

### 3.5. Перемещения и кочёвки

Треки тюленей в местах кормёжки или релаксационных или линных залёжек отражают кратковременную локальную активность и наиболее важные для зверей места. Расположение таких мест и пути передвижения между ними в определённый временной периода определяют участок обитания.

Кочёвки представляют собой дальние перемещения в пределах залива, где траектория движения является кратчайшей или оптимальной между пунктом отправления и пунктом назначения. Передвижения на дальние расстояния обходится энергетически дорого, поэтому время в пути сводится к минимуму, кормление в пути не происходит.

Нам удалось зафиксировать 2 дальние кочёвки самца 815 (рис. 7). Расстояние в 330 километров от о. Мощного до о. Вормси (Западная Эстония) он преодолел всего за 106 часов и вернулся почти таким же путём, преодолев 345 километров за 101 час. Позже он ушёл из Финского залива в Аландское море (здесь метка перестала работать), преодолел 340 километров за 104,5 часа. Средняя линейная скорость движения при этих перемещениях составила 3,26 км/ч.

Зарегистрированные пути кочёвок обычно представляют собой относительно прямые линии на большие расстояния. Это признак хорошей способности нерп ориентироваться в условиях ограниченной видимости в воде.

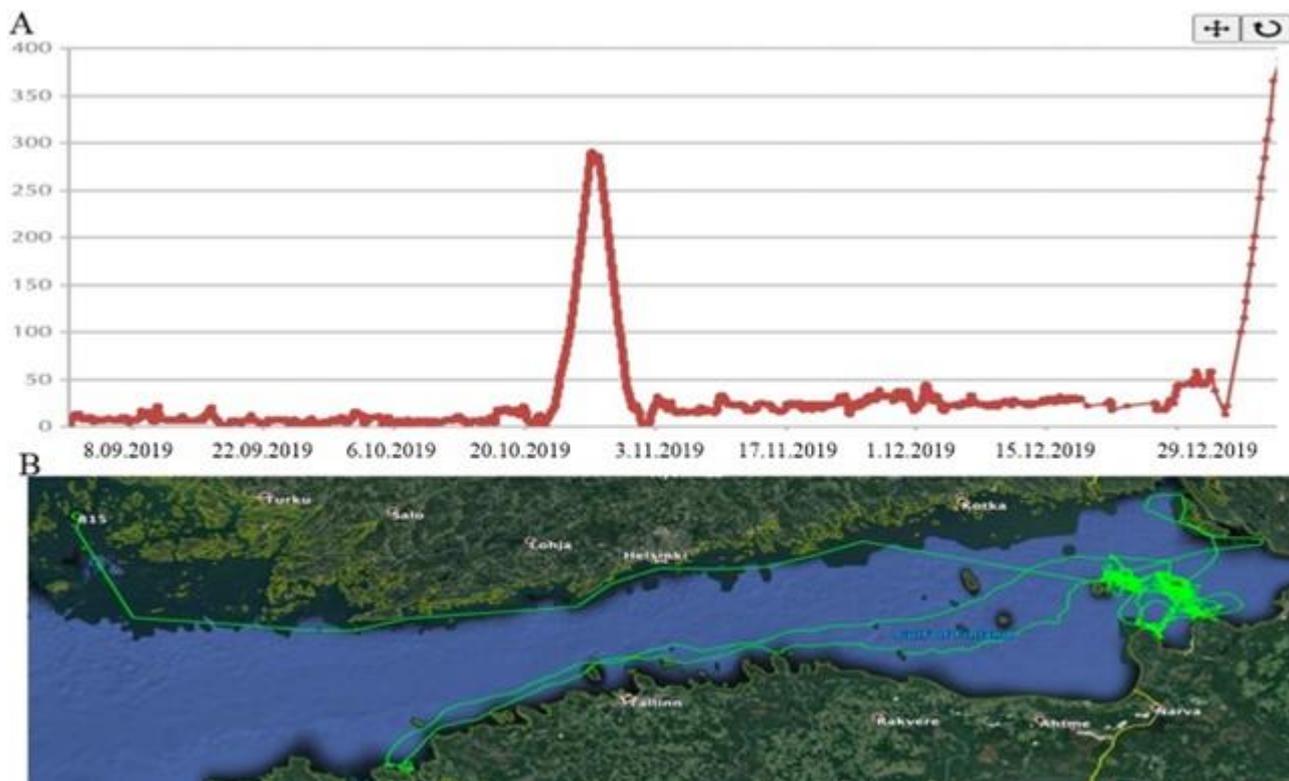


Рис. 7. Перемещения самца 815 на большие расстояния. А. Расстояние от места мечения. В. Трек на карте Финского залива

### 3.6. Участок обитания

Отследив пути перемещений ластоногих во времени, мы определили размеры акватории, поддерживающей существование одной особи. Для определения размеров участка обитания необходимо соединить самые отдалённые, отмеченные на карте точки трека и провести условную линию вдоль внешней части облака, оставленного треками, далее вычислить площадь участка обитания (рис. 8).

Важно отметить, что участки обитания кольчатой нерпы, измеренные финскими учёными в Ботническом заливе, составляют тысячи квадратных километров, тогда как в Финском заливе участки обитания составляют сотни квадратных километров. Небольшие участки обитания кольчатой нерпы Финского залива связаны, вероятно, с высокой экологической ценностью среды обитания, обеспечивающей жизненные потребности особей.

Карта распределения наиболее важных районов местонахождений тюленей во времени позволяет оценить важность различных участков моря для отдельных нерп, популяции или вида. Согласно полученным данным, можно определить вероятность встречи нерп в конкретное время и при определённых условиях в данной части Финского залива. Например, мы хотим пройти через канал в Усть-Лугу на ледокольном судне в январе, составленная карта вероятностного распределения животных позволит определить возможность того, что поблизости будут кольчатые нерпы.

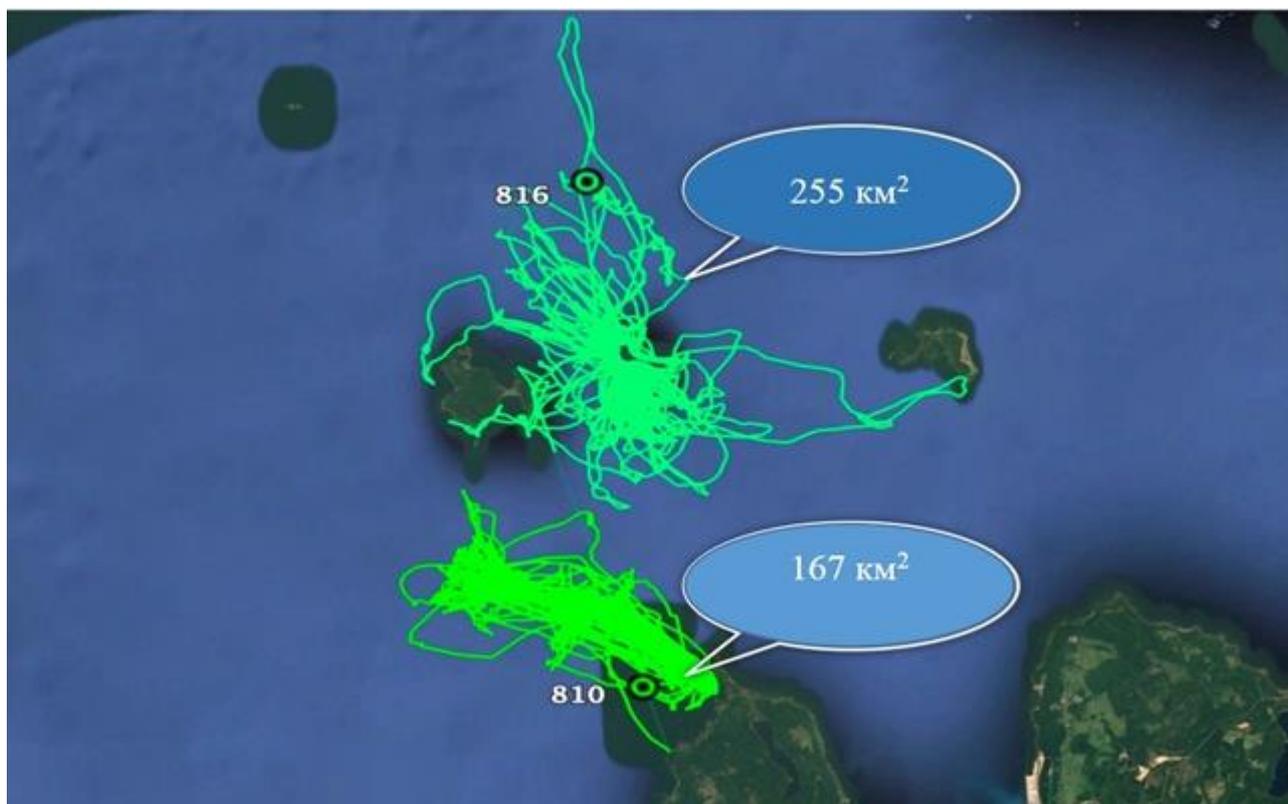


Рисунок 8. Участки обитания двух кольчатых нерп в Финском заливе

### 3.7. Использование среды обитания и факторы воздействия окружающей среды

Результаты телеметрических исследований подтверждают, что кольчатая нерпа населяет удалённые и относительно нетронутые участки Финского залива. Их лежбища удалены от судоходных путей и интенсивного освоения человеком прибрежной территории. Ближайшей крупной инфраструктурой к основному месту обитания кольчатой нерпы является порт Усть-Луга, по нашим данным, нерпы не заходят в Лужскую губу. Выборгский залив в основном используется нерпами в ледовый период, так как это одно из немногих мест, где ежегодно образуются пригодные для размножения льды.

Наложение мест обитания нерп с проложенными трубопроводами Nord Stream 1 и Nord Stream 2 (прокладка завершена в сентябре 2019 г.) незначительно. Единственное видимое совпадение в использовании акватории нерпами с проложенными трубопроводами есть у о. Малый Тютерс (рис. 9). Имеются многочисленные пересечения треков нерп трубопроводных коридоров. Район островов Малый Тютерс – Виргини тюлени используют для питания. Полученные данные позволяют предположить, что кормодобывание в большей степени сосредоточено на склоне подводного «холма» в южной части отмели Лебядникова в 4-х км к З-Ю-З от о. Виргин. Кормятся нерпы на всей акватории между о-вами Малый Тютерс и Виргини (рис. 9).

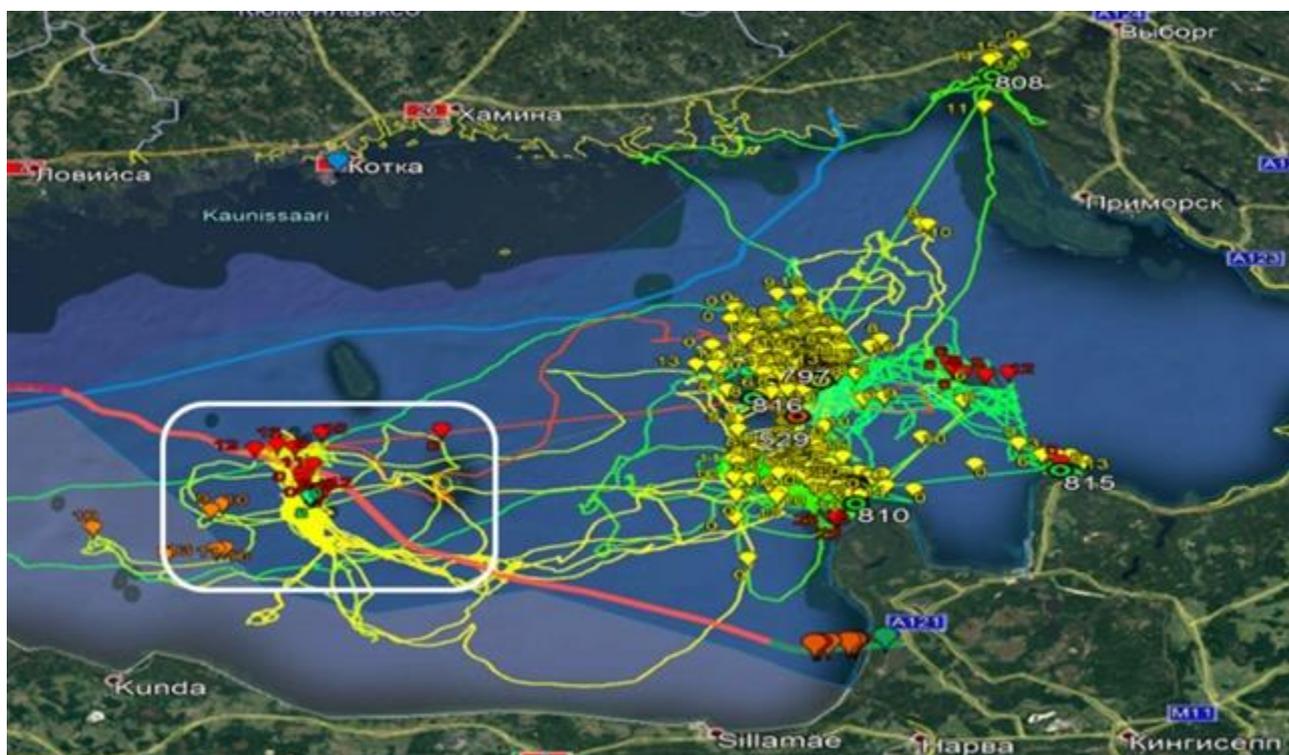


Рис. 9. Трубопроводы Nord Stream (NS1 – синий; NS2 – красный) и треки нерп в 2019 г.

Крупные гавани в Лужской губе и Выборгском заливе находятся в непосредственной близости от мест обитания нерп, но в безлёдный период суда проходят далеко от мест их обитания. Подводный шум из гаваней и фарватеров ухудшает качество окружающей среды и может отпугивать тюленей, хотя большая часть районов нагула, обнаруженных в рамках этого проекта, находится в естественно-защищенных водах. Измеренные скорости перемещения нерп позволяют предположить, что они быстро могут пересекать судовые пути.

Примечательно, что акватория между Лужской губой, о. Мощный и фарватером, проходящим между островами Малый и Сескар используются кольчатой нерпой, обитающей на Кургальском рифе. Остров Сескар посещают редко, и только один тюлень заходил в воды рядом с мысом Колгомпя (Сойкинский полуостров). Это может быть случайностью, но мечение кольчатой нерпы телеметрическими метками в конце 1990-х годов, до постройки порта Усть-Луга, свидетельствует о том, что побережье от Кургальского рифа до Соснового Бора использовалось нерпами. Это может быть связано с сокращением численности нерпы из-за активного судоходства в районе порта Усть-Луга.

#### **4. Распределение нерп в Финском заливе и сравнение с предыдущими данными**

Три проведённых телеметрических исследования кольчатой нерпы в Финском заливе в целом дали очень схожие результаты в отношении мест обитания и закономерностей распределения. Размер выборки во всех исследованиях был небольшим, а точность определения местоположения спутниковой системой ARGOS (1998-1999) была низкой. Это затрудняет детальное сравнение между исследованиями. Тем не менее, сравнение всех зарегистрированных местоположений позволяет выявить некоторые тенденции. Основное распределение кольчатой нерпы в районе о. Мощный – Кургальский полуостров сохраняется во всех трёх исследованиях. Акватория у о. Малый Титерс не использовалась нерпами, мечеными в 2014 году, но использовалась в последнем проекте. Во всех трёх исследованиях местообитание популяции на западе ограничено долготой 25°50' E. На востоке залива нерпы были отмечены в Невской губе, где находились в ожидании начала формирования льда. Интересно, что самка проплывала под мостами дамбы и отдыхала на фортах о. Котлин с востока от дамбы (рис. 10).

В тоже время, отмечено изменение в распределении нерп в Нарвском заливе. В 1998-1999 годах в районе Кискольского рифа кольчатых нерп наблюдали десятками. Меченые животные использовали как Нарвский, так и Копорский заливы, тогда как в исследованиях 2014 и 2017-2020 годах эти заливы нерпы больше не использовали (рис. 11).

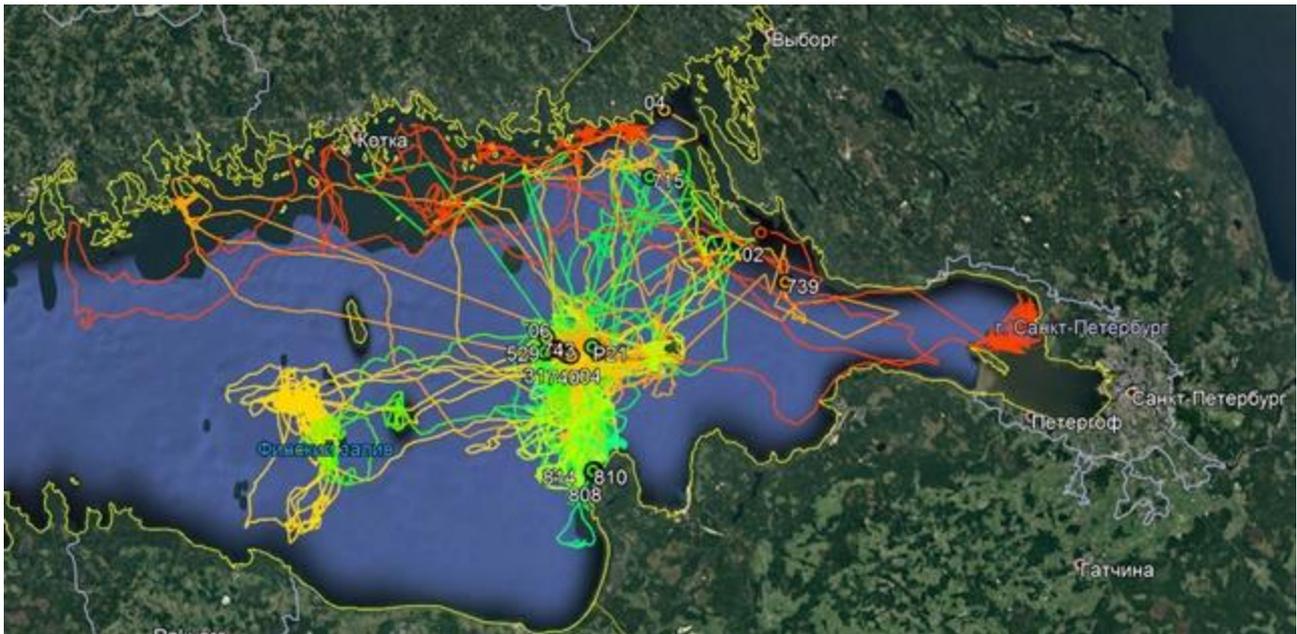


Рис. 10. Все треки меченых кольчатых нерп в проектах 2014, 2017-2020 гг. в Финском заливе

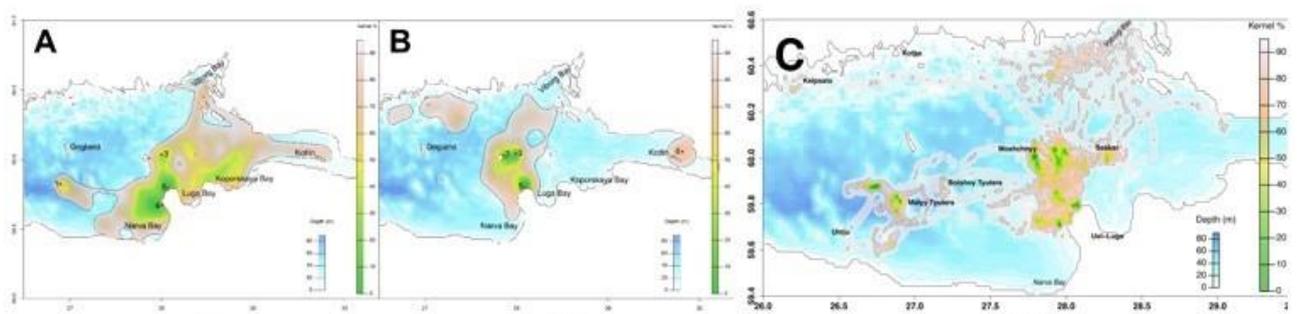


Рис. 11. Использование акватории Финского залива кольчатой нерпой в исследованиях: А – 1998-1999 гг. (АРГОС), В – 2014 г. и С – 2017-2020 гг.

При визуальных наблюдениях на залежке Кискольского рифа в 2014 и 2017-2020 годах отмечали лишь отдельных особей, группы более 10 особей редки [7]. Связь между численностью и распределением животных предполагает, что сокращение размера популяции приводит к концентрации оставшихся особей в наилучших местообитаниях.

Данные, собранные в 2017-2020 гг., добавляют акваторию о. Малый Тютерс в местообитания популяции нерп Финского залива. Судя по трекам, район Малого Тютерса больше используется в летний период в качестве места отдыха рядом с кормовыми районами и т.д. В безлёдный период Кургальский полуостров используется круглый год.

## 5. Выводы

Наши исследования свидетельствуют о том, что популяция кольчатой нерпы в Финском заливе остаётся на критически низком уровне численности. Подвид строго охраняется во всех трёх странах Финского залива, причина сокращения популяции за последние четыре десятилетия остаётся неизвестной. Проведённое телеметрическое исследование позволяет оценить потребности животных в среде обитания и подверженность стрессовым факторам окружающей среды.

Данные, собранные с помощью меток, подчеркивают важность регионального экологического комплекса Кургальский – Мощный – Малый Тютерс в экологии и сохранении кольчатой нерпы в Финском заливе. Акватория у Малого Тютерса нуждается в более тщательном изучении, нерпы демонстрируют значительную привязанность к этому району.

Самец нерпы 815, проплывший от о. Мощный на запад Эстонии и обратно, а затем уплывший к Аландскому архипелагу, свидетельствует о наличии контакта между южными субпопуляциями кольчатой нерпы. Это единственный случай среди меченых нами нерп, кроме того, путешествие было кратковременным (в Аландском архипелаге метка перестала работать).

## 6. Благодарности

Эти исследования были проведены при финансовой поддержке компании Nord Stream 2 AG.

Международное сотрудничество осуществлялось на основе соглашения о научно-техническом сотрудничестве между Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук (СПБНЦ РАН) и некоммерческой консалтинговой компанией «Морские исследования» (MTÜ Pro Mare), Эстония.

## Литература

1. Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. – М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – 1 128 с.
2. *Harkonen T. et al.* Population size and distribution of the Baltic ringed seal (*Phoca hispida botnica*) (authors: Harkonen T., Stenman O., Jüssi M., Jussi I., Sagitov R. and Verevkin M.) // Ringed seals in the North Atlantic in Nammco scientific publications. Tromsø, 1998, V. 1, P.167-180.
3. *Harkonen T. et al.* Seasonal Activity Budget of Adult Baltic Ringed Seals. (authors: Harkonen T., Jüssi M., Jussi I., Verevkin M., Dmitrieva L., Helle E., Sagitov R., Harding K.) // PLoS ONE, April 2008, Volume 3, Issue 4, P.1-10.

4. *Verevkin M., Jüssi M.*, Seals in the Gulf of Finland - a status review and perspectives. // The Gulf of Finland Science Days 2021 «New start for the Gulf of Finland co-operation» – Estonian Academy of Sciences, Tallinn, 29-30 November 2021, P.11.

5. A language and environment for statistical computing. – Vienna, Austria; 2014, R Core Team R: – 2015.

6. *Freitas C. et al.* Importance of fast ice and glacier fronts for female polar bears and their cubs during spring in Svalbard, Norway (authors: Freitas C., Kovacs K.M., Andersen M, Aars J, Sandven, Mauritzen M., Pavlova O., Lydersen C.) // Inter-Research, MEPS, 2012, V. 447, P. 289-304.

7. *Верёвкин М.В. и др.* Состояние популяции и характер использования акватории Финского залива балтийской кольчатой нерпой. (авторы: Верёвкин М.В., Юсси М., Николлс К.) // Окружающая среда Санкт-Петербурга, 2019, № 4(14), с. 21-24.