

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СЕВЕРНОГО ОЛЕНЕВОДСТВА

USE OF SATELLITE SYSTEMS FOR REINDEER HUSBANDRY MONITORING

Сальман А. Л.

Salman A. L.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

северное оленеводство, система мониторинга, спутниковый ошейник, миграции животных, поведение животных, пастбища

KEY WORDS:

reindeer husbandry, monitoring system, satellite collar, animal migrations, animal behavior, pastures

АННОТАЦИЯ

В условиях интенсивного промышленного освоения арктических регионов и глобальных климатических изменений резко возрастает конкуренция за территории между организациями-недропользователями, оленеводческими хозяйствами и стадами дикого северного оленя. Для устранения возникающих противоречий необходимо внедрение систем мониторинга северного оленеводства, базирующихся на использовании спутниковых группировок различных типов. В статье представлены принципы формирования таких систем, а также описаны аппаратные и программные средства, позволяющие организовать постоянное дистанционное наблюдение за перемещениями и за поведением животных.

ABSTRACT

In the conditions of intensive industrial development of arctic regions and global climatic changes, the competition for territories between subsoil users, reindeer herding farms and herds of wild reindeer is sharply increasing. To eliminate the contradictions that arise, it is necessary to introduce reindeer husbandry monitoring systems based on the use of satellite constellations of various types. The article presents the principles of the creation of such systems, as well as describes hardware and software solutions that allow organizing permanent remote monitoring of movements and behavior of animals.



Сальман А. Л.

Генеральный директор ООО «ЭС-ПАС».

—

a.salman@es-pas.com

Salman A. L.

General Director of ES-PAS LLC.

—

a.salman@es-pas.com

В современных условиях северное оленеводство сталкивается с целым рядом серьезных проблем, связанных с интенсивным освоением арктических территорий российскими недропользователями и со стремительными климатическими изменениями.

Промышленному освоению подвергаются все более обширные зоны, ведется интенсивное строительство новых промышленных объектов, дорог и трубопроводов. Это приводит к сокращению общей площади территорий, пригодных для выпаса животных, оказывает влияние как на миграционные пути дикого северного оленя, так и на деятельность оленеводческих хозяйств, постепенно вытесняемых с тех мест, которые они использовали десятилетиями.

Вместе с тем наблюдаются существенные изменения климатических условий, провоцирующие растепление вечномерзлых грунтов, а также смещение сроков замерзания и вскрытия рек. Это приводит к резкому изменению ландшафтов и типов растительности, к сдвигу сроков и направлений миграций, к повышению опасности заражения животных болезнями, которые не наблюдались в арктической зоне в течение многих лет.

В современных условиях северное оленеводство сталкивается с целым рядом серьезных проблем

В результате возникает жесткая конкуренция за территории между недропользователями, оленеводческими хозяйствами и стадами дикого северного оленя. Пригодных для выпаса оленя пастбищ становится все меньше, они используются все более интенсивно, что приводит к быстрой деградации их состояния.

Все эти разнородные и противоречивые процессы развиваются на обширных труднодоступных территориях. В связи с этим комплексное изучение и объективный анализ проблем развития северного оленеводства и сохранения группировок дикого северного оленя в масштабах Российской Федерации невозможны без применения современных технологий, базирующихся на использовании спутниковых систем.

Таким образом, назрела очевидная необходимость создания комплексной системы мониторинга северного оленеводства, которая должна решать целый ряд задач, в том числе: постоянное интенсивное отслеживание перемещений стад домашнего оленя с целью предотвращения потерь животных, оптимизации повседневной работы оленеводов, дистанционного контроля административными органами деятельности оленеводческих хозяйств, оценки возможных путей распространения возникающих заболеваний; дистанционное наблюдение за поведением животных с целью своевременного реагирования на аномалии поведения, связанные с негативным физиологическим состоянием животных, с трудностями добывания корма, с присутствием хищников; дистанционное наблюдение за миграциями дикого северного оленя с целью предотвращения взаимодействий между стадами домашнего и дикого оленя, сокращения потерь домашних оленей из-за их уводов стадами дикого оленя; сопоставление траекторий движения домашних и диких оленей с информацией о распределении и текущем состоянии пастбищ, оптимизация использования пастбищ оленеводческими хозяйствами, регулирование конкуренции за пастбища между стадами домашнего и дикого оленя; оценка влияния метеорологических условий на поведение животных с целью оптимизации деятельности оленеводческих хозяйств; оценка оленеемкости территорий на базе информации о перемещениях и поведении домашнего оленя, данных о миграционных путях дикого северного оленя, карт распределения различных типов растительности; формирование автоматических оповещений при наступлении событий, связанных с перемещениями и поведением животных и требующих экстренного реагирования.

При этом имеет смысл формировать единую информационную систему, в которую собирались бы все доступные исходные данные. После совместной обработки всей имеющейся информации система должна предоставлять различные типы услуг заинтересованным организациям. Пользователями такой системы могут быть:

Система мониторинга северного оленеводства должна использовать спутниковые технические средства различных типов

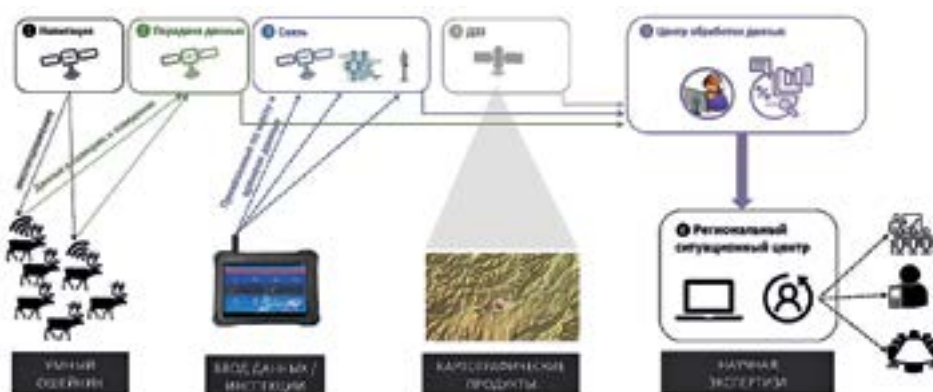
- оленеводы, кочевые семьи, руководители оленеводческих бригад (ежедневное оперативное реагирование на поступающую информацию о перемещениях и о поведении животных);
- оленеводческие хозяйства (планирование повседневной деятельности, оптимизация распределения нагрузки на пастбища, анализ статистической информации о перемещениях и о поведении животных, отслеживание перемещений стад дикого северного оленя в непосредственной близости от используемых хозяйством территорий);
- региональные административные органы (статистический анализ перемещений и поведения домашнего оленя в регионе, контроль использования пастбищ оленеводческими хозяйствами, оценка оленеемкости территорий);
- ветеринарные службы (оценка данных о поведении животных, оценка возможных путей распространения заболеваний на базе данных о перемещениях домашних и диких оленей);
- администрации особо охраняемых природных территорий (контроль перемещений домашних оленей и анализ использования оленеводческими хозяйствами территорий вблизи границ особо охраняемых природных территорий, анализ миграционных путей, зон концентрации и поведения дикого северного оленя);
- научные организации (статистический анализ перемещений и поведения домашнего оленя, изучение миграционных путей и поведения дикого северного оленя, сопоставление данных о поведении животных с картами растительности, оценка оленеемкости территорий);
- федеральные административные органы (комплексный анализ оленеводческой деятельности на всей территории страны с выделением характерных особенностей для каждого региона, принятие административных решений на базе объективной информации о перемещениях и о поведении животных).

Для обеспечения всех вышеперечисленных функций система мониторинга северного оленеводства должна использовать спутниковые технические средства различных типов:

- средства спутниковой навигации;
- средства спутниковой передачи кратких сообщений;
- средства спутниковой связи;
- средства дистанционного зондирования Земли.

Основой системы мониторинга является ошейник с закрепленным на нем электронным устройством, состоящим из навигационного приемника и спутникового

РИС. 1. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СЕВЕРНОГО ОЛЕНЕВОДСТВА



радиомаяка. Приемник получает сигналы навигационных спутниковых систем и определяет собственные координаты. Радиомаяк отправляет эти данные удаленному пользователю через спутниковую систему передачи кратких сообщений. В результате оператор системы мониторинга получает информацию о текущем местоположении всех оленей, оснащенных спутниковыми ошейниками.

Дополнительная информация о животных, оснащаемых ошейниками, о фактах браконьерства и хищничества, о состоянии здоровья животных может поступать в систему мониторинга с помощью всевозможных средств наземной или спутниковой связи. Эти же технические средства могут использоваться для получения на удаленных территориях информации об актуальных позициях животных, оснащенных ошейниками.

Данные дистанционного зондирования Земли используются для формирования картографических информационных продуктов и их последующего сопоставления с траекториями движения животных, оснащенных спутниковыми ошейниками.

Все сведения, собираемые с помощью космических систем, поступают в единый информационный центр, который обеспечивает оперативную автоматическую обработку данных и предоставление тематических услуг конечным пользователям (оленоводческим хозяйствам, административным органам, научным организациям).

Такая концепция построения системы мониторинга северного оленеводства была опробована в 2019–2021 годах на территории Российской Федерации в рамках международного проекта SISMA-2 (Space Innovative System to Monitor Animals).

За основу был взят опыт разработки, изготовления и эксплуатации российских спутниковых ошейников, накопленный в период с 2010 года в рамках десятков успешно реализованных научных проектов, направленных на изучение миграционных путей дикого северного оленя [1, 2]. Устройство, хорошо зарекомендовавшее себя при эксплуатации в целом ряде российских регионов, было адаптировано к решению задач мониторинга северного оленеводства. В результате был создан новый спутниковый ошейник «Квазар», предназначенный не только для отслеживания перемещений животных, но и для оценки поведения диких и домашних северных оленей.

РИС. 2. ДОМАШНИЙ ОЛЕНЬ СО СПУТНИКОВЫМ ОШЕЙНИКОМ «КВАЗАР»



Новый спутниковый ошейник «Квазар» предназначен не только для отслеживания перемещений животных, но и для оценки поведения диких и домашних северных оленей

В состав ошейника «Квазар» входят приемник навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS, блок датчиков (акселерометр, магнетометр, гироскоп), микроконтроллер с нейронной сетью, предназначенной для определения типа поведения животного на базе показаний датчиков, модуль формирования сообщений и передатчик спутниковой системы определения местоположения и сбора данных Argos. Устройство регулярно определяет собственные координаты и тип поведения животного, а затем излучает краткие сообщения, содержащие эту информацию.

Тип поведения оленя определяется раз в 10 минут, местоположение животного может определяться раз в 10 минут или раз час, в зависимости от типа ошейника. Расчетная продолжительность автономного функционирования устройства без замены элементов питания составляет, соответственно, около 2 лет и около 4,5 лет.

В 2021–2022 годах в рамках проектов дистанционного наблюдения за дикими и домашними северными оленями на территории России было использовано более 300 ошейников «Квазар», от которых было получено более 3 миллионов сообщений.

Для декодирования и визуализации получаемых данных был создан специализированный информационный портал. В распоряжение пользователя предоставляется удобный функционал для оперативного анализа обстановки и быстрого принятия решений. Имеется возможность формирования географических зон и последующего отслеживания таких событий, как вход в зону, выход из зоны, аномальное время пребывания в зоне. Возможности портала позволяют автоматически выявлять аномальную скорость перемещения животного, аномальное поведение, процессы концентрации и рассеивания особей, оснащенных ошейниками. В случае выявления таких событий формируются автоматические оповещения, незамедлительно отправляемые пользователю системы по электронной почте или в виде SMS. Кроме того, пользователю предоставляется возможность отображать треки животных на фоне спутниковых изображений, топографических карт, метеорологических данных, карт рельефа и растительности.

При одновременном использовании большого количества спутниковых ошейников

РИС. 3. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ И ТИПОВ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

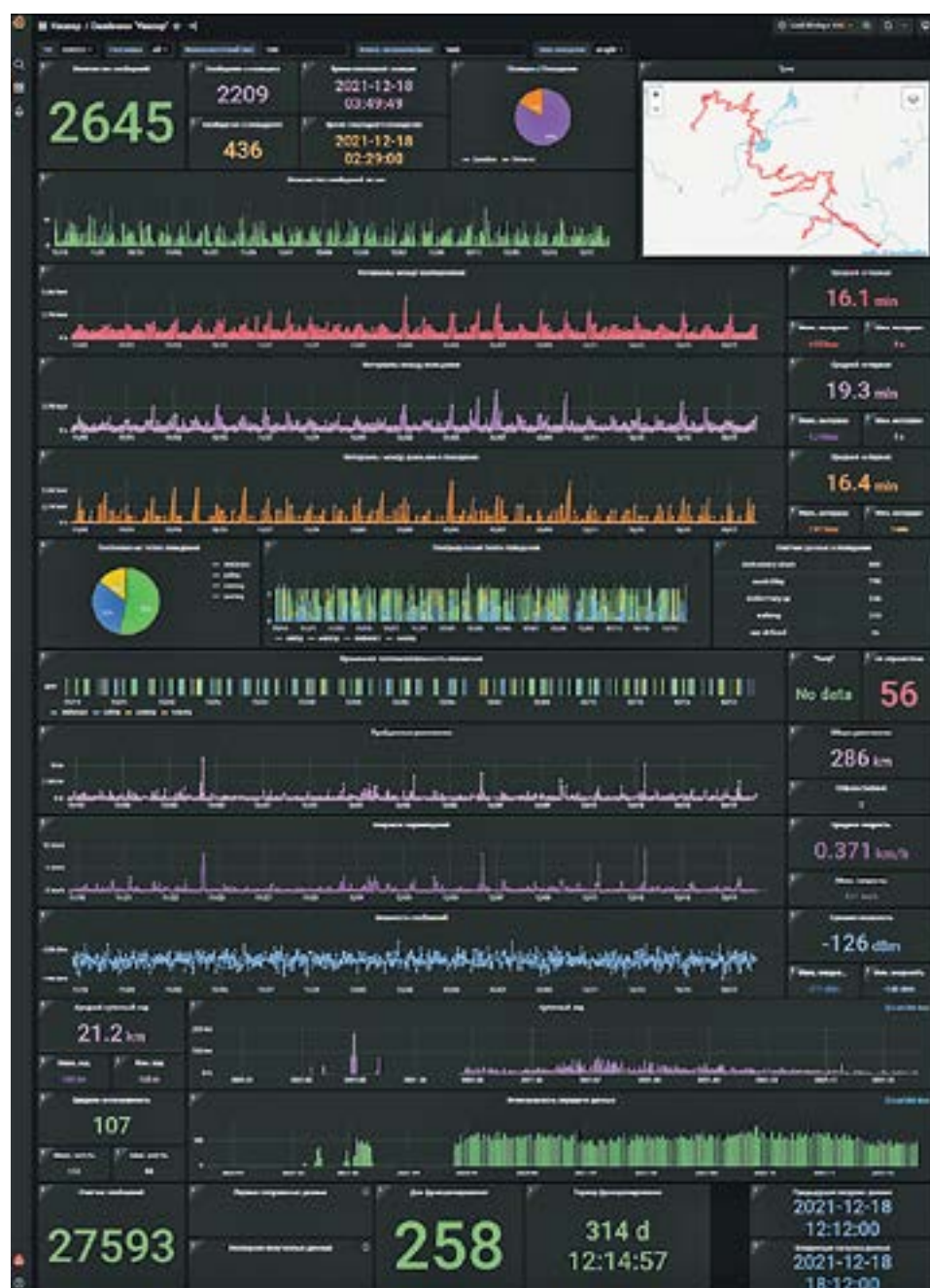


и интенсивном накоплении значительных объемов спутниковых данных возникает потребность не только в средствах визуализации отдельных треков животных, но и в программном обеспечении для оперативного статистического анализа поступающей через спутники информации. В рамках проекта SISMA-2 был сформирован дополнительный статистический портал, позволяющий быстро оценивать как качество функционирования ошейников, так и особенности поведения животных.

Портал дает пользователю возможность в любой момент оценить текущее техническое состояние каждого ошейника, а также проанализировать статистическую информацию о перемещениях и о поведении животных. Имеется возможность рассчитывать расстояния, пройденные каждым животным за тот или иной промежуток времени, анализировать скорости перемещений, оценивать суточный ход животного.

Интересные возможности возникают при статистическом анализе информации о поведении оленей. Портал позволяет оценивать изменения в действиях животных, выявлять особенности поведения каждой особи по сравнению с основной массой оленей в стаде или в регионе, косвенно судить о физиологическом состоянии каждой особи, оснащенной ошейником, отмечать географические зоны и периоды времени, отличающиеся высоким уровнем беспокойства (часто повторяющееся поведение «бег»), оценивать процентное соотношение разных типов поведения за любой выбранный период времени.

РИС. 4. СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОРТАЛ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОШЕЙНИКОВ И ОСОБЕННОСТЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ



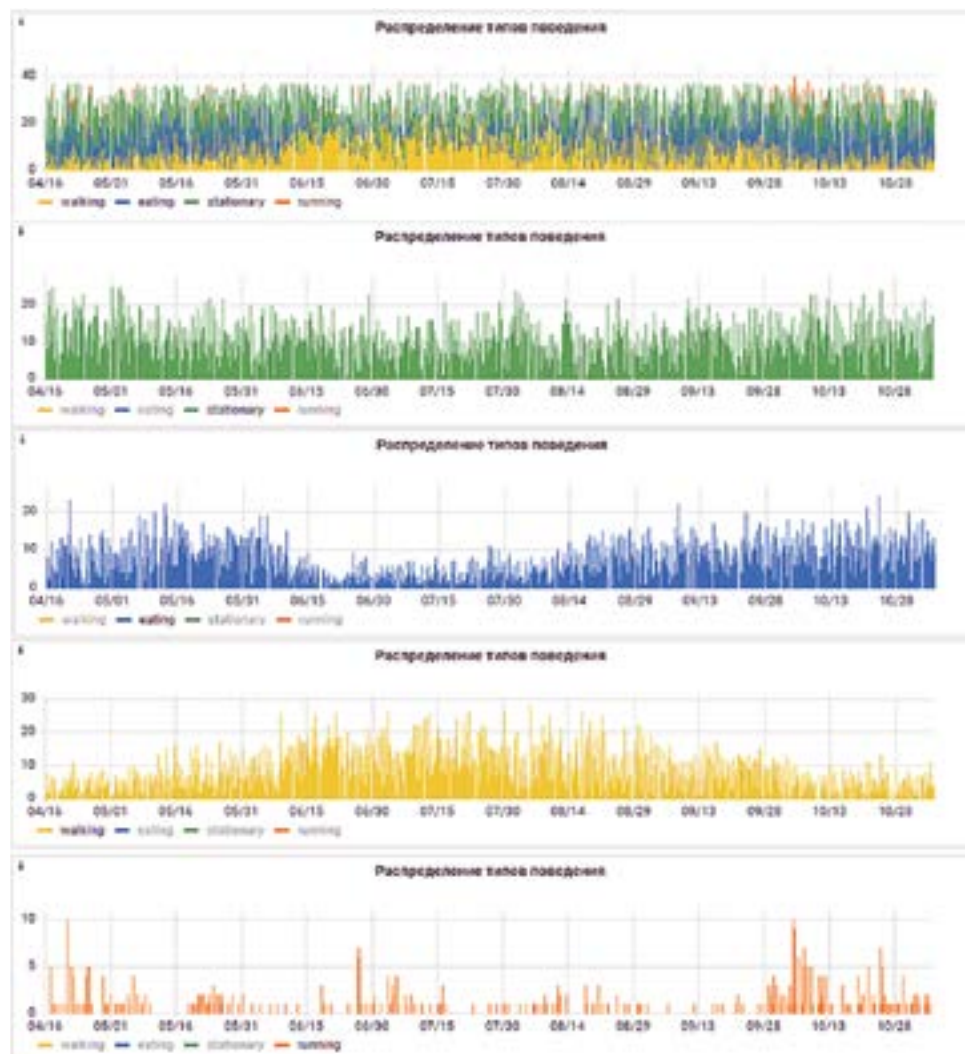
Статистический портал позволяет оценивать не только перемещения и поведение каждого животного, но и совокупные показатели всех оленей, оснащенных спутниковыми ошейниками. Выполняется подсчет усредненных значений суточного хода, средних скоростей перемещения. Формируются усредненные графики поведения, отображающие процессы, происходящие со всей группой животных, за которой ведется наблюдение.

Кроме того, при накоплении большого объема позиций, поступающих от ошейников, возникает потребность в картографическом обобщении данных. Для этого разработан сервис формирования карт распределения всех позиций, полученных от всех ошейников за весь период наблюдения за животными. Этот программный пакет позволяет быстро оценивать особенности распределения животных, оснащенных спутниковыми ошейниками, выявлять места их концентрации в разные периоды года, определять участки территории, имеющие особое значение для того или иного стада.

Описанные выше аппаратные и программные технические средства были успешно протестированы во всех субъектах Российской Федерации, на территориях которых развивается северное оленеводство. В ряде российских регионов начата штатная эксплуатация значительного количества спутниковых ошейников.



РИС. 5, 6. СООТНОШЕНИЕ ТИПОВ ПОВЕДЕНИЯ «ОТДЫХ», ПИТАНИЕ», «ХОДЬБА», «БЕГ» И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НА ВРЕМЕННОЙ ШКАЛЕ



Назрела необходимость реализации пилотных проектов во всех российских регионах, заинтересованных в поддержании и развитии оленеводства

РИС. 7. ПРИМЕР КАРТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЗИЦИЙ ДОМАШНИХ ОЛЕНЕЙ



Таким образом, создана технологическая база для формирования и масштабирования систем мониторинга оленеводства. Назрела необходимость реализации пилотных проектов во всех российских регионах, заинтересованных в поддержании и развитии оленеводства, с целью оценки важности и востребованности описанных выше сервисов для разных территорий. Это позволило бы адаптировать имеющиеся технические средства к специфике каждого региона и приступить к развертыванию региональных систем мониторинга с возможностью их последующего объединения в единую федеральную систему мониторинга северного оленеводства.

В дальнейшем те же технологии и технические средства могут быть использованы и в смежных областях, таких как мониторинг табунного коневодства, дистанционное наблюдение за перемещениями и поведением различных видов диких животных.

Литература

1. Охлопков И. М., Сальман А. Л. Использование спутниковых радиошейников в управлении популяциями диких северных оленей Якутии // Государственное управление ресурсами 2011. Специальный выпуск. Охота и охотничьи ресурсы Российской Федерации М.: Молодая гвардия – Стиль, 2011. 664 с.
2. Савченко А. П., Салман А. Л., Савченко П. А., Савченко И. А., Дубинцев С. А., Муравьев А. Н. Опыт использования ошейников с радиомаяками спутниковой системы «Аргос» производства ООО «ЭСПАС» для изучения таймырозвенкинской популяции северного оленя // Журнал физики: Серия конференций, 1399 (2019) 033047.

References

1. Okhlopkov I. M., Salman A. L. The use of satellite radio collars in the management of populations of wild reindeer in Yakutia // State Management of Resources 2011. Special issue. Hunting and hunting resources of the Russian Federation M.: Young Guard Style, 2011. 664 p.
2. Savchenko A. P., Salman A. L., Savchenko P. A., Savchenko I. A., Dubintsov S. A., Muravyov A. N. Use experience of collars with radio beacons of Argos satellite system produced by ESPAS Ltd. for the study of reindeer TaimyrEvenk population // Journal of Physics: Conference Series, 1399 (2019) 033047