

ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ *RANGIFER TARANDUS* НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ о. БЕРИНГА (КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА)

Е. Г. Мамаев**, *И. А. Рыбаков**, *А. Н. Шиенок**

**Государственный природный биосферный заповедник «Командорский»,
с. Никольское*

***Московский государственный университет (МГУ)
им. М. В. Ломоносова*

IMPACT REINDEER *RANGIFER TARANDUS* ON THE SOIL AND PLANT COVER ON BERING ISLAND (COMMANDER ISLANDS)

E. G. Mamaev**, *I. A. Rybakov**, *A. N. Shienok**

**The Commander Islands Nature and Biosphere Reserve, Nikolskoe*

***Moscow State University (MSU) by M. V. Lomonosov*

Ландшафты и растительные сообщества на Командорских о-вах эволюционировали при отсутствии копытных, благодаря чему здесь сформировался уникальный тип горных лишайниковых тундр. После многократного вселения на о. Беринга северного оленя (Stejneger, 1896; Аболиц, 1987; Бобров и др., 2008) начались серьезные преобразования не только почвенного и растительного покровов острова, но и изменения его ландшафта (Мараков и др., 1987). В настоящей работе мы попытались применить для оценки изменений в растительном покрове о. Беринга метод дистанционного спутникового мониторинга в совокупности с полевыми исследованиями на местности.

Для получения объективных данных по выявленным изменениям растительного покрова на о. Беринга в качестве контрольного объекта использовали данные по динамике растительного покрова на о. Медном, который не был подвержен воздействию северного оленя. В качестве метода исследования проводили обработку данных дистанционного зондирования Земли – серии сравнимых спутниковых снимков, охватывающие максимально протяжённый временной интервал. Для этого использовали открытые спутниковые снимки проекта Landsat за 1999 и 2014 гг.

Выбор в качестве исходных материалов снимков проекта Landsat (США) обусловлен длительностью этого проекта (с 1972 г. по настоящее время) и большой унификацией спутников и съёмочной аппаратуры, что позволяет сравнивать качественные и количественные показатели, полученные одинаковой обработкой снимков разных лет, сделанных разными

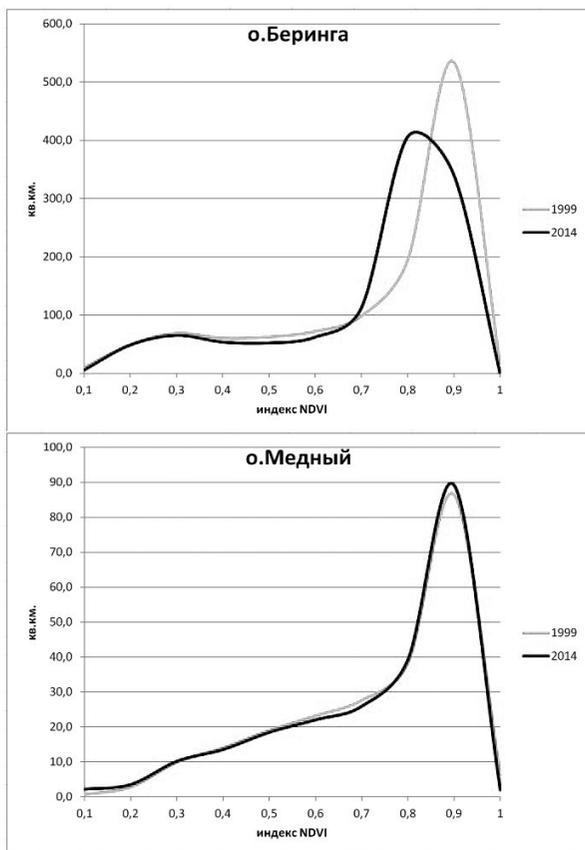
спутниковыми аппаратами. Также немаловажным фактором является общедоступность и бесплатность. Количество подходящих для обработки снимков (сцен) оказалось невелико ввиду малой освоенности территории (редкая съёмка) и особенностей местного климата (в первую очередь, частая облачность в вегетационный период). Для анализа подошли две серии снимков, сделанных в конце августа и в начале сентября 1999 г. и 2014 г. аппаратами «L7» и «L8», соответственно. У оператора (United States Geological Survey) были заказаны результаты их автоматизированной первичной обработки по алгоритмам для класса «Surface Reflectance product» – калиброванные яркости по каждому спектральному каналу, с поправкой на искажение атмосферой. Пространственное разрешение изображений – 30 м/пиксель. Была проведена подготовка исходных данных – составление мозаики (о. Беринга в обоих случаях снят двумя сценами) и маскирование территории (удалены все области изображения, не относящиеся к твёрдой дневной поверхности: море, озёра, снежники, фрагменты облачности). Готовые к анализу материалы имели одинаковые площадь, конфигурацию и содержание.

Значения индекса NDVI (нормализованный относительный индекс растительности) вычисляли на основе видимого красного (Кр) и ближнего инфракрасного (Бик) спектральных каналов по формуле $NDVI = (Бик - Кр) / (Бик + Кр)$. Значения индекса NDVI (имеющие значения от 0 до 1) были классифицированы на десять градаций с регулярным интервалом 0,1. Отдельно для о. Беринга и о. Медного было подсчитано количество элементов изображения (пикселей размером 30×30 м, т. е. имеющих площадь 0.0009 км^2), вошедших в каждый класс. Результаты подсчётов были визуализированы в виде совмещённых графиков. По оси абсцисс отложены классифицированные значения вегетационного индекса, а по оси ординат – суммарные площади территорий, вошедшие в эти классы.

Полевые исследования северного оленя на о. Беринга проводили в летний период 2016 г. Всего было выполнено 418 км маршрутных учётов, в т. ч. обследовано 66 км береговой полосы (из них 42 км западного побережья и 24 км – восточного).

В результате анализа спутниковых снимков были выявлены серьезные изменения, произошедшие в проективном покрытии растительности на о. Беринга за 15-летний период (рис.). Наиболее существенные изменения произошли на участках с нормализованным относительным индексом растительности 0.8 и 0.9 единиц. Так, площадь участков о. Беринга с индексом 0.9 сократилась с 534.1 до 340.6 км², что составляет 36.2 % от уровня 1999 г. Также, существенно сократилась площадь участков с индексом 0.1 (на 59.6 %). Существенно сократилась площадь участков с индексами 0.4–0.6: в сумме со 195.9 до 169.1 км² (площадь уменьшилась на 13.7 %).

Одновременно произошло значительное увеличение площади участков острова со значением NDVI 0.8: со 194.5 км² в 1999 г. до 406.2 км² в 2014 г. Очевидно, что рост площади участков на о. Беринга с показателем растительного покрова 0.8 произошел в основном за счет уменьшения площадей, занятых растительностью с показателем 0.9. Так, с 1999 г. площадь участков острова с индексом 0.9 уменьшилась на 193.5 км², а площадь растительности с индексом 0.8 выросла на 211.7 км². При этом на о. Медном, располагающемся в сходных климатических условиях, подобные значительные изменения не выявлены. Так, межгодовая разница в изменении площадей участков с различным индексом растительности составила от 2.3 до 6.2 % (рис.).



Изменения относительного нормализованного индекса растительности NDVI на о. Беринга и о. Медном по данным спутниковых съемок в 1999 и 2014 гг.

Во время полевых исследований северного оленя и его воздействия на почвенный и растительный покров о. Беринга были обследованы участки тундры в 10 бухтах в средней и южной части острова (бух. Буян, Старая Сладная, Никитинская Шайба, Полуденная, Перегонная, Старая Одиночка (Водопадская), Бобровая, Шипицинская, Серебрянникова, Эканах). Среди следов жизнедеятельности оленя мы выделили тропы, в т. ч. ряды параллельных троп, участки с изменённой растительностью и кочки с различной степенью повреждения, выбоины в грунте, повреждённые кустарники. Участки с изменённой растительностью и повреждённые кочки отмечены во всех бухтах, тропы – в 9 из 10 бухт (90 %), выбоины – в 7 из 10 бухт (70 %), повреждённые кустарники – в 4 из 10 бухт (40 %). Кроме того, все без исключения вершины на юге острова практически полностью лишены растительного и почвенного покрова. Подобных явлений на о. Медном не наблюдается.

В результате проведенных исследований с использованием дистанционных (спутниковая съемка) и полевых методов были выявлены серьезные повреждения почвенного и растительного покрова на о. Беринга. Проведенный сравнительный анализ между о-вами Беринга и Медным показал качественные и количественные различия в состоянии почвенного и растительного покровов. Однако при обсуждении результатов анализа спутниковых снимков следует учитывать тот факт, что на количественные показатели относительного нормализованного индекса растительности большое влияние могут оказывать такие факторы, как облачность, площади оставшихся снежников, влажность растительности вследствие недавнего дождя. Для получения более объективных данных требуется закладка достаточного количества модельных площадок для долговременного мониторинга процессов деструкции почвенного и растительного покровов. Тем не менее, проведенное исследование лишней раз подтверждает негативное воздействие северного оленя на горные тундры о. Беринга, которое было выявлено еще в 30–40-е гг. XX в. (Мараков, 1971, Мараков и др., 1987). Первые количественные данные негативного воздействия были получены в 1980-е гг. (Пономарева, Яницкая, 1991).

Высокая численность северного оленя (Мамаев, Пилипенко, 2015), которая существенно превышает оптимальную для данного типа тундр (Мараков и др., 1987), крайне негативно сказывается на почвенном и растительном покрове о. Беринга. Есть все основания полагать, что если не регулировать численность этого чужеродного вида, то в исторически обозримое время специфическая горная тундра острова может полностью исчезнуть. Закрытие охоты на оленя с 2011 г., введенное без должного научного обоснования, усугубляет ситуацию. Известно, что эксплуатация стада не так разрушительна для популяции северного оленя и пастбищ,

как чрезмерная охрана. На необходимость обязательного регулирования численности северного оленя на о. Беринга еще в 60-е гг. прошлого века неоднократно указывал С. В. Мараков (1964).

ЛИТЕРАТУРА

Аболищ А. С. 1987. История формирования и перспективы эксплуатации популяции северного оленя о. Беринга // Рац. природопользование на Командорских о-вах (состояние и охрана экосистем, проблемы экономического и этнокультурного развития). – М. : Изд-во Моск. ун-та. – С. 144–146.

Бобров В. В., Варшавский А. А., Хляп Л. А. 2008. Олень северный *Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758 // Чужеродные виды млекопитающих в экосистемах России. – М. : Товарищество науч. изданий КМК. – С. 177–178.

Мамаев Е. Г., Пилипенко Д. В. 2015. Численность северного оленя *Rangifer tarandus* на о. Беринга (Командорские о-ва) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тез. докл. XVI межд. науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 18–19 нояб. 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. – С. 307–311.

Мараков С. В. 1964. Млекопитающие и птицы Командорских островов (экология и хозяйственное использование) // Дис. ... канд. биол. наук. – М. : ВНИИЖСПЦ. – 360 с.

Мараков С. В. 1971. Изучение состояния запасов и путей рационального использования охотничье-промысловых животных морских побережий Камчатки. Задание 4. Отчет (Заключительный этап). – Киров : ВНИИОЗ. – 63 с.

Мараков С. В., Пономарева Е. О., Яницкая Т. О. 1987. Растительность Командорских островов: современное состояние и вопросы использования // Рац. природопользование на Командорских о-вах (состояние и охрана экосистем, проблемы экономического и этнокультурного развития). – М. : Изд-во Моск. ун-та. – С. 137–144.

Пономарева Е. О., Яницкая Т. О. 1991. Растительный покров Командорских островов // Природные ресурсы Командорских островов (запасы, состояние, вопросы охраны и использования). – М. : Изд-во МГУ. – С. 59–98.

Stejneger L. 1896. The Russian fur-seal islands. – Washington. – 148 p.