

Изменение кормовых запасов оленьих пастбищ в южных субарктических тундрах Ямала

А. М. Горбунова¹✉

¹ Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: anastasiya_psu1991@mail.ru

Аннотация. Актуальность работы связана с необходимостью мониторинга ресурсного потенциала растительности южных субарктических тундр. Тундры Ямала испытывают высокую пастбищную нагрузку, начиная с 1990 г. В результате увеличения количества частных хозяйств и поголовья домашних оленей на Ямале происходит деградация пастбищ (вытаптывание кормовой массы, выбивание растительности, исчезновение лишайникового покрова, усиление дефляции почв). **Цель работы** – сравнить кормовые запасы оленьих пастбищ в южных субарктических тундрах Ямала 2017–2018 и 1990-х гг. В ходе исследования получены оценки величины и структуры кормовых запасов в растительных сообществах южных субарктических тундр полуострова Ямал в окрестностях р. Паютаяха. Запас надземной фитомассы определяли **методом** укосов. В 2017 г. были исследованы деградированные участки тундр, в 2018 г. – ненарушенные и малонарушенные участки. **Научная новизна.** Выполнено сравнение полученных данных с оценками, опубликованными по южным субарктическим тундрам за 1990-е гг. **Результаты.** Кормовые запасы на деградированных участках по сравнению с запасами в южных субарктических тундрах в 1990-х гг., снизились в 14 раз; на ненарушенных участках – в 3 раза. В структуре кормовых запасов 2017–2018 гг. по сравнению с ситуацией конца XX в. уменьшились доли кустарников, лишайников и трав; доля кустарничков на деградированных участках возросла в 4 раза, а на ненарушенных – в 6 раз. Исследование подтверждает существование перевыпаса и дефицита кормовых ресурсов на пастбищах в зоне южных субарктических тундр Ямала.

Ключевые слова: Ямал, южные субарктические тундры, олени пастбища, перевыпас, кормовые запасы, структура кормовых запасов, пастбищная нагрузка, деградация пастбищ.

Для цитирования: Горбунова А. М. Изменение кормовых запасов оленьих пастбищ в южных субарктических тундрах Ямала // Аграрный вестник Урала. 2021. № 02 (205). С. 26–32. DOI: ...

Дата поступления статьи: 24.09.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Важные результаты исследований динамики арктических экосистем в последние десятилетия, полученные с помощью геоинформационных систем и космоснимков, сводятся к представлениям о «позеленении» Арктики [1], [2], [3], [4, с. 12], [5, с. 2], [6]; «закустаривании» тундры и росте высоты листовых кустарников [3, с. 34], [5, с. 2, 9], [6, с. 32], [7, с. 4], [8, с. 1649, 1652], [9, с. 82]; увеличении проективного покрытия осок и злаков [3, с. 34], [6, с. 32–33]; росте значений вегетационных индексов [5, с. 5, 10] в т. ч. для Европейской части России, Западной и Центральной Сибири [6], в условиях потепления климата [8], [9, с. 72], [10, с. 7–8].

Этим заключениям не соответствует картина изменений экосистем, устанавливаемая по наземным наблюдениям на Ямале на исследуемых нами территориях, где разрастание кустарников не регистрируется, а кормовые запасы снижаются. Тундры Ямала испытывают высокую пастбищную нагрузку. С начала 1990-х гг. численность поголовья северных оленей увеличивается за счет личных (семейных) хозяйств [11, с. 133], [12, с. 156, 165], [13, с. 97]. В результате увеличения поголовья домашних

оленей на Ямале после 1990 г. интенсивный выпас стал ведущим фактором состояния тундровых биоценозов [14, с. 14]. Существуют оценки, что поголовье домашних оленей в ЯНАО превышает расчетную оленеемкость почти в 2 раза, что приводит к истощению оленьих пастбищ и выбиванию их крупными стадами [15, с. 103]. Выпас производится на всей территории полуострова, за исключением промзон [16, с. 400]. Пастбища стравливаются неоднократно за один сезон выпаса. При ежегодном проходе крупных стад почвенно-растительный покров нарушается. Площади лишайниковых тундр с 1930-х гг. сократились в 3,5–4 раза, около 13 % их площади трансформировались в песчаные обнажения [17, с. 50].

Цель работы – оценить характеристики продуктивности растительных сообществ (кормовые запасы и их структуру) южных субарктических тундр полуострова Ямал в окрестностях научно-исследовательского стационара «Еркута», сопоставив полученные результаты с аналогичными оценками, сделанными в 1990-е гг.

Методология и методы исследования (Methods)

Полуостров Ямал расположен на севере Западно-Сибирской равнины в тундровой зоне.

Исследования проводили на базе научно-исследовательского стационара «Еркута», ориентиром расположения которого является 222-й км трассы Обская – Бованенково, в 2 км от развязки № 10 «Канары» (68°13'38.30" с. ш., 69°9'2.20" в. д.). Стационар расположен на берегу р. Паюгтаяха в подзоне южных субарктических (кустарниковых) тундр. На территории окрестностей стационара «Еркута» выпас и другие формы антропогенного воздействия минимальны, промышленные объекты отсутствуют. Через этот район олени проходят на пути к зимним пастбищам, но постоянно на данной территории не выпасаются. В целом состояние растительного покрова на стационаре считается репрезентативным для подзоны южных арктических тундр Ямала. Имеются как выбитые участки, на которых присутствует помет оленей (некоторые из них совпадают с местами стоянок оленеводов), так и ненарушенные (с проективным покрытием растительности 100 % и сомкнутым моховым покровом).

При выборе пробных площадей использовали карту перпендикулярного вегетационного индекса PVI, предоставленную зав. лаб. Компьютерных технологий и моделей Института биологии Коми научного центра УрО РАН В. В. Елсаковым, за 2010–2013 гг. Предполагали, что пиксели разного цвета на карте PVI обозначают различные типы растительных сообществ. В июле 2017 г. исследовали контуры одного цвета (предположительно сильно деградированные участки). В июле 2018 г. исследовали участки, которые на карте PVI обозначены другими цветами.

При геоботанических описаниях (площади 10 × 10 м) фиксировали общее проективное покрытие растительности; частное проективное покрытие каждого вида; покрытие по ярусам и синузиям в процентах. Измеряли высоту ярусов и толщину мохово-лишайникового покрова, включая высоту живой и мертвой частей; глубину органического слоя почвы. В 2017 г. выполнено 15 геоботанических описаний на участках, отмеченных голубым цветом на карте PVI. В 2018 г. 5 описаний выполнили в контурах желтого, зеленого, красного и оранжевого цветов. Запас надземной фитомассы определяли методом укусов, предполагающим случайный отбор трех образцов 25 × 25 см на каждой площади. Сосудистые растения срезали на уровне границы зеленой (живой) и бурой (мертвой) части мхов. Лишайниково-моховую дернину вырезали ножом; при ее отсутствии остатки мхов и лишайников собирали в пакеты. Укусы разобрали по фракциям: разнотравье, осоки, злаки, мхи, лишайники, опад, ветошь, кустарники (листья и древесина) и кустарнички (по видам). Материал взвешивали в воздушно-сухом состоянии. Кормовые запасы отбирали из запасов фитомассы (выделяли поедаемые растения [18, с. 348–356]: листья кустарников, поедаемые кустарнички, травы (разнотравье, осоки и злаки) и лишайники).

Результаты (Results)

На всех площадях, исследованных в 2017 г., представлены сильно деградированные тундры. Проективное покрытие растительности на большинстве площадей было в среднем 80 %. Растения на площадях находились в угнетенном состоянии. Основную часть растительного покрова составляли отмершие особи растений. Высота живых

особей была следующей: кустарниковый ярус – 7–15 см, кустарничковый ярус – 3–6 см; травяной ярус – 10–15 см, мохово-лишайниковый ярус – 0–2 см. Лишайники чаще всего были представлены трухой. На 14 из 15 площадей было большое количество помета оленей. Помета не было на травяно-кустарничково-лишайниково-моховом болоте с проективным покрытием растений 100 %; это единственная площадь на суглинке; на остальных площадях почвы были представлены супесью или песком. На 11 площадях отмечено наличие различной утвари, одежды, посуды и прочих вещей местного населения. Это позволяет считать, что там находились стоянки оленеводов.

Летом 2018 г. укусы были взяты с ненарушенных и малонарушенных участков. Проективное покрытие растений в среднем было 98 %. Участки 2018 г. значительно отличались от участков 2017 г. в лучшую сторону: видовое богатство, высота растений, толщина органогенного горизонта почвы были больше. Проективное покрытие лишайников на площадях 2018 г. было ниже (в среднем 5 %), чем на площадях 2017 г. (в среднем 33 %) [19, с. 32]. Олений помет присутствовал на 4 из 5 площадей. Антропогенные нарушения отмечены только на одной площади. Почвы представлены супесью (1 площадь) и суглинком (4 площади).

Выявлено, что кормовые запасы в 2018 г. по сравнению с таковыми на деградированных участках 2017 г. были значительно выше: кустарников – в 10 раз; кустарничков – в 7 раз; трав – в 4 раза; лишайников – в 3 раза. В структуре фитомассы 2018 г. выше доля кустарников – в 2 раза; кустарничков – в 1,5 раза. При этом в структуре кормовых запасов 2017 г. трав больше в 1,2 раза; лишайников – в 1,6 раза.

В прошлом кормовые ресурсы растительных сообществ в южных субарктических тундрах Ямала были изучены значительно хуже, чем в арктических и северных субарктических тундрах. Усредненные данные по кормовым запасам южных субарктических тундр, полученные М. А. Магомедовой с соавторами в окрестностях фактории Хадыта в 1990-е гг., опубликованы в монографии [18, с. 222–227]. Авторы отмечают, что исследования 1990-х гг. проводили на не нарушенных выпасом оленей участках. Данные для сравнения ситуации в 2017–2018 гг. с 1990-ми гг. взяты из этой книги. Методики сбора полевого материала, использованные авторами монографии и нами, были одинаковыми.

Мы сравнили, как отличаются кормовые запасы на участках, исследованных в 2017–2018 гг., от запасов 1990-х гг. (рис. 1).

Кормовые запасы в 2017 г. на деградированных участках по сравнению с запасами по южным субарктическим тундрам в 1990-х гг. были значительно меньше: кустарников – в 35 раз, трав – в 19 раз, лишайников – в 18 раз, кустарничков – в 3,5 раза. Кормовые запасы в 2018 г. по сравнению с запасами в 1990-х гг. также снизились: кустарников – в 3 раза; трав – в 5 раз; лишайников – в 6 раз. Запасы кустарничков в 2018 г. были выше, чем в 1990-е гг., в 2 раза.

Также мы проанализировали, как отличается структура кормовых запасов в 2017–2018 гг. от их структуры в 1990-х гг. (рис. 2).

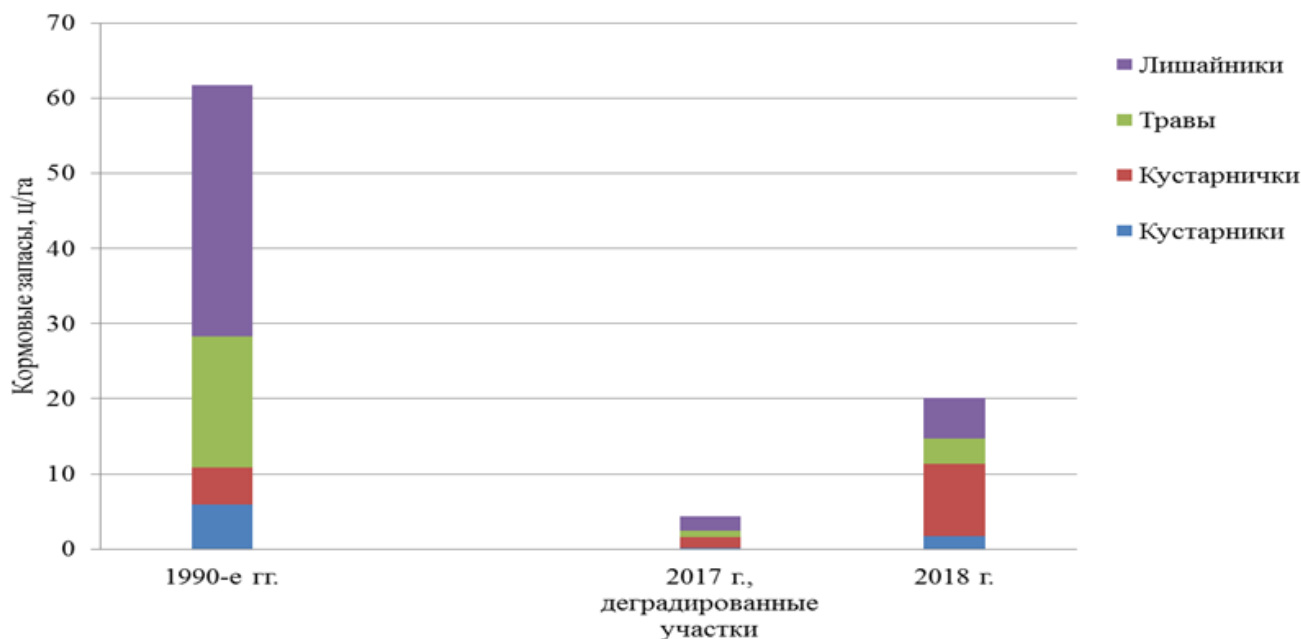


Рис. 1. Кормовые запасы в 1990-е гг. и в 2017–2018 гг.

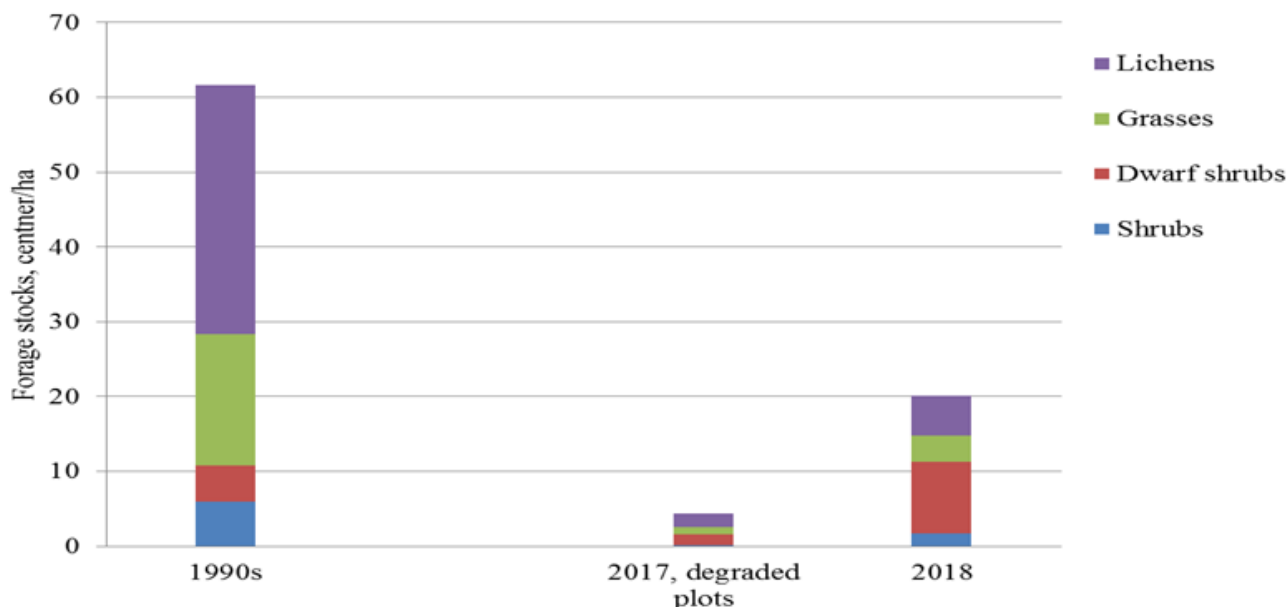


Fig. 1. Forage stocks in 1990s and in 2017–2018

В структуре кормовых запасов 2017 г. по сравнению с 1990-ми гг. уменьшилась доля кустарников в 2 раза, лишайников и трав – в 1,3 раза. Доля кустарничков возросла в 4 раза. В структуре кормовых запасов 2018 г. по сравнению с 1990-ми гг. также уменьшилась доля кустарников в 1,1 раза, трав – в 1,6 раза, лишайников – в 2 раза. Доля кустарничков в 2018 г. выше в 6 раз.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В целом кормовые запасы южных субарктических тундр Ямала в 2017–2018 гг. по сравнению с запасами, наблюдавшимися в 1990-е гг., значительно снизились. Особенно различаются запасы 1990-х гг. с запасами деградированных тундр, исследованных в 2017 г. Но даже на ненарушенных и малонарушенных участках, исследованных в 2018 г., кормовых запасов было значительно меньше, чем по оценкам 1990-х гг.

Несмотря на то что изученные в 2017 г. участки тундр были деградированными, а в 2018 г. – ненарушенными и запасы, документированные на них, существенно различались, в структуре кормовых запасов в долевом соотношении основных компонентов растительности в оба года наименьшее значение было у кустарников. Это позволяет нам сделать вывод, что закустаривания тундры на исследуемых территориях не происходит. Этот вывод согласуется с недавними опубликованными выводами, сделанными на основе анализа космоснимков, на той же территории исследования [20, с. 4], о том, что выпас оленей регулирует площади распространения кустарников; поэтому на Южном Ямале рост площадей кустарников отсутствует. Наше исследование подтверждает, что на Ямале происходит делихенизация пастбищ [6, с. 32], [14, с. 15], поскольку в структуре кормовых запасов в 2017–2018 гг. преобладают плохо поедаемые и непоедаемые кустарнички.

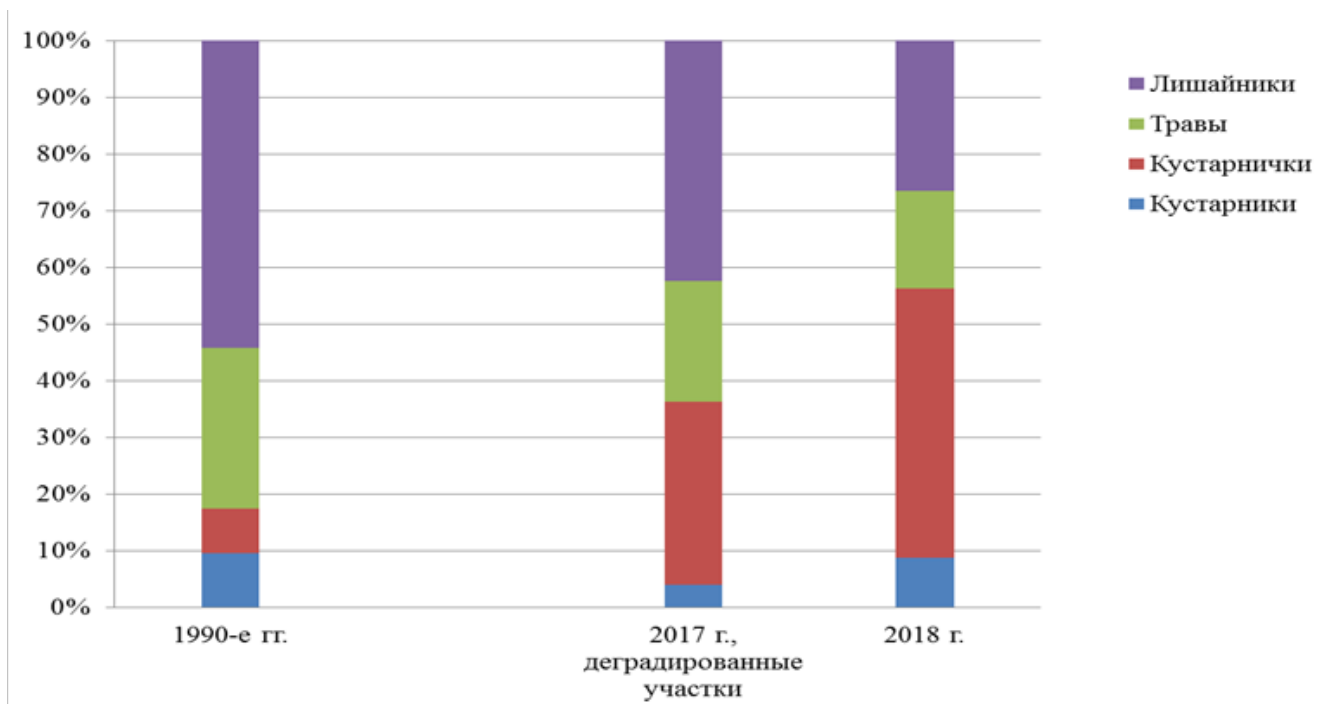


Рис. 2. Структура кормовых запасов в 1990-е гг. и 2017–2018 гг.

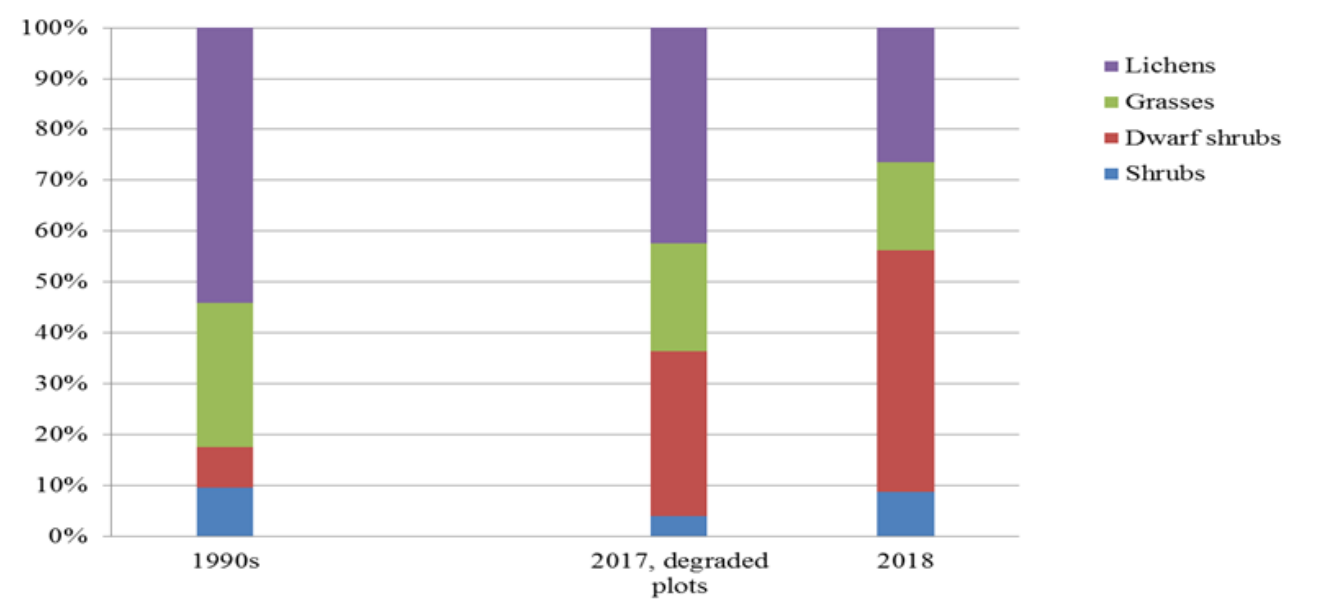


Fig. 2. The structure of forage stocks in 1990s and 2017–2018

По представленным оценкам, несмотря на потепление климата, растительность южных субарктических тундр Ямала находится в угнетенном состоянии и проблема перевыпаса и дефицита пастбищ актуальна, т. к. чрезмерный выпас оленей способствует разрушению растительного покрова. Это, вероятно, обуславливает необходимость корректировки традиционных способов эксплуатации пастбищ на территории Южного Ямала.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН и ча-

стично поддержана комплексной программой УрО РАН (проект № 18-9-4-22).

Автор выражает благодарность инженеру-исследователю Л. С. Горбунову и кандидату биологических наук С. Ю. Соковниной за помощь в сборе полевых материалов, кандидату биологических наук Л. М. Морозовой за помощь при выделении типов тундровых сообществ и определении видов растений и своему научному руководителю доктору биологических наук Д. В. Веселкину за ценные замечания по оформлению статьи.

Библиографический список

1. Forbes B. C., Fauria M. M., Zetterberg P. Russian arctic warming and “greening” are closely tracked by tundra shrub willows // *Global Change Biology*. 2010. No 16. Pp. 1542–1554. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2009.02047.x.
2. Тишков А. А., Белоновская Е. А., Вайсфельд М. А., Глазов П. М., Кренке А. Н., Тертицкий Г. М. «Позеленение» тундры как драйвер современной динамики арктической биоты // *Арктика: экология и экономика*. 2018. № 2 (30). С. 31–44. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-2-31-44.
3. Белоновская Е. А., Тишков А. А., Вайсфельд М. А., Глазов П. М., Кренке А. Н.-мл., Морозова О. В., Покровская И. В., Царевская Н. Г., Тертицкий Г. М. «Позеленение» российской Арктики и современные тренды изменения ее биоты // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2016. № 3. С. 28–39. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-3-28-39.
4. Walker D. A., Leibman M. O., Epstein H. E., Forbes B. C., Bhatt U. S., Raynolds M. K., Comiso J. C., Gubarkov A. A., Khomutov A. V., Jia G. J., Kaarlejarvi E., Kaplan J. O., Kuss P., Matyshak G., Moskalenko N. G., Orekhov P., Romanovsky V. E., Ukraintseva N. G., Yu Q. Spatial and temporal patterns of greenness on the Yamal Peninsula, Russia: Interactions of ecological and social factors affecting the Arctic normalized difference vegetation index // *Environmental Research Letters*. 2009. No. 4. Pp. 1–16. DOI: 10.1088/1748-9326/4/4/045004.
5. Berner L. T., Jantz P., Tape K. D., Goetz S. J. Tundra plant above-ground biomass and shrub dominance mapped across the North Slope of Alaska // *Environmental Research Letters*. 2018. No. 13. Pp. 2–14. DOI: 10.1088/1748-9326/aaa9a.
6. Тишков А. А., Кренке А. Н.-мл. «Позеленение» Арктики в XXI в. как эффект синергизма действия глобального потепления и хозяйственного освоения // *Арктика: экология и экономика*. 2015. № 4. С. 28–37.
7. Форбс Б. К., Кумпула Т., Месштыб Н., Лаптандер Р., Масиас-Фауриа М., Зеттерберг П., Вердонен М., Скарин А., Ким К., Бойсверт Л. Н., Строве Д. К., Бартц А. Влияние сокращения ледовитости Баренцева и Карского морей на традиционное оленеводство полуострова Ямал // *Известия Русского географического общества*. 2018. Вып. 1. С. 3–19.
8. Mengtian H., Shilong P., Janssens I. A., Zhu Z., Wang T., Wu D., Ciais P., Myneni R. B., Peaucelle M., Peng S., Yang H., Peñuelas J. Velocity of change in vegetation productivity over northern high latitudes // *Nature Ecology & Evolution*. 2017. No. 1. Pp. 1649–1654. DOI: 10.1038/s41559-017-0328-y.
9. Тишков А. А., Вайсфельд М. А., Глазов П. М., Морозова О. В., Пузаченко А. Ю., Тертицкий Г. М., Титова С. В. Биотически значимые тренды климата и динамика биоты российской Арктики // *Арктика: экология и экономика*. 2019. № 1 (33). С. 71–87. DOI: 10.25283/2223-4594-2019-1-71-87.
10. Сердитова Н. Е. Изменение климата в Арктике: локальное и глобальное воздействие на окружающую среду // *Вестник ТвГУ. Серия: География и геоэкология*. 2020. № 1 (29). С. 7–16. DOI: 10.26456/2226-7719-1-2020-7-16.
11. Южаков А. А. Северное оленеводство в XXI в.: генетический ресурс, культурное наследие и бизнес // *Арктика: экология и экономика*. 2017. № 2 (26). С. 131–137.
12. Волковицкий А. И., Терехина А. Н. Современные проблемы ямальского оленеводства: дискуссии и перспективы // *Этнография*. 2020. № 2 (8). С. 152–169. DOI: 10.31250/2618-8600-2020-2(8)-152-169.
13. Bogdanov V. D., Golovatin M. G. Anthrax in Yamal: An Ecological View on Traditional Reindeer Husbandry // *Russian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 48. No. 2. Pp. 95–100. DOI: 10.1134/S1067413617020059.
14. Головатин М. Г., Морозова Л. М., Пасхальный С. П., Эктова С. Н. Изменение растительности и животного населения в тундрах Ямала под действием интенсивного выпаса домашних оленей // *Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова*. 2008. № 9. С. 13–18.
15. Зуев С. М. Оленеводство в Ямало-ненецком автономном округе: перспективы и проблемы // *Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа*. 2015. № 3 (88). С. 103–107.
16. Логинов В. Г., Игнатьева М. Н., Балашенко В. В. Вред, причиненный ресурсам традиционного природопользования, и его экономическая оценка // *Экономика региона*. 2017. Т. 13. Вып. 2. С. 396–409. DOI: 10.17059/2017-2-6.
17. Морозова Л. М., Малыгина Н. В. Состояние растительного покрова тундровых пастбищ в районах многолетнего выпаса домашних и диких северных оленей // *В мире научных открытий*. 2013. № 7.3 (43). С. 49–79.
18. Магомедова М. А., Морозова Л. М., Эктова С. Н., Ребристая О. В., Чернядьева И. В., Потемкин А. Д., Князев М. С. Полуостров Ямал: растительный покров. Тюмень, 2006. 360 с.
19. Горбунова А. М. Запас и структура надземной фитомассы южных субарктических тундр в районе нижнего течения р. Еркатаяха // *Экология: факты, гипотезы, модели: материалы конференции молодых ученых ИЭРиЖ УрО РАН*. Екатеринбург, 2019. С. 31–35.
20. Verma M., Schulte to Bühne H., Lopes M., Ehrlich D., Sokovnina S., Hoffhuis S. P., Pettorelli N. Can reindeer husbandry management slow down the shrubification of the Arctic? // *Journal of Environmental Management*. 2020. No. 267. Pp. 1–7. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110636.

Об авторах:

Анастасия Михайловна Горбунова¹, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0001-6673-0629, AuthorID 1087324; +7 902 585-90-25, anastasiya_psu1991@mail.ru

¹ Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Change of feed stocks in southern subarctic tundra of Yamal

A. M. Gorbunova¹✉

¹ Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: anastasiya_psu1991@mail.ru

Abstract. The **relevance of the research** is related to the need to monitor the resource potential of the vegetation in the southern subarctic tundra. The Yamal tundra has been experiencing a high grazing pressure since 1990. As a result of the increase in the number of private farms and the number of domesticated reindeer in Yamal, pasture degradation occurs (trampling of forage mass, shredding vegetation, disappearance of lichen cover, increased soil deflation). **Purpose of the research** is compare the forage stocks of reindeer pastures in the southern subarctic tundra of Yamal in 2017–2018 and in the 1990s. In the course of the study, estimates of the amount and structure of forage stocks in plant communities of the southern subarctic tundra of the Yamal Peninsula was assessed in the vicinity of the Payutayakha river. The stock of aboveground phytomass was determined by the mowing **method**. In 2017, degraded areas of the tundra were studied, and in 2018 undisturbed and intact areas were investigated. **Scientific novelty.** The data obtained are compared with the estimates published for the southern subarctic tundra in the 1990s. **Results.** Forage stocks in degraded areas, compared to stocks in the southern subarctic tundra in the 1990s, decreased 14 times; while in on undisturbed areas they decreased 3 times. In the structure of forage stocks in 2017–2018, compared to the situation at the end of the 20th century, the proportions of shrubs, lichens and grasses has decreased; the proportion of dwarf shrubs in degraded areas increased 4 times, while in undisturbed areas it increased 6 times. The study confirms the existence of overgrazing and a shortage of forage resources on pastures in the zone of the southern subarctic tundra of Yamal.

Keywords: Yamal, southern subarctic tundra, reindeer pastures, overgrazing, forage stocks, structure of forage stocks, pasture load, degradation of pastures.

For citation: Gorbunova A. M. *Izmenenie kormovykh zapasov olen'ikh pastbishch v yuzhnykh subarkticheskikh tundrakh Yamala* [Change of feed stocks in southern subarctic tundra of Yamal] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 02 (205). Pp. 26–32. DOI: ... (In Russian.)

Paper submitted: 24.09.2020.

References

1. Forbes B. C., Fauria M. M., Zetterberg P. Russian arctic warming and “greening” are closely tracked by tundra shrub willows // *Global Change Biology*. 2010. No 16. Pp. 1542–1554. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2009.02047.x.
2. Tishkov A. A., Belonovskaya E. A., Vaisfel'd M. A., Glazov P. M., Krenke A. N., Tertytsky G. M. “Pozelenenie” tundry kak drayver sovremennoy dinamiki arctichesoy bioty [“The greening” of the tundra as a driver of the modern dynamics of arctic biota] // *Arctic: Ecology and Economics*. 2018. No. 2 (30). Pp. 31–44. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-2-31-44. (In Russian.)
3. Belonovskaya E. A., Tishkov A. A., Vaisfel'd M. A., Glazov P. M., Krenke A. N.-ml., Morozova O. V., Pokrovskaya I. V., Tsarevskaya N. G., Tertitskii G. M. “Pozelenenie” rossiyskoi Arktiki i sovremennye trendy izmeneniya ee bioty [“Greening” of the Russian Arctic and the Modern Trends of Transformation of Its Biota] // *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2016. No. 3. Pp. 28–39. DOI: 10.15356/0373-2444-2016-3-28-39. (In Russian.)
4. Walker D. A., Leibman M. O., Epstein H. E., Forbes B. C., Bhatt U. S., Reynolds M. K., Comiso J. C., Gubarkov A. A., Khomutov A. V., Jia G. J., Kaarlejarvi E., Kaplan J. O., Kuss P., Matyshak G., Moskalenko N. G., Orekhov P., Romanovsky V. E., Ukraintseva N. G., Yu Q. Spatial and temporal patterns of greenness on the Yamal Peninsula, Russia: Interactions of ecological and social factors affecting the Arctic normalized difference vegetation index // *Environmental Research Letters*. 2009. No. 4. Pp. 1–16. DOI: 10.1088/1748-9326/4/4/045004.
5. Berner L. T., Jantz P., Tape K. D., Goetz S. J. Tundra plant above-ground biomass and shrub dominance mapped across the North Slope of Alaska // *Environmental Research Letters*. 2018. No. 13. Pp. 2–14. DOI: 10.1088/1748-9326/aaaa9a.
6. Tishkov A. A., Krenke-m.l. A. N. “Pozelenenie” Arktiki v XXI v. kak effect sinergizma deistviya global'nogo potepleniya i khozyaistvennogo osvoeniya [“Greening” of the Arctic in the XXI century as a synergy effect of global warming and economic development] // *Arctic: Ecology and Economics*. 2015. No. 4 (20). Pp. 28–37. (In Russian.)
7. Forbs B. K., Kumpula T., Messhtyb N., Laptander R., Masias-Fauria M., Zetterberg P., Verdonen M., Skarin A., Kim K., Boysvert L. N., Strove D. K., Bartshch A. Vliyanie sokrashcheniya ledovitosti Barentseva I Karskogo morey na traditsionnoe olenevodstvo poluostrova Yamal [Impact of reduced ice cover in the Barents and Kara sea on traditional reindeer nomadism on the Yamal Peninsula] // *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 2018. No. 1. Pp. 3–19. (In Russian.)
8. Mengtian H., Shilong P., Janssens I. A., Zhu Z., Wang T., Wu D., Ciais P., Myneni R. B., Peaucelle M., Peng S., Yang H., Peñuelas J. Velocity of change in vegetation productivity over northern high latitudes // *Nature Ecology & Evolution*. 2017. No. 1. Pp. 1649–1654. DOI: 10.1038/s41559-017-0328-y.

9. Tishkov A. A., Vaisfel'd M. A., Glazov P. M., Morozova O. V., Puzachenko A. Yu., Tertitsky G. M., Titova S. V. Bioticheski znachimyye trendy klimata i dinamika bioty rossiyskoy Arktiki [Biotic significant climate trends and biota dynamics of the Russian Arctic] // Arctic: Ecology and Economics. 2019. No. 1 (33). Pp. 71–87. DOI: 10.25283/2223-4594-2019-1-71-87. (In Russian.)
10. Serditova N. E. Izmenenie klimata v Arktike: lokal'noe i global'noe vozdeystvie na okruzhayushchuyu sredu [Climate change in Arctica: local and global impact on the environment] // Vestnik TvGU. Seriya: Geografiya i geoekologiya. 2020. No. 1 (29). Pp. 7–16. DOI: 10.26456/2226-7719-1-2020-7-16. (In Russian.)
11. Yuzhakov A. A. Severnoye olenevodstvo v XXI v.: geneticheskiy resurs, kul'turnoye nasledie i biznes [Reindeer herding in the XXI century: genetic resource, cultural heritage and business] // Arctic: Ecology and Economics. 2017. No. 2 (26). Pp. 131–137.
12. Volkovitskiy A. I., Terekhina A. N. Sovremennyye problemy yamal'skogo olenevodstva: diskussii i perspektivy [The contemporary issues of Yamal reindeer herding: discussions and perspectives] // Etnografiya. 2020. No. 2 (8). Pp. 152–169. DOI: 10.31250/2618-8600-2020-2(8)-152-169. (In Russian.)
13. Bogdanov V. D., Golovatin M. G. Anthrax in Yamal: An Ecological View on Traditional Reindeer Husbandry // Russian Journal of Ecology. 2017. Vol. 48. No. 2. Pp. 95–100. DOI: 10.1134/S1067413617020059.
14. Golovatin M. G., Morozova L. M., Paskhalnyy S. P., Ektova S. N. Izmeneniye rastitelnosti i zhivotnogo naseleniya v tundrach Yamala pod deystviyem intensivnogo vypasa domashnikh oleney [Changes in vegetation and animal populations in the tundras of Yamal under the influence of intensive grazing of domestic deer] // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. 2008. No. 9. Pp. 13–18. (In Russian.)
15. Zuev S. M. Olenevodstvo v Yamalo-nenetskom avtonomnom okruge: perspektivy i problem [Reindeer breeding in the Yamalo-Nenets Autonomous District: perspectives and problems] // Nauchnyy vestnik Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga. 2015. No. 3 (88). Pp. 103–107. (In Russian.)
16. Loginov V. G., Ignatyeva M. N., Balashenko V. V. Vred, prichinenny resursam traditsionnogo prirodopol'zovaniya, i yego ekonomicheskaya otsenka [Harm to the resources of traditional nature management and its economic evaluation] // Ekonomiy of region. 2017. Vol. 13. No. 2. Pp. 396–409. DOI: 10.17059/2017-2-6. (In Russian.)
17. Morozova L. M., Malygina N. V. Sostoyaniye rastitelnogo pokrova tundrovyykh pastbishch v rayonakh mnogoletnego vypasa domashnikh i dikikh severnykh oleney [A condition of tundra pastures vegetation cover in some territories of many-year pasturing of wild and domesticated reindeer] // In the World of Scientific Discoverie. 2013. No. 7.3 (43). Pp. 49–79. (In Russian.)
18. Magomedova M. A., Morozova L. M., Ektova S. N., Rebristaya O. V., Chernyad'yeva I. V., Potemkin A. D., Knyazev M. S. Poluostrov Yamal: rastitelnyy pokrov [Yamal Peninsula: vegetation cover]. Tyumen, 2006. 360 p. (In Russian.)
19. Gorbunova A. M. Zapas i struktura nadzemnoy fitomassy yuzhnykh subarkticheskikh tundr v rayone nizhnego techeniya r. Erkatayakha [The stock and structure of the aboveground phytomass of the southern subarctic tundra in the area of the lower course of the Erkatayakha river] // Ekologiya: fakty, gipotezy, modeli: materialy konferentsii molodykh uchenykh IERiZh UrO RAN. Ekaterinburg, 2019. Pp. 31–35. (In Russian.)
20. Verma M., Schulte to Bühne H., Lopes M., Ehrich D., Sokovnina S., Hofhuis S. P., Pettoirelli N. Can reindeer husbandry management slow down the shrubification of the Arctic? // Journal of Environmental Management. 2020. No. 267. Pp. 1–7. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110636.

Authors' information:

Anastasiya M. Gorbunova¹, junior researcher, ORCID 0000-0001-6673-0629, AuthorID 1087324; +7 902 585-90-25, anastasiya_psu1991@mail.ru

¹ Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia