

Научная статья  
УДК 630.568

## **АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ФИТОМАССЫ НИЖНИХ ЯРУСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЕ ЛЕС-ГОРНАЯ ТУНДРА НА СКЛОНАХ РАЗЛИЧНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ ХРЕБТА КУЛУМЫС, КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ**

**Павел Александрович Моисеев<sup>1</sup>, Ольга Алексеевна Громова<sup>2</sup>,  
Мария Вячеславовна Терентьева<sup>3</sup>, Антон Максимович Громов<sup>4</sup>**

<sup>1-4</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН,

Екатеринбург, Россия

<sup>1,4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> moiseev@ipae.uran.ru

<sup>2</sup> gromova\_oa@ipae.uran.ru

<sup>3</sup> terenteva.mv@yandex.ru

<sup>4</sup> heytonny@yandex.ru

**Аннотация.** Целью данной научной работы является оценка распространения растительности нижних ярусов и ее способности к накоплению фитомассы, а также анализ влияния разных факторов окружающей среды на получившиеся значения. Для этого в переходной зоне лес-горная тундра (хр. Кулумыс, Красноярский край) были проведены исследования с закладкой пробных площадей по склонам разной экспозиции на различных высотных уровнях, на которых изучались таксационные параметры деревьев, фитомасса и видовое разнообразие нижних ярусов растительности. Рассмотрены зависимости абсолютно сухой общей фитомассы и фитомассы каждой отдельно взятой жизненной формы растительности нижних ярусов от экспозиции склонов и высотой над уровнем моря. Фитомасса южного склона более чем в три раза превосходит фитомассу нижних ярусов растительности северного склона, тенденция сохраняется на всех высотных уровнях. Также наблюдаются значительные расхождения в видовом составе. Продемонстрированные различия можно объяснить тем, что северный склон отличается циклоническим климатом, меньшей мощностью плодородного слоя почвы и пониженной солнечной инсоляцией.

**Ключевые слова:** Красноярский край, нижние яруса растительности, горная тундра, редколесье, фитомасса, экотон лес-горная тундра, флора Западного Саяна

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке гранта РФФ 24-14-00206.

**Для цитирования:** Анализ изменения фитомассы нижних ярусов растительности в переходной зоне лес-горная тундра на склонах различной экспозиции хребта Кулумыс, Красноярский край / П. А. Моисеев, О. А. Громова, М. В. Терентьева, А. М. Громов // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 108–113.

Original article

## ANALYSIS OF CHANGES IN PHYTOMASS OF THE LOWER TIERS OF VEGETATION IN THE FOREST-MOUNTAIN TUNDRA TRANSITION ZONE ON THE SLOPES OF VARIOUS EXPOSURES IN KULUMYS RIDGE, KRASNOYARSK REGION

**Pavel A. Moiseev<sup>1</sup>, Olga A. Gromova<sup>2</sup>, Maria V. Terenteva<sup>3</sup>, Anton M. Gromov<sup>4</sup>**

<sup>1-4</sup> Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

<sup>1,4</sup> Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> moiseev@ipae.uran.ru

<sup>2</sup> gromova\_oa@ipae.uran.ru

<sup>3</sup> terenteva.mv@yandex.ru

<sup>4</sup> heytonny@yandex.ru

**Abstract.** The purpose of this scientific work is to assess the distribution of vegetation of the lower tiers and its ability to accumulate phytomass, as well as to analyze the influence of various environmental factors on the resulting values. For this purpose, in the forest-mountain tundra transition zone (Kulumys, Krasnoyarsk Krai), studies were conducted with the laying of test areas along the slopes of different exposures at excellent altitude levels, at which the taxational parameters of trees, phytomass and species diversity of the lower tiers of vegetation were studied. The dependences of absolutely dry total phytomass and phytomass of each individual life form of vegetation of the lower tiers on the exposure of slopes and altitude above sea level are considered. The phytomass of the southern slope is more than three times higher than the phytomass of the lower tiers of the vegetation of the northern slope, the trend persists at all altitude levels. There are also significant differences in species composition. The demonstrated differences can be explained by the fact that the northern

slope is characterized by a cyclonic climate, a lower thickness of the fertile soil layer and reduced solar insolation.

**Keywords:** Krasnoyarsk region, lower tiers of vegetation, mountain tundra, woodlands, phytomass, ecotone forest-mountain tundra, flora of the Western Sayan

**Acknowledgements:** the work was carried out with the support of the RNF grant 24-14-00206.

**For citation:** Analiz izmeneniya fitomassy nizhnih yarusov rastitel'nosti v perekhodnoj zone les-gornaya tundra na sklonah razlichnoj ekspozicii hrebet Kulumys, Krasnoyarskij kraj [Analysis of changes in phytomass of the lower tiers of vegetation in the forest-mountain tundra transition zone on the slopes of various exposures in Kulumys ridge, Krasnoyarsk region] (2025) P. A. Moiseev, O. A. Gromova, M. V. Terenteva, A. M. Gromov. Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka i prirody, cheloveka I tekhnologii [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 108–113. (In Russ).

Исследования проводились на территории Красноярского края по склонам хребта Кулумыс, входящего в состав системы хребтов Западный Саян (52°52'12.4"N 93°14'15.1"E). На северном и южном склонах (рис. 1) были заложены 4 высотных уровня (1 уровень – верхний, расположен на границе групп деревьев, 2 – у верхней границы редколесий, 3 – на границе сомкнутых лесов, 4 – в сомкнутом лесу). На каждом уровне закладывалось по 4–6 таксационных пробных площадей постоянного радиуса площадью около 200 м<sup>2</sup>.

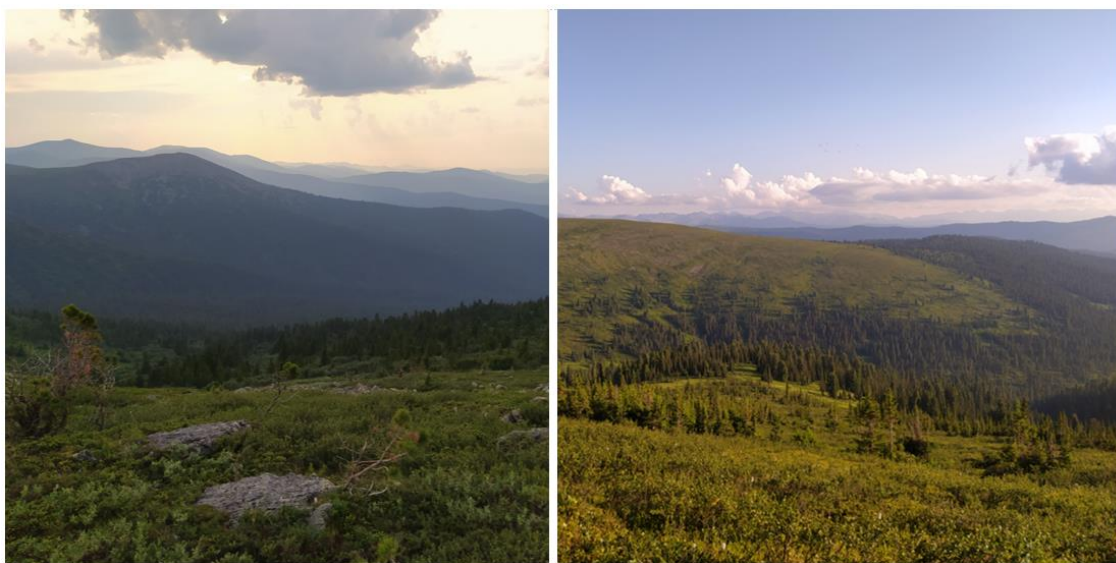


Рис. 1. Внешний облик северного и южного склонов хр. Кулумыс, соответственно (вид с 1 уровня)

На каждой пробной площадке было заложено по 2 учетные площадки размером  $50 \times 50$  см, на которых растения нижних ярусов срезались до основания, сортировались по жизненным формам (кустарники, кустарнички, травянистые, мхи, лишайники) и взвешивались на электронных весах с точностью до 0,01 г. По каждой жизненной форме бралась навеска не менее 20 г, которая впоследствии высушивалась до абсолютно сухого состояния в лабораторных условиях [1].

Общая фитомасса всех жизненных форм на южном склоне значительно выше, чем на северном склоне (рис. 2). На границе групп деревьев (1 уровень) фитомасса нижних ярусов растительности южного склона выше северного практически в два раза, у верхней границы редколесий (2 уровень) различия оказались самыми существенными: практически в шесть раз. На границе сомкнутых лесов и в сомкнутом лесу (3 и 4 уровни, соответственно) значения южного склона оказались практически в 4 раза больше. Преимущество южного склона в накоплении растительной массы нижних ярусов осуществляется за счет всех жизненных форм, кроме лишайников. Фитомасса лишайников преобладает на северном склоне.

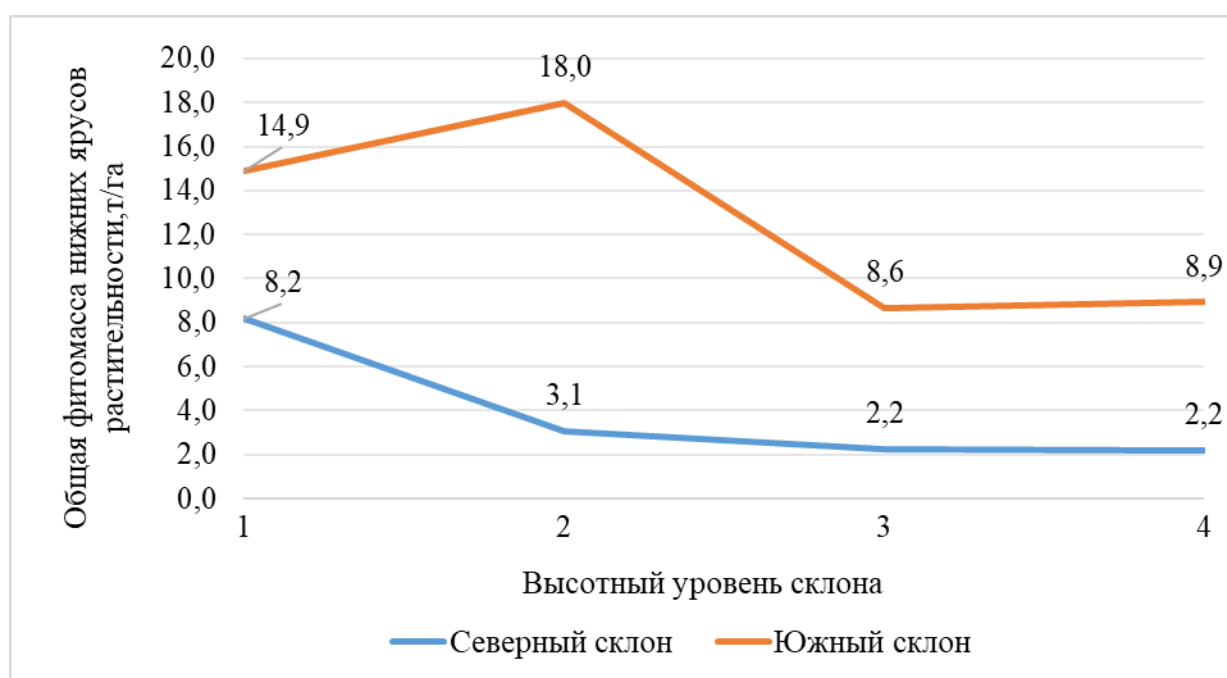


Рис. 2. Общая фитомасса нижних ярусов растительности южного и северного профилей в зависимости от высотных уровней, т/га

Видовой состав доминантов также отличается в зависимости от экспозиции склона хр. Кулумыс. Так, в кустарниковом ярусе на северном профиле явным доминантом выступает *Rhododendron aureum*, составляя основную долю от общей фитомассы растительности нижних ярусов 1 и 2 уровней, а на южном склоне – *Betula rotundifolia*, однако основную

долю от общей фитомассы составляет травянистая растительность, в основном представленная семействами *Carex*, *Calamagrostis* и *Festuca*, а также *Bistorta officinalis* [2].

Полученные данные свидетельствуют о формировании лучших природно-климатических условий для роста и набора фитомассы нижними ярусами растительности на южном склоне, чем на северном. Это можно объяснить следующими факторами:

1) при визуальном осмотре профилей важно обратить внимание на каменистость. Каменистость южного склона составляет менее 5 %, а на северном склоне камни занимают до 30 % площади некоторых пробных площадей. Исходя из этого, можно сказать, что плодородный слой почвы на южном склоне мощнее, что позволяет растениям развиваться и расти более устойчиво;

2) северный склон имеет циклонический климат, где присутствуют практически постоянные ветра [3]. Южный склон с антициклоническим климатом более благоприятен, поскольку хребет выполняет функцию ветроудержания и растительности нет необходимости сохранять приземистую форму;

3) южный склон большее количество времени может быть освещен, а так как исследуемый регион характеризуется увеличенной облачностью и большим количеством осадков, то северный склон остается в менее выигрышном положении. Также из-за повышенной инсоляции южного склона на нем раньше сходит снег, что очень важно при коротком вегетационном периоде [4].

## Список источников

1. Изменение фитомассы живого напочвенного покрова в пределах горного лесотундрового экотона (г. Кулумыс Западный Саян) / О. А. Громова, П. А. Моисеев, М. В. Терентьева, З. Я. Нагимов // Всероссийская (национальная) научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России». Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 108–111.

2. Краснобоков И. М. Высокогорная флора Западного Саяна. Новосибирск : Издательство «Наука», 1976. 380 с.

3. Аткина Л. И. Географо-лесотипологические закономерности структуры и запаса напочвенного покрова таежных лесов : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Людмила Ивановна Аткина. Екатеринбург, 2000. 37 с.

4. Vegetation patterns at the alpine treeline ecotone: the influence of tree cover on abrupt change in species composition of alpine communities / E. Batllori, J. M. Blanco-Moreno, J. M. Ninot [и др.] // Journal of Vegetation Science. 2009. № 20 (5). P. 814–825.

## *References*

1. Changing the phytomass of living ground cover within the mountain forest-tundra ecotone (Kulumys Western Sayan) / O. A. Gromova, P. A. Moiseev, M. V. Terentyeva, Z. Ya. Nagimov // All-Russian (national) scientific and technical conference of students and postgraduates “Scientific creativity of youth – the forest complex of Russia”. Yekaterinburg : USFEU, 2024. P. 108–111.
2. Krasnobokov I. M. High-altitude flora of the Western Sayan. Novosibirsk : Nauka Publishing House, 1976. 380 p.
3. Atkina L. I. Geographical and forest typological patterns of the structure and reserve of the ground cover of taiga forests : abstract of the dissertation of Dr. Agricultural sciences / Lyudmila Ivanovna Atkina. Yekaterinburg, 2000. 37 p.
4. Vegetation patterns at the alpine treeline ecotone: the influence of tree cover on abrupt change in species composition of alpine communities / E. Batllori, J. M. Blanco-Moreno, J. M. Ninot [et al.] // Journal of Vegetation Science. № 20 (5). P. 814–825.