

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 2. С. 52–58  
*Forests of Russia and economy in them. 2022. № 2. P. 52–58*

Научная статья

УДК 630\*531

Doi: 10.51318/FRET.2022.49.34.007

## СТРУКТУРА И НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ДРЕВОСТОЕВ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ГОРНО-ЛЕСНОГО ПОЯСА ВУДЪЯВРЧОРР, ХИБИНЫ

Александр Алексеевич Константинов<sup>1</sup>, Кирилл Андреевич Волков<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> morti10@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7744-1929>

<sup>2</sup> kirill\_volkov\_1998@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0454-9917>

**Аннотация.** Как известно, потребность в ресурсах растительного происхождения и усугубляющаяся экологическая ситуация требуют новых открытий и соответствующих знаний. В настоящее время лесной пояс в Хибинах является одним из самых труднодоступных, а значит, и самых малоизученных в Российской Федерации. Район занимает почти треть часть всего горного массива на Кольском полуострове. Это наталкивает на выявление запасов фитомассы растительного сообщества, играющих ландшафтообразующую роль в сложении растительного покрова целого региона.

Исследования научной работы выполнялись непосредственно с применением анализа экологической, географической и статистической литературы, учебников и учебных пособий.

Сформулирован комплекс принципов, определяющих содержание и структуру собранного материала, а также методику работы с ним, в процессе разработана соответствующая система, приведены взаимосвязи древесной растительности массива Вудъяврчорр между диаметрами и фитомассой древостоев. В работе показано изучение влияния климатических факторов на формирование горных породообразующих древесных растений с колебаниями относительных высотных уровней. Были проведены работы описательного характера, а также взяты образцы для лабораторных исследований.

На высотных уровнях для определения переходных территорий древесной растительности массива Вудъяврчорр (Кольский полуостров) были исследованы взаимосвязи между диаметрами и фитомассой деревьев. Наибольшее количество общей надземной фитомассы сконцентрировано на юго-восточном профиле, связано это с большей густотой и площадью проективного покрытия крон. Данное обстоятельство обусловлено тем, что в условиях субарктики, где фактор температуры является лимитирующим, на более прогреваемых склонах происходит более раннее таяние снега.

**Ключевые слова:** фитомасса, древостой, площадки, возраст, рост, высота, диаметр, территория

Scientific article

## STRUCTURE AND ABOVEGROUND PHYTOMASS OF STANDS IN THE UPPER PART OF THE MOUNTAIN-FOREST BELT OF WOODYAVRCHORR, Khibiny

Aleksandr A. Konstantinov<sup>1</sup>, Kirill A. Volkov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> morti10@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7744-1929>

<sup>2</sup> kirill\_volkov\_1998@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0454-9917>

**Abstract.** As is known, the need for plant-based resources and the worsening environmental situation require the training of competent specialists and relevant knowledge. Currently, the Forest belt in the Khibiny occupies almost a third of the massif. This leads to the identification of phytomass reserves of the plant community, which play a landscape-forming role in the composition of the vegetation cover

The implementation of research tasks was achieved on the basis of the analysis of environmental, geographical and statistical literature, textbooks, textbooks.

A set of principles defining the content and structure of the task material, as well as the methodology of working with it, has been formulated, an appropriate system of tasks has been developed in the process, the interrelationships of woody vegetation of the Woodyavrchorr massif between diameters and phytomass of stands are given. The paper shows the study of the influence of climatic factors on the formation of rock-forming woody plants with fluctuations in relative altitude levels. Descriptive work was carried out, as well as samples were taken for laboratory studies.

Relationships between diameters and phytomass of trees were investigated at high-altitude levels to determine the transitional territories of woody vegetation of the Takhtarvumchorr massif (Kola Peninsula). The largest amount of total aboveground phytomass is concentrated in the Southeastern profile, this is due to the greater density and area of the projective crown coverage. This circumstance is due to the fact that in the conditions of the Subarctic, where the temperature factor is limiting, on more heated slopes, on which earlier snow melting occurs.

**Keywords:** phytomass, stand, sites, age, height, height, diameter, territory

### Введение

В настоящее время происходит и продолжится в обозримой перспективе повышение температуры воздуха и изменение режима выпадения осадков. Это приводит к перестройке всей биосферы Земли, трансформации структуры экосистем, смещению границ распространения многих видов (Изменение климата..., 2013; Increased summer..., 2013). И в первую очередь изменения климата отражаются на растительных сообществах, произрастающих на пределе их распространения, что связано

с их высокой чувствительностью к изменениям окружающей среды (Кобак, 1992). В горах оценка реакции древостоев, их пространственной структуры и динамики, накопления биомассы становится все более актуальной, а роль лесов как одной из составных частей биосферы непрерывно увеличивается на фоне современных изменений климата (Грабовский и Замолотчиков, 2019; Усольцев и др., 2019).

Многие исследователи, изучавшие древесную растительность на верхнем пределе ее распространения в различных

горных регионах мира, отмечают интенсивное лесовозобновление и существенное смещение вверх по склонам границ редколесий и сомкнутых лесов в течение последних 60–80 лет на фоне глобального потепления (Advancing? Are Treelines, 2009; Bonan и др., 2008). При оценке параметров отдельных деревьев и древостоев в таких работах использовались в основном натурные измерения, которые, как правило, требовали больших временных затрат (Структура и динамика..., 2019; Динамика древостоев..., 2019).

В арктических регионах важно исследовать леса, они могут быть подвержены изменению климатических особенностей. Изучение арктических лесов проводилось в недостаточном количестве, исходя из этого была поставлена цель исследовать структуру и фитомассу древостоев в горных местностях, в частности на Кольском полуострове.

### Методика исследований

В 2019 г. для изучения структуры древесной растительности на четырех высотных уровнях: первый на северо-восточном склоне (171–173 номера заложённых площадей), второй на восточном (271–273 номера заложённых площадей), третий на юго-восточном (371–373 номера заложённых площадей) и четвёртый на западном (471–473 номера заложённых площадей). Было заложено 12 пробных площадей раз-

мером 20 × 20 м по 3 в нижней, средней и верхней частях экотона склона (рис. 1).

Чтобы дендрохронологические ряды содержали надёжную информацию о климате, сначала необходимо выбрать наиболее подходящие виды древесных растений и типы условий местопроизрастания (Говорухин, 1947). На данных участках таким видом являлась берёза.

На отобранных пробных площадях измерялись таксационные показатели каждого дерева. Для определения начала роста живого дерева брали буровые образцы (керны) на высоте до 30 см, у нежизнеспособных усохших деревьев выпиливался образец в виде диска. После полевых работ уже в лабораторных условиях обрабатывался весь материал. Буровые образцы были заранее закреплены на деревянной рейке и вместе с поперечными диска-

ми зачищены режущим лезвием. Далее во все образцы, втирая, наносили зубной порошок для наилучшего видения годичных колец.

Большинство образцов древесины были датированы стандартными дендрохронологическими методами. Годичные приросты образцов измерялись на установочном комплекте LINTAB-3 при помощи программного обеспечения TSAPWin-4.81 для конечной датировки года формирования ближайшего к центру годичного кольца (Алисов, 1947; Бартыш, 2008; Ваганов и др., 1996; Ваганов и Шиятов, 1998; Изменение климата..., 2013).

Используя буровые образцы древесины (керны), для которых стандартными дендрохронологическими методами был определён календарный год образования каждого годичного кольца (рис. 2), рассчитали диаметры

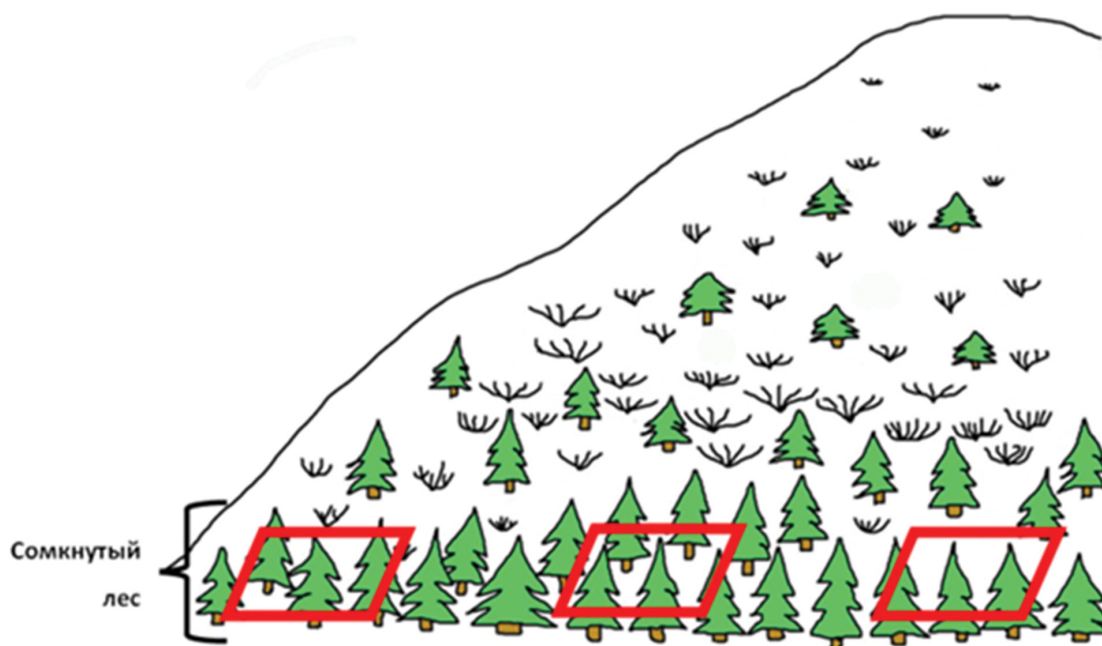


Рис. 1. Общая схема закладки высотных профилей.

Верхние границы: 1 – отдельных деревьев; 2 – редин; 3 – редколесий; 4 – сомкнутых лесов

Fig. 1. The general scheme of the layout of the height profiles.

Upper boundaries: 1 – individual trees; 2 – redines; 3 – woodlands; 4 – closed forests

стволов, которые были у деревьев в 1910, 1940 и 1970 гг. При расчетах считалось, что прирост ствола по отдельному радиусу (в месте изъятия керна) синхронен с приростом по диаметру.

Фитомасса определялась у многоствольных особей березы с подразделением на следующие фракции: древесина и кора ствола, древесина и кора ветвей, листья, отмершие ветви. Фитомассу стволов в коре определяли непосредственным взвешиванием в полевых условиях с точностью до 50 г, для чего ствол распиливали на метровые секции. Содержание сухого вещества как в древесине, так и в коре

определяли по дискам, выпиленным с торцов распиленных секций. Древесину и кору с дисков взвешивали на месте с точностью до 0,1 г, а затем отправляли в лабораторию для дальнейшего высушивания и измерения их массы в абсолютно сухом состоянии.

#### Результаты исследования и их обсуждение

На Кольском полуострове нашей группой – сотрудниками лаборатории дендрохронологии ИЭРиЖ УрО РАН – были проведены таксационные исследования и обширные работы в области динамики экосистем (таблица).

На основе фактических (2019 г.) и рассчитанных (для предшествующих лет роста древостоев) данных по диаметрам стволов деревьев на обследованных пробных площадках были получены запасы надземной фитомассы на единицу площади (рис. 2).

При анализе общей надземной фитомассы было выявлено, что южные профили имеют средние показатели по запасу от 18,7 до 20,7 т/га. Нехарактерные показатели имеет северо-западный склон, который ненамного, но опережает южные. Самые низкие показатели, как это обычно бывает, на восточном склоне 13,5 т/га.

Средние таксационные показатели древостоев березы на различных исследуемых профилях  
In the course of the study, the average taxation indicators of birch stands at various altitude levels  
at a certain level of the studied profiles were studied

Показатели Indicators	1–7 уровень 1–7 level	2–7 уровень 2–7 level	3–7 уровень 3–7 level	4–7 уровень 4–7 level
Диаметр у основания, см The diameter of the base, centimetre	9,16 ± 0,5	7,27 ± 0,34	8,9 ± 0,4	6,28 ± 0,2
Максимальный диаметр у основания, см The maximum diameter at the base, centimetre	27,4	27,4	33,4	24,2
Средняя высота, м Average height a, m	6,01 ± 0,35	4,79 ± 0,28	7,4 ± 0,3	4,3 ± 0,2
Максимальная высота, м Maximum height, m	13,5	10,4	12,5	9
Диаметр кроны, м The diameter of the edge, m	2,76 ± 0,17	2,63 ± 0,15	2,9 ± 0,2	3,02 ± 0,15
Максимальный диаметр кроны, м Maximum diameter of the edge, m	6,1	7	7,8	6,55
Густота деревьев, шт./га Density of trees, pcs./ ha	1204	3186	2422	6093
Густота редин, шт./га Density of re din, pcs./ ha	1174	1497	1350	1380
Площадь проективного покрытия кроны, м <sup>2</sup> /га The area of the productive area of the roof, m <sup>2</sup> /ha	7988	9632	10440	11703
Кол-во единиц подроста, шт./га Number of units of undergrowth, pcs./ha	88	146	58	102
Кол-во сухостоя, шт./га Number of dead wood I, pcs/ha	42	73	100	17
Среднее формирование деревьев, лет Average tree formation, years	1951	1945	1936	1943

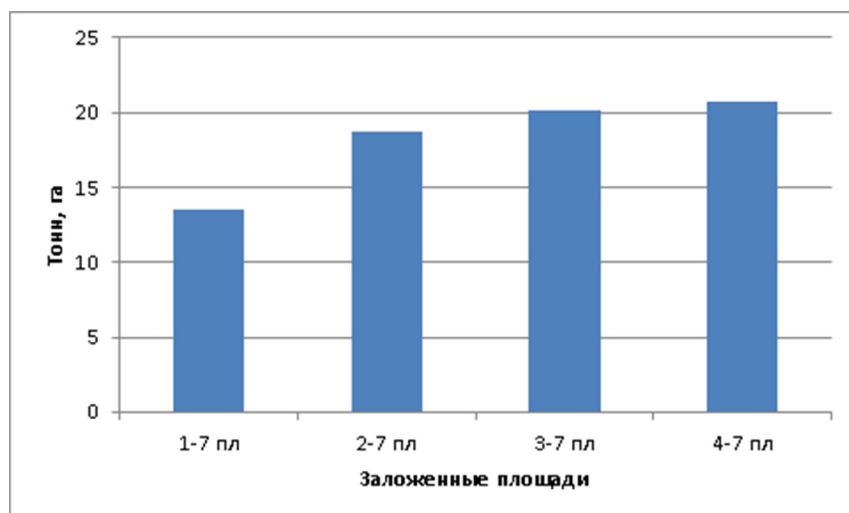


Рис. 2. Общая фитомасса  
Fig. 2. General phytomass

Анализ таксационных данных не выявил каких-то закономерностей. На каждом профиле есть как преобладающие показатели, так и имеющие слабые значения.

### Выводы

Климатические условия и особенно инсоляция оказывают большое влияние на фитомассу в Хибинах. При исследованиях фитомассы было выявлено, что

наибольшее количество деревьев произрастает на северо-западном профиле, масса больше, густота их выше, а также выше показатель площади проективного покрытия крон.

Деревья и кустарники растут здесь чрезвычайно медленно – мал годичный прирост. Так, увеличение ствола в толщину в среднем за год составляет всего 1,4 мм; крупные ели высотой 14–16 м имеют возраст 350–400 лет.

Заметно преобладание солнечной радиации чаще всего на южных склонах, что было и выявлено. Однако в нашем анализе доминирующие показатели были выявлены на северо-западном профиле. Данный факт остается вопросом для будущих исследований.

### Список источников

- Алисов Б.П. Климатические области и районы СССР. М., 1947.
- Баргыш А.А. Закономерности формирования древостоев на верхней границе леса в условиях современного изменения климата (на примере Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива) : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Баргыш А. А. Екатеринбург, 2008. 23 с.
- Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В. С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск : Наука, 1996. 246 с.
- Ваганов Е. А., Шиятов С.Г. Дендрохронологические методы в изучении истории климата Сибири // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Новосибирск, 1998. С. 56–64.
- Говорухин В. С. Динамика ландшафтов и климатические колебания на Крайнем Севере // Изв. ВГО. 1947. Т. 79. № 8. С. 317–324.
- Грабовский В. И., Замолотчиков Д. Г. Зависимость запасов древесины в лесах России от климатических параметров // Лесоведение. 2019. № 2. С. 83-92. Doi: 10.1134/S0024114819020025
- Динамика древостоев и их продуктивности на верхнем пределе произрастания в Хибинах на фоне современных изменений климата / Моисеев П. А., Галимова А. А., Бубнов М. О., Дэви Н. М., Фомин В. В. // Экология. 2019. № 5. С. 341–355.
- Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа: вклад Рабочей группы 1 в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата : резюме для политиков / под ред. Т. Ф. Стокера и др. Швейцария : МГЭИК, 2013, 34 с. URL: [http://climate2013.org/images/report/WG1AR5\\_SPM\\_brochure\\_ru.pdf](http://climate2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_brochure_ru.pdf)



Кобак К. И., Кондрашова Н. Ю. Изменения локализации природных зон при глобальном потеплении // Экология. 1992. № 3. С. 9–18.

Структура и динамика древостоев верхней границы леса западной части плато Путорана / А. А. Григорьев, Н. М. Дэви, В. В. Кукарских, С. О. Вьюхин, А. А. Галимова, П. А. Моисеев, В. В. Фомин // Экология. 2019. № 4. С. 243–254.

Усольцев В. А., Цепордей И. С., Часовских В. П. Фитомасса деревьев двухвойных сосен Евразии: аддитивные модели в климатических градиентах // Сиб. лесн. журн. 2019. № 1. С. 44–56. Doi: 10.15372/SJFS20190104.

Advancing? Are Treelines / M. A. Harsch, P. E. Hulme, M. S. McGlone, R. P. Duncan // A Global Meta-Analysis of Treeline Response to Climate Warming. Ecology Letters, 2009, vol. 12. P. 1040–1049. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x>.

Bonan G. B. Forests and Climate Change : Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests Science, 2008, vol. 320. P. 1444–1449. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.1155121>.

Increased summer temperatures reduce the growth and regeneration of *Larix sibirica* in Southern boreal forests of Eastern Kazakhstan / C. Dulamsuren, T. Wommelsdorf, F. Zhao, Y. Xue, B. Z. Zhumadilov, C. Leuschner, M. Hauck // Ecosystems. 2013. Vol. 16. P. 1536–1549. Doi: 10.1007/s10021-013-9700-1.

## References

Advancing? Are Treelines / M. A. Harsch, P. E. Hulme, M. S. McGlone, R. P. Duncan // A Global Meta-Analysis of Treeline Response to Climate Warming. Ecology Letters, 2009, vol. 12. P. 1040–1049. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x>.

Alisov B. P. Climatic regions and districts of the SSSR. M., 1947.

Bartysh A. A. Regularities of the formation of stands on the upper border of the forest in the conditions of modern climate change (on the example of the Tylaysko-Konzha Kovsko-Serebr Yansky mountain range) : autoref. dis. ... candidate of agricultural sciences. Yekaterinburg, 2008. 23 p.

Bonan G. B. Forests and Climate Change : Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests Science, 2008, vol. 320. P. 1444–1449. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.1155121>.

Climate Change, 2013. Physical scientific basis: Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change : Summary for Policy Makers / edited by T. F. Stoker et al. Switzerland : IPCC, 2013, 34 p.

Dynamics of stands and their productivity at the upper limit of growth in Khibiny against the background of modern climate changes / P. A. Moiseev, A. A. Galimova, M. O. Bubnov, N. M. Davi, V. V. Fomin // Ecology. 2019. № 5. P. 341–355.

Govorukhin V. S., Govorukhin V. S. Dynamics of landscapes and climatic fluctuations in the Far North // V. VGO, 1947. Vol. 79. № 8. P. 317–324.

Grabovsky V. I., Zamolodchikov D. G. Dependence of wood stocks in the forests of Russia on climatic parameters // Forestry. 2019. № 2. P. 83–92. Doi: 10.1134/S0024114819020025.

Increased summer temperatures reduce the growth and regeneration of *Larix sibirica* in Southern boreal forests of Eastern Kazakhstan / C. Dulamsuren, T. Wommelsdorf, F. Zhao., Y. Xue, B. Z. Zhumadilov, C. Leuschner, M. Hauck // Ecosystems. 2013. Vol. 16. P. 1536–1549. Doi: 10.1007/s10021-013-9700-1.

Kobak K. I., Kondrashova N. Y. Changes in localization of natural zones under global warming // Ecology. 1992. № 3. P. 9–18.

Structure and dynamics of stands of the upper forest boundary of the western part of the Putorana plateau / A. A. Grigoriev, N. M. Davi, V. V. Kukarskikh, S. O. Vyukhin, A. A. Galimova, P. A. Moiseev, V. V. Fomin // Ecology. 2019. № 4. P. 243–254.

Usoltsev A., Tsepordey I. S., In Chasskikh. P. Phytomass of trees of two-coniferous pines of Eurasia : additive models in climatic gradients // Siberian Forest Journal. 2019. № 1. P. 44–56. Doi: 10.15372/SJFS20190104.

Vaganov E. A., Shiyatov S. G. Dendrochronological methods in the study of the history of the climate of Siberia // Problems of reconstruction of climate and natural environment of the Holocene and Pleistocene of Siberia. Novosibirsk, 1998. P. 56–64.

***Информация об авторах***

*А. А. Константинов – магистрант;*

*К. А. Волков – магистрант.*

***Information about the authors***

*A. A. Konstantinov – master’s degree;*

*K. A. Volkov – master’s degree.*

*Статья поступила в редакцию 30.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.*

*The article was submitted 30.05.2022; accepted for publication 03.06.2022.*

---

---