

Научная статья
УДК 574.34

СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПАНСИЯ *PINUS SYLVESTRIS* L. В ГОРНУЮ ТУНДРУ ГОРЫ ДАЛЬНИЙ ТАГАНАЙ

Алексей Павлович Михайлов¹, Екатерина Сергеевна Банных²,
Андрей Андреевич Григорьев³

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

³ Институт экологии растений и животных Уральского отделения
Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

³ ФГБУ «Национальный парк „Таганай“», Златоуст, Россия

¹ lesa16608@gmail.com

² yekaterina_bannykh@mail.ru

³ grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

Аннотация. Обнаружено, что на горе Дальний Таганай, помимо основных доминирующих древесных видов (ели сибирской и березы пушистой), в редицах и редколесьях присутствует более теплолюбивый вид – сосна обыкновенная, – участвующий в формировании древостоев на склонах различной экспозиции.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, возрастная структура, горные тундры, изменения климата, Южный Урал

Благодарности: авторы выражают искреннюю благодарность ФГБУ «Национальный парк „Таганай“» за неоценимую помощь в организации экспедиций и сборе экспериментального материала.

Для цитирования: Михайлов А. П., Банных Е. С., Григорьев А. А. Современная экспансия *Pinus sylvestris* L. в горную тундру горы Дальний Таганай // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 282–287.

Original article

MODERN EXPANSION OF *PINUS SYLVESTRIS* L. INTO THE DALNY TAGANAY ALPINE TUNDRA

Aleksey P. Mikhailov¹, Ekaterina S. Bannykh², Andrey A. Grigorev³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

³ Institute of Plant and Animal Ecology UB RAS, Ekaterinburg, Russia

³ FSBI “National Park ‘Taganay’”, Zlatoust, Russia

¹ lesa16608@gmail.com

² yekaterina_bannykh@mail.ru

³ grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

Abstract. It was discovered that, in addition to the principal arboreal species (Siberian spruce and Downy birch) on Dalniy Taganay Mount, a more heat-tolerant species, Scots pine, is also present in the sparse stand and woodlands. This species plays a role in the formation of tree stands on slopes of various exposures.

Keywords: Scots pine, age structure, alpine tundra, climate change, South Urals

Acknowledgments: the authors would like to express their sincerest gratitude to the FSBI “National Park ‘Taganay’” for their invaluable assistance in organising expeditions and collecting experimental material.

For citation: Mikhailov A. P., Bannykh E. S., Grigorev A. A. (2025) Sovremennaya ekspansiya *Pinus Sylvestris* L. v gornuyu tundru gory Dal'nij Taganaj [Modern expansion of *Pinus sylvestris* L. into the Dalny Taganay alpine tundra]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 282–287. (In Russ).

Проблема изменения климата в последние десятилетия стала неотъемлемой частью научной повестки [1, 2]. Одним из следствий данного процесса является расширение ареалов древесных и кустарниковых видов в высокогорные и арктические экосистемы [3–5]. Помимо этого, существуют свидетельства увеличения доли теплолюбивых видов и сокращения доли местной флоры.

Гора Дальний Таганай – самая северная и низкая вершина на Южном Урале, где распространены горные тундры, высота – 1 112 м н. ур. м. Доминирующий древесный вид – *Picea obovata* Ledeb., на отдельных участках единично произрастает *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* Ledeb. Выше границы леса на открытых участках произрастает *Juniperus sibirica* Burgsd [1]. В последние годы обнаружено появление в горной тундре нетипичного, более теплолюбивого древесного вида – *Pinus sylvestris* L.

В мае 2024 г. в экотоне верхней границы древесной растительности на склоне юго-западной экспозиции было заложено два высотных профиля: первый включал 3 высотных уровня, второй – 2, на каждом из уровней были заложены полигоны площадью от 0,2 до 0,6 га (рис. 1). В качестве критерия выделения высотных уровней использовались высота над уровнем моря и степень сомкнутости древостоя: 1 – на границе отдельных деревьев в тундре; 2 – у верхней границы редин; 3 – у верхней границы редколесий.

У каждого дерева определялось точное местоположение, диаметр ствола у его основания и на высоте 1,3 м, высота, диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях, возраст, жизненное состояние, наличие (или отсутствие) генеративных органов, форма кроны, степень охвоенности, цвет хвои и наличие (или отсутствие) механических повреждений. Радиальные керны древесины брались с помощью возрастного бурава *Haglof*. Датировка годичных колец проводилась по общепринятым методам дендрохронологии в лабораторных условиях. Все образцы древесины были измерены на полуавтоматической установке *Lintab 6*.

С целью выявления возможного наличия ложных и выпадающих колец для района исследования была построена обобщенная древесно-кольцевая хронология. В целом, на общей площади 2,02 га были определены морфометрические параметры для 361 дерева. При маршрутном обследовании оценивалось распространение *P. Sylvestris* в пределах экотона верхней границы леса, а также на склонах разной экспозиции до подножия вершины и на прилегающих равнинных участках путем картирования каждого дерева.

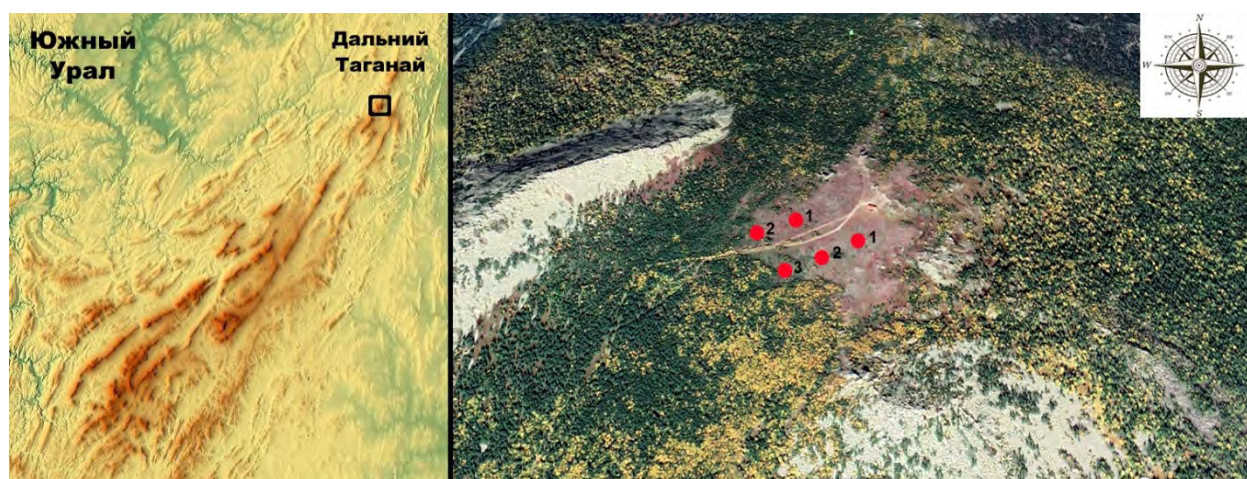


Рис. 1. Схема расположения заложенных высотных профилей

Результаты соответствующих расчетов показали, что по мере продвижения в гору (по мере ухудшений условий для роста) на исследованных профилях у деревьев *P. Sylvestris* закономерно уменьшаются средние таксационные показатели древостоев (таблица). При этом максимальные значения возраста на первом профиле увеличиваются по мере движения вверх по склону. Морфометрические показатели достигают максимума на II и III высотных уровнях (для второго и первого профилей соответственно), густота деревьев и сухостоя, площадь проективного покрытия крон и количество плодоносящих особей закономерно уменьшаются от нижнего уровня к верхнему. Установлено, что на всей площади исследования кроны *P. Sylvestris* имеют преимущественно флагообразную форму, ориентированную преимущественно в западном направлении. По мере продвижения в гору

также изменяется степень охвоенности: на уровне I обеих профилей охвоевание ветвей значительно ниже, чем на более низких гипсометрических уровнях, что свидетельствует об их систематическом механическом повреждении преимущественно в зимний период года.

Средние таксационные и площадные показатели
деревьев сосны обыкновенной на заложенных высотных профилях

Профиль	Первый (I)			Второй (II)	
Уровень	I	II	III	I	II
Высота н. ур. м., м	1 095	1 088	1 081	1 088	1 081
Экспозиция	Юго-западная				
Площадь, га	0,6	0,48	0,20	0,53	0,21
Диаметр основания ср., см	5,0±0,4	6,5±0,5	7,3±0,4	4,3±0,4	7,3±0,6
Диаметр основания мах, см	15,0	20,0	20,0	15,0	27,0
Диаметр на 1,3 м, см	2,7±0,2	4,2±0,3	4,3±0,3	3,2±0,4	4,1±0,3
Диаметр на 1,3 м мах, см	4,9	12,1	10,0	7,7	12,0
Высота, м	1,2±0,1	1,6±0,1	1,9±0,1	1,3±0,1	2,2±0,1
Высота мах, м	2,5	4,1	4,1	3,1	5,5
Диаметр кроны ср, м	0,8±0,1	1,1±0,1	1,2±0,1	0,8±0,1	1,4±0,1
Диаметр кроны мах, м	1,9	3,6	2,7	2,6	3,5
Возраст ср., лет	9±	10±	12±	9±	13±
Возраст мах, лет	25	24	21	24	33
Густота Д, шт./га	100	190	495	98	271
Густота сухостоя, шт./га	2	0	5	0	0
Пл. пр. покр. кр., м ² /га	62	238	607	75	503
Кол-во плодоносящих особей, шт.	4	8	25	5	6

Согласно полученным данным (рис. 2), первые деревья *P. Sylvestris* появились на I и II уровнях обеих профилей в промежуток с 1996 по 1999 г., причем высотный уровень и время появления на первом и втором профилях отличаются: так, на первом профиле первые особи сосны фиксируются на высотном уровне I с 1998 г., а на втором – на уровне II с 1996 г. Заселение уровня III началось только с 2002 г. Наибольшее количество особей появилось на обоих профилях с 2007 по 2013 г., а также в 2020 г. Два этих пика возобновления, возможно, связаны с предшествующими годами высокого семеношения. В экстремальных лесорастительных условиях они могут наступать каждые 10–15 лет и более, *P. Sylvestris* в разреженном древостое достигает половой зрелости к 6–10 годам. Стоит отметить наличие от 4 до 25 особей с генеративными органами на каждом высотном уровне.

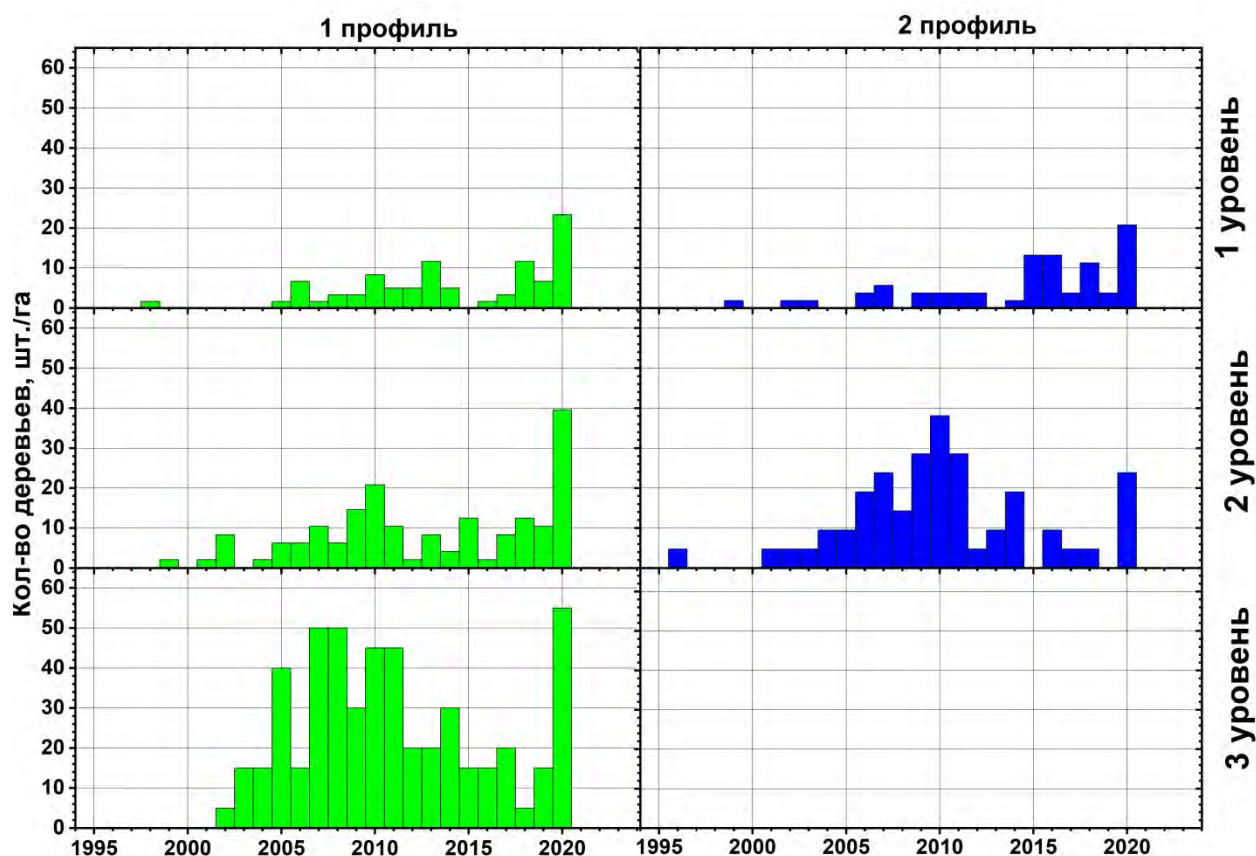


Рис. 2. Распределение количества деревьев по периодам их появления на заложенных высотных профилях

Во время маршрутного обследования было установлено, что ближайшая к вершине особь *P. Sylvestris* встречается на высоте 842 м н. ур. м. на склоне юго-восточной экспозиции. Приспевающие и спелые древостои сосны обыкновенной произрастают единично на расстоянии более 10 км от вершины на равнинной местности.

Полученные результаты свидетельствуют, что в горах Южного Урала на горе Дальний Таганай в последние 25 лет сосна обыкновенная интенсивно заселялась в пределах всего экотона верхней границы древесной растительности до открытой горной тундры, местами будучи пионерным видом. Этот древесный вид более требовательный к теплу, в отличие от доминирующей на горе Дальний Таганай ели сибирской. Естественная граница ареала сосны расположена значительно ниже по высоте над ур. м., откуда, по-видимому, и происходит занос семян ветром. Вероятно, современные климатические условия позволяют сосне обыкновенной не только активно заселяться в экстремальных природных условиях горных тундр, но и существовать здесь неопределенное время, доживая до возраста половозрелости.

Список источников

1. Parmesan C., Yohe G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems // Nature. 2003. Vol. 421. P. 37–42.
2. Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming / M. J. Steinbauer, J.-A. Grytnes, G. Jurasinski [et al.] // Nature. 2018. Vol. 566. P. 231–236.
3. Hansson A., Dargusch P., Shulmeister J. A. Review of modern treeline migration, the factors controlling it and the implications for carbon storage // Journal of Mountain Science. 2021. Vol. 18. P. 291–306.
4. Моисеев П. А., Шиятов С. Г., Григорьев А. А. Климатогенная динамика древесной растительности на верхнем пределе ее распространения на хребте Большой Таганай за последнее столетие. Екатеринбург : УрО РАН, 2016. 136 с.
5. Абаимов В. Ф. Дендрология : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. 3-е изд., перераб. М. : Издательский центр «Академия», 2009. 368 с.