

Научная статья

УДК 630*181.1(235.31.07)

СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПАНСИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГОРНЫЕ ТУНДРЫ И ЛУГА В ГОРАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Сергей Олегович Вьюхин¹, Арина Аликовна Вьюхина²,
Артем Сергеевич Тимофеев³, Андрей Андреевич Григорьев⁴

^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ sergey.vyuhin@mail.ru

² arina_galimova93@mail.ru

³ artyom-timofeev-98@mail.ru

⁴ grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

Аннотация. В статье обсуждаются вопросы формирования древостоев лиственницы и кедра на верхнем пределе их произрастания на хребте Холодный белок в западной части Алтае-Саянской горной страны. Показано, что в последнем столетии происходила активная экспансия древесной растительности выше в горы.

Ключевые слова: верхняя граница леса, возрастная структура древостоев, Алтае-Саянская горная страна, изменение климата

Scientific article

MODERN EXPANSION OF WOODY VEGETATION TO MOUNTAIN TUNDRA AND MEADOWS IN THE MOUNTAINS OF THE ALTAI REPUBLIC

Sergey O. Vyukhin¹, Arina A. Vyukhina², Artyom S. Timofeev³,
Andrey A. Grigoriev⁴

^{1, 2, 3, 4} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ sergey.vyuhin@mail.ru

² arina_galimova93@mail.ru

³ artyom-timofeev-98@mail.ru

⁴ grigoriev.a.a@ipae.uran.ru

Abstract. The article discusses the formation of larch and cedar forest stands at the upper limit of their growth on the Kholodny Belok ridge in the western part of the Altai-Sayan mountainous country. It is shown that in the last century there was an active expansion of woody vegetation higher into the mountains.

Keywords: upper boundary of the forest, age structure of forest stands, Altai-Sayan mountainous country, climate change

Выявление и количественная оценка трансформации высокогорных лесных экосистем на сегодняшний день одни из актуальных задач для экологии, роль которых значительно повышается на фоне изменения современного климата. Общеизвестно, что каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли, по сравнению с любым предыдущим десятилетием, начиная с 1950 г. [1]. Экосистемы, расположенные в арктических и высокогорных районах, являются одними из наиболее чувствительных к изменениям климатических условий [2].

Целью работы было выявление и оценка сдвига верхней границы распространения древесной растительности на горе Холодный белок, находящейся в республике Алтай.

Для изучения структуры и динамики древостоев на верхнем пределе их произрастания в 2021 и 2022 гг. было заложено 2 высотных профиля: профиль I – на склоне восточной экспозиции, профиль II – на склоне северной экспозиции. Главными лесообразующими породами являются кедр сибирский (*Pinus sibirica*) и лиственница сибирская (*Larix sibirica*). На профилях в пределах экотона верхней границы древесной растительности фиксировались четыре высотных уровня: 1 – у верхней границы отдельных деревьев в тундре, 2 – у верхней границы распространения редины, 3 – у верхней границы редколесий, 4 – у границы сомкнутых лесов. На каждом уровне было заложено по 3–5 постоянных круговых пробных площади размером 16 × 16 м вдоль склона, где у каждого дерева определялись точное местоположение внутри площадки, высота, диаметр на основании и на высоте 1,3 м, диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях и возраст (таблица). Возраст определялся путем взятия кернов у основания ствола с последующим подсчетом и датировкой годовичных колец в лабораторных условиях [3].

Данные таблицы свидетельствуют, что по мере продвижения древесной растительности выше в гору (по мере ухудшений условий для роста) все таксационные показатели закономерно уменьшаются.

На обоих исследуемых профилях в составе преобладает кедр сибирский, на верхних уровнях лиственница малочисленна (на восточном профиле густота составляет 73 шт./га) или отсутствует полностью (на северном профиле). Также наблюдается практически полное отсутствие подроста лиственницы (особи менее 1,5 м) на восточном профиле, закономерное уменьшение площадных характеристик древостоев по мере продвижения в гору.

Средние таксационные показатели кедр сибирского и лиственницы сибирской на восточном и северном склонах

Уровень и экспозиция	Древесный вид	Средние таксационные показатели				Проективное покрытие крон, м ² /га	Густота, шт./га	
		Диаметр на 1,3 м (см)	Высота ствола (м)	Возраст (лет)	Диаметр кроны (м)		<1,5 м	>1,5 м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 E	LS	12,5±5,9	4,5±1,9	68±24	3,1±0,9	646	1	73
	PS	5,8±2,9	2,4±0,7	28±18	1,7±0,5	500	470	191
2 E	LS	12,0±7,3	7,4±2,9	70±20	4,2±1,8	2643	0	176
	PS	7,4±5,2	3,6±1,5	38±22	2,0±0,9	1046	154	529
3 E	LS	12,9±7,7	9,7±3,2	70±19	5,8±1,6	6585	0	264
	PS	12,7±8,2	5,5±2,7	48±18	2,8±1,3	3001	55	760
4 E	LS	25,9±11,4	16,7±3,7	100±26	5,8±1,9	13502	0	539
	PS	15,3±8,8	9,8±4,5	86±19	3,4±1,5	7610	0	881
1 N	LS	0	0	0	0	0	0	0
	PS	3,9±2,4	2,1±0,5	40±21	1,6±0,6	1395	1894	646
2 N	LS	18,7±11,5	6,9±2,9	100±39	3,6±1,4	2368	55	220
	PS	6,6±4,5	3,5±1,8	74±26	1,8±1,1	4813	220	1806
3 N	LS	26,5±16,6	10,0±3,8	212±169	4,2±1,9	4053	26	291
	PS	8,2±5,5	4,4±2,7	71±32	1,9±0,9	3639	414	1057
4 N	LS	40,6±23,3	14,1±3,4	278±180	4,5±1,3	537	18	97
	PS	24,6±23,9	8,4±5,4	168±125	3,2±2,0	8511	476	775

Анализ данных, представленных на рис. 1, свидетельствует, что заселение северного склона кедром сибирским началось значительно раньше, чем на восточном склоне. Первые деревья начали появляться еще в начале XV в. Наиболее массово этот процесс происходил в XX в. (в период с 1930 по 1990-е гг.). На восточном склоне первые деревья появились в середине XIX в. Активное заселение происходило в середине XX в.

Данные рис. 2 свидетельствуют, что лиственница сибирская также раньше начала заселяться на северном склоне. На восточном склоне наблюдается на нижнем уровне разновозрастный древостой, на северном склоне на верхнем уровне лиственница отсутствует.

По данным метеорологических наблюдений, в районе исследований на метеостанции «Усть-Кокса» климат стал менее влажным и более теплым, при этом наиболее заметные изменения произошли в холодный период года (ноябрь-март). Для теплого периода отмечена тенденция увеличения температуры воздуха на 1,5 °C за 100 лет ($R^2 = 0,34$, $p\text{-level} = 0,02$).

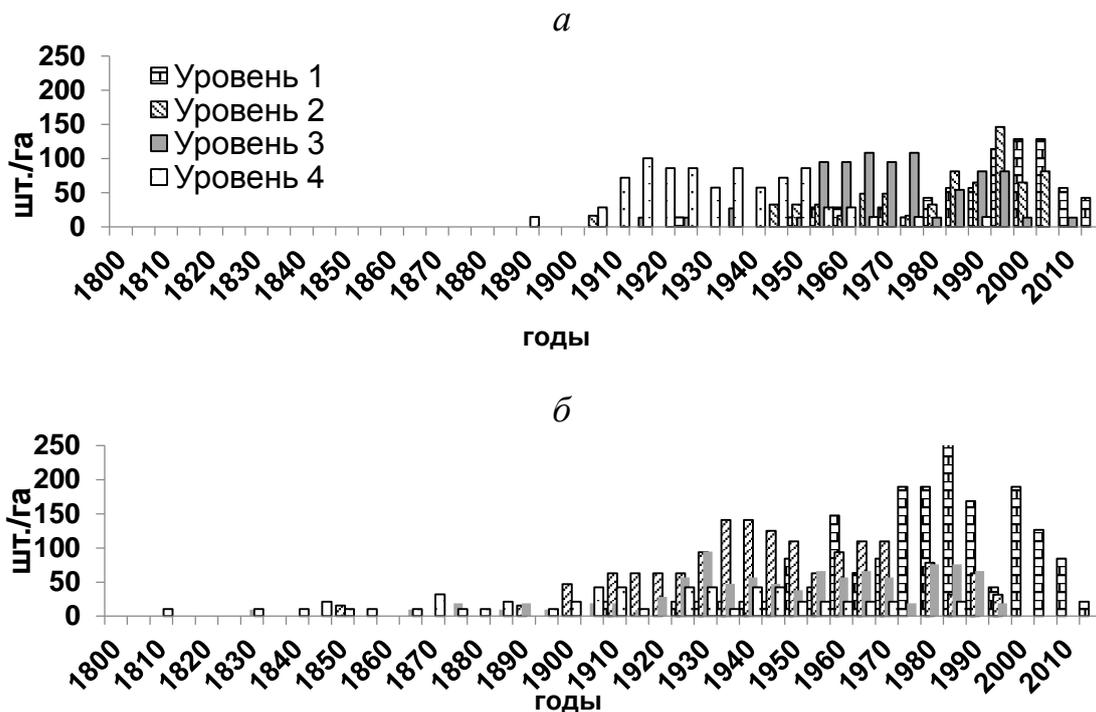


Рис. 1. Распределение количества деревьев кедра сибирского:
а – на восточном профиле; *б* – на северном профиле

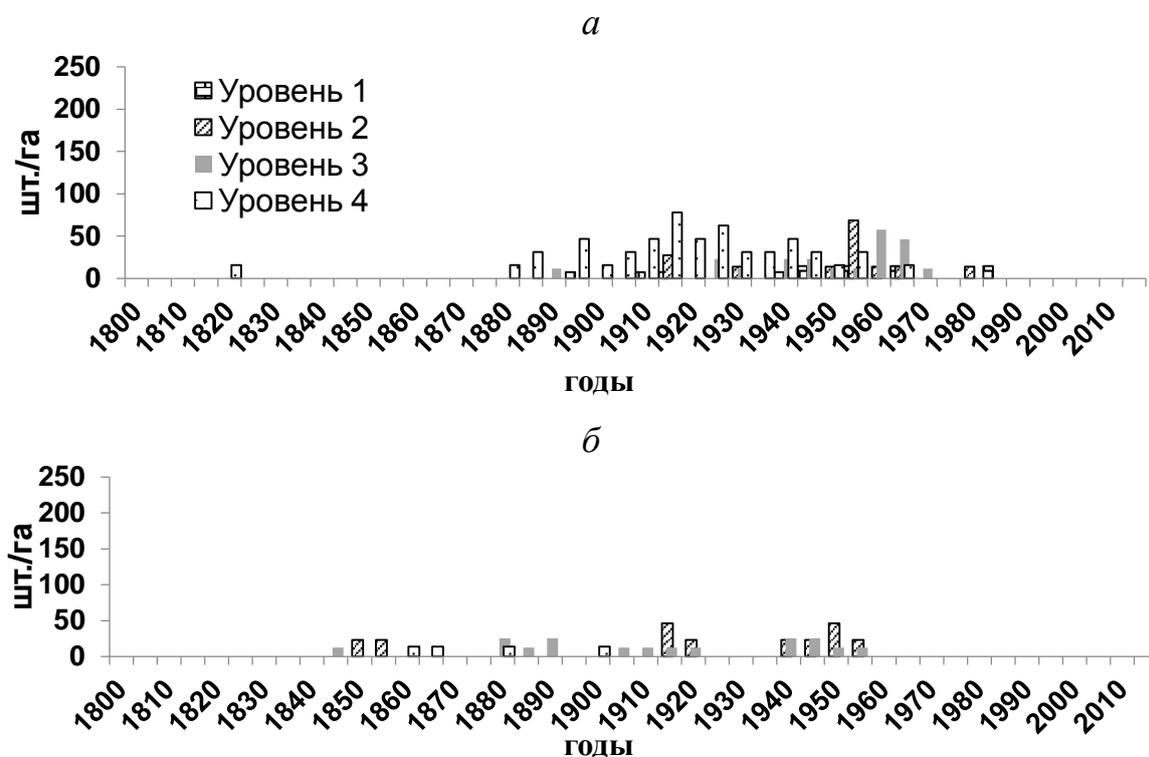


Рис. 2. Распределение количества деревьев лиственницы сибирской:
а – на восточном профиле; *б* – на северном профиле

Анализ возрастной структуры и таксационных показателей на склонах двух различных экспозиций показал, что в последнем столетии происходила интенсивная экспансия древесной растительности в горные тундры и луга горы Холодный Белок. В зависимости от экспозиции склона процесс заселения происходил разными темпами. На склоне северной экспозиции, где суммарное поступление солнечной радиации меньше, в отличие от восточного склона, процесс формирования сомкнутых древостоев происходил значительно медленнее. В зависимости от высоты над углом места и экспозиции склона наблюдаются различия в породном составе древостоев верхней границы леса. Смещению верхней границы распространения древесной растительности вдоль высотного градиента, вероятнее всего, могло способствовать общее изменение климатических условий в районе исследований.

Список источников

1. Горчаковский, П. Л. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях / П. Л. Горчаковский, С. Г. Шиятов. – Москва : Наука, 1985. – 208 с.
2. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming / M. A. Harsch, P. E. Hulme, M. S. McGlone, R. P. Dunca // Ecology Letters. – 2009. – № 12. – P. 1040–1049.
3. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов [и др.]. – Красноярск : КрасГУ. – 80 с.