

Научная статья

УДК 630*181.1(235.31.07)

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА
ЛИСТВЕННОЙ ГМЕЛИНЫ НА ПЛАТО ПУТОРАНА
В ПРЕДЕЛАХ ЭКОТОНА ЛЕС – ГОРНАЯ ТУНДРА**

**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 работе представлены результаты исследования радиального роста деревьев лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), произрастающих на плато Путорана в экотоне лес-горная тундра. Проведен сравнительный анализ величины и динамики радиального прироста деревьев, произрастающих на разной высоте над уровнем моря.

Ключевые слова: верхняя граница леса, радиальный прирост, плато Путорана, изменение климата

Благодарности: работа выполнена при поддержке РФФ № 21-14-00137.

Original article

**VARIABILITY OF THE RADIAL GROWTH OF GMELIN LARCH
ON THE PUTORANA PLATEAU WITHIN THE FOREST–MOUNTAIN
TUNDRA ECOTONE**

**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 paper presents the results of a study of the radial growth of Gmelin larch trees (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), growing on the Putorana plateau in the forest-mountain tundra ecotone. A comparative analysis of the magnitude and dynamics of radial growth of trees growing at different heights above sea level was carried out.

Keywords: upper boundary of the forest, radial gain, Putorana plateau, changing of the climate

Acknowledgments: this work was supported by the Russian Science Foundation № 21-14-00137.

Реакция возобновления деревьев и изменения структуры древостоев на изменения климата на верхней границе леса активно изучается в последние десятилетия по всем мире [1]. В то же время исследования закономерностей радиального роста деревьев в горных условиях, произрастающих на разной высоте над уровнем моря, единичны, особенно в таком труднодоступном регионе, как плато Путорана [2].

Цель работы: оценка радиального роста разных возрастных групп деревьев лиственницы Гмелина, произрастающих на разной высоте над уровнем моря.

Для изучения структуры и динамики древостоев, произрастающих на своем верхнем пределе в 2018 г. на массиве Сухие горы, был заложен высотный профиль на склоне восточной экспозиции в пределах высот от 358 до 620 м над ур. м. На профиле в пределах экотона верхней границы древесной растительности фиксировались четыре высотных уровня: 1 – у верхней границы отдельных деревьев в тундре, 2 – у верхней границы распространения редин, 3 – у верхней границы редколесий, 4 – у границы сомкнутых лесов. На каждом высотном уровне было заложено по 3–5 постоянных пробных площадей размером 20×20 м, на которых были определены основные таксационные показатели деревьев и возраст [3]. На каждом высотном уровне все деревья были дифференцированы на возрастные группы: I группа – 1...40 лет, II группа – 41...80 лет, III группа – 81...120 лет, IV группа – старше 121 года. Всего было измерено 385 радиальных кернов древесины в соответствии с общепринятой методикой [4]. Длина хронологий составила: I группа – 21 год, II группа – 37 лет, III группа – 64 года, IV группа – 110 лет.

Данные табл. 1 показали, что по мере продвижения в гору (по мере ухудшений условий для роста) на исследованных профилях закономерно изменяются (уменьшаются) средние таксационные показатели древостоев.

Обобщенные хронологии абсолютных значений ширины годичных колец (ШГК) в первой и второй группах имеют ярко выраженные тренды на увеличение приростов (рис. 1).

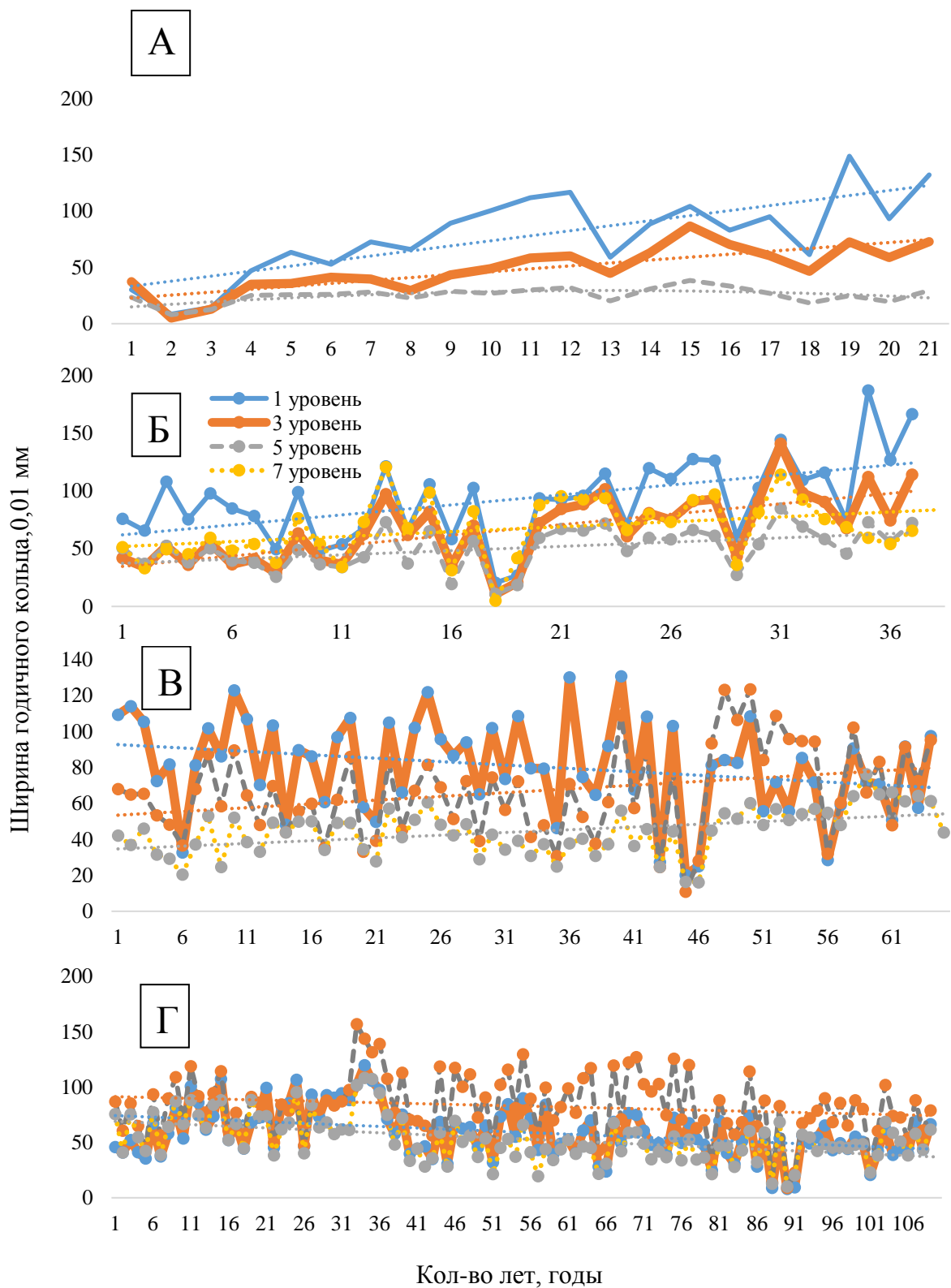


Рис. 1. Обобщенные древесно-кольцевые хронологии абсолютных значений ширины годичных колец на различных высотных уровнях четырех возрастных групп: А – I группа, Б – II группа, В – III группа, Г – IV группа

Таблица 1

Средние таксационные показатели древостоя

Высотный уровень	Высота над ур. м., м	Диаметр ствола у основания, см	Высота ствола, м	Возраст, лет	Диаметр кроны, м	Сумма проекций крон, м ² /га	Сумма площадей сечения стволов, м ² /га	Густота, шт./га
1	620	9,0 ± 4,5	3,8 ± 2,0	52 ± 29	1,9 ± 0,9	439	1,0	116
2	458	10,8 ± 7,9	5,7 ± 3,4	88 ± 52	2,2 ± 1,1	2548	7,9	555
3	413	8,5 ± 8,2	4,7 ± 3,7	71 ± 54	1,8 ± 1,3	4444	13,8	1703
4	358	17,6 ± 13,1	7,5 ± 5,0	–	2,4 ± 1,7	6326	34,9	766,67

Ширина годовичных колец деревьев в III и IV группах, наоборот, имеют противоположную тенденцию – к уменьшению. Данное обстоятельство может быть обусловлено главным образом тем, что у деревьев более старшего возраста наблюдается закономерное снижение радиального роста согласно «кривой биологического роста» деревьев [4]. Максимальная ШГК для I группы наблюдается в 2017 г., а минимальная – в 2004 г. Для остальных групп минимальная ШГК наблюдается в 1999 г.

Данные табл. 2. свидетельствуют, что во всех группах наблюдается уменьшение средней ШГК с уменьшением высоты над ур. м. (т. е. с увеличением густоты древостоя). Максимальные значения ШГК в группах I, II, III наблюдаются на первом высотном уровне. Погодичная изменчивость ширины годовичных колец, характеризуемая коэффициентом вариации, наиболее высока у деревьев на первом и втором высотных уровнях.

Таблица 2

Статистические данные древесно-кольцевых хронологий

Показатель	1 группа			2 группа				3 группа			4 группа		
	1	2	3	1	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Высотный уровень													
Средняя ШГК, 0,01 мм	78,01	48,70	25,28	93,18	67,22	50,58	67,34	80,75	66,55	44,42	59,11	82,79	53,07
Максимальная ШГК, 0,01 мм	148,74	86,73	38,35	187,12	141,06	84,86	120,72	130,70	123,46	76,13	119,56	156,60	108,06
Минимальная ШГК, 0,01 мм	8,45	5,00	7,95	20,50	10,53	10,79	4,89	20,20	10,92	16,13	8,00	9,00	10,22
Стандартное отклонение	36,29	19,97	6,90	35,46	29,49	17,47	25,61	25,96	24,84	12,96	22,62	26,92	20,14
Коэффициент вариации	0,47	0,41	0,27	0,38	0,44	0,35	0,38	0,32	0,37	0,29	0,38	0,33	0,38

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в горах Пutorана в пределах экотона верхней границы древесной растительности по мере продвижения в гору и в зависимости от сомкнутости крон древостоев наблюдаются различия в радиальном росте деревьев лиственницы Гмелина. Наибольший прирост (средний, максимальный) формируется на более высоких гипсометрических уровнях и более молодых и более разреженных древостоях.

Список источников

1. Hansson A.; Dargusch P.; Shulmeister J. /A review of modern treeline migration, the factors controlling it and the implications for carbon storage // J. Mt. Sci. 2021. № 18. P. 291–306.
2. 20th century tree-line advance and vegetation changes along an altitudinal transect in the Putorana Mountains, northern Siberia / A. V. Kirilyanov [et al.] // Boreas 2012. № 41. P. 56–67.
3. Upward Treeline Shifts in Two Regions of Subarctic Russia Are Governed by Summer Thermal and Winter Snow Conditions / A. A. Grigoriev [et al.] // Forests. 2022. № 13. P. 174.
4. 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.