

УДК. 630.181.22. + 630.181.65

*А. А. Григорьев, П. А. Моисеев, З. Я. Нагимов*

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ НА ВЕРХНЕМ ПРЕДЕЛЕ ИХ ПРОИЗРАСТАНИЯ В ГОРАХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

*На Приполярном Урале изучены состав, структура и особенности формирования древостоев верхней границы леса на различных участках, отличающихся по мощности снежного покрова. Выявлены изменения в высотном положении верхней границы древесной растительности с начала XIX столетия. Экспансии леса благоприятствовало улучшение климатических условий. В зависимости от мощности снежного покрова меняются тенденции, характер и скорость заселения древесной растительностью ранее безлесных территорий.*

**Ключевые слова:** *верхняя граница леса, структура древостоев, Larix sibirica, Betula tortuosa, изменения климата, Приполярный Урал.*

**Введение.** Верхняя граница леса с давних времен привлекала внимание исследователей, особенно вырос интерес к ее изучению в последние десятилетия в связи с проблемой потепления климата [1]. Это связано с тем, что лесные сообщества на верхнем пределе их произрастания находятся в нестабильных, экстремальных условиях среды и наиболее чувствительны к изменению климатической обстановки.

Исследованиями последних лет на Полярном [2], Северном [3] и Южном Урале [4] был выявлен факт расселения подроста выше границы леса и ее продвижение вверх на 30–80 м по вертикали в течение последних 60–80 лет. На Приполярном Урале подобные исследования не проводились, хотя данный район существенно отличается от остальных сравнительно большой шириной горной полосы (60–110 км), значительными высотами основных горных хребтов (от 1000 до 1800 м над уровнем моря), типично горным характером климата, максимальным для всего Урала количеством осадков, большой площадью безлесных горных территорий, прохождением через ее территорию северной границы распространения таких важнейших древесных пород, как пихта сибирская и кедр сибирский.

**Цель работы** – изучить состав, структуру и особенности формирования древостоев в различных лесорастительных условиях лесотундрового экотона на склонах гор Нер-Ойка, Сале-Пасне-Нер и Хусь-Ойка (юго-восточная часть Приполярного Урала).

**Объекты и методика исследований.** Район исследований находится в южной части Исследовательского кряжа Приполярного Урала в бассейне р. Кобыла-Ю. Данная территория характеризуется сложным орографическим строением, сравнительно большими абсолютными высотами (до 1645 м), глубоко и сильно расчлененным рельефом, широким распространением альпийских форм и следов четвертичного оледенения, многолетнемерзлых грунтов, ледников и снежников, гольцовых поверхностей и мерзлотно-солифлюкационных образований. Климат резко континентальный, суровый, зима холодная и многоснежная. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова

– 200–240 дней. Лето короткое и прохладное. Годовое количество осадков достигает 1500 мм. Вблизи верхней границы леса (на высоте 500 – 700 м над уровнем моря) мощность снежного покрова колеблется от 0,1 до 5 м. Зимой в горах часто дуют сильные ветры (порой до 20–30 м/с), в основном, западных румбов. Реки отличаются высокой водоносностью, а их питание преимущественно снеговое. Сомкнутые леса поднимаются в горы в среднем до высоты 550–650 м над уровнем моря, а по долинам рек еще выше (до 750 м). Чем выше высота над уровнем моря, тем больше в составе древостоев доля лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Верхнюю границу леса составляют почти исключительно лиственничники в сочетании с извилисто березовыми криволесями (*Betula tortuosa* Ledeb.) и зарослями ольховника (*Alnaster fruticosus* Rupr.). Выше границы леса с увеличением высоты альпийские луга, кустарниковые и кустарничковые заросли из полярной березки (*Betula nana* L.), багульника (*Ledum decumbens* (Ait.) Small) и голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) уступают место лишайниково-моховым тундрам и каменным россыпям [5].

В 2007 году были заложены три высотных профиля: два на северо-восточном склоне горы Хусь-Ойка (64°30'57"с.ш.; 59°44'49"в.д.) и один на юго-восточном склоне горы Нер-Ойка (64°33'37"с.ш.; 59°33'19"в.д.). В 2009 году на северном склоне горы Сале-Пасне-Нер (64°30'41"с.ш.; 59°37'05"в.д.) на ветробойных участках был дополнительно заложена еще один профиль. Профили расположены в *эктоне верхней границы древесной растительности* (ЭВГДР), под которым понимается переходный пояс в горах между верхними границами распространения сомкнутых лесов и отдельных деревьев в тундре. По П. Л. Горчаковскому и С. Г. Шиятову [6], он включает несколько категорий площадей в пределах ЭВГДР: *верхняя граница сомкнутых лесов* (сомкнутость крон 0,4–0,5), *верхняя граница редколесий* (сомкнутость крон 0,2–0,3), *верхняя граница групп деревьев (редин)* (сомкнутость крон 0,05–0,1), *верхняя граница отдельных деревьев* (сомкнутость крон менее 0,05). На каждом профиле фиксировались три высотных уровня: нижний – у верхней границы сомкнутых лесов (570–620 м над уровнем моря), средний – у верхней границы редколесий (630–680 м над уровнем моря), верхний – у верхней границы редин (690–730 м над уровнем моря). На высотных уровнях заложено от 22 до 36 пробных площадей размером 20x20 м. На них для каждого живого или усохшего дерева определялись следующие характеристики: высота дерева, диаметр ствола у основания и на высоте 1,3 м, диаметр проекции кроны по двум направлениям. Для определения возраста у деревьев диаметром более 3 см брали буровой образец древесины (кern) на высоте 25 см от основания, а у более тонких и усохших выпиливали диск у основания ствола.

Математико-статистическая обработка экспериментальных материалов проводилась при помощи компьютерных программ Microsoft Office Excel 2003 и Statistica 6.0. Возраст деревьев определялся стандартными дендрохронологическими методами с использованием мастер-хронологии (графика погодичного изменения индексов радиального прироста) исследуемого района [7]. Затем все деревья на пробных площадях были сгруппированы в пятилетние возрастные группы. Таким образом, было известно общее количество деревьев, появившихся в тот или иной год в течение последних столетий. На основе этих данных были построены распределения деревьев лиственницы и березы по календарным годам их появления. Средние таксационные показатели древостоев на пробных площадях определялись в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами. Деревца высотой до 1,5 м относились к подросту. Запас древостоев не определялся. Это связано с тем, что с учетом особенностей исследуемых объектов рубка модельных деревьев не производилась, а имеющиеся таблицы объемов стволов оказа-

лись не пригодными для использования их в древостоях верхней границы леса. В связи с этим состав древостоев определялся по соотношению количества деревьев древесных пород и сумм площадей их сечений. В целом, были определены таксационные показатели около 3900 деревьев на общей площади 6,5 га и взято 2250 образцов древесины для определения их возраста.

В конце марта 2010 года для изучения снегонакопления на пробных площадях и прилегающих к ним участках производилось измерение мощности снежного покрова путем покраски стволов деревьев на уровне снега и последующего измерения высоты в летнее время.

Изменение климатической обстановки за период с 1888 по 2008 гг. оценивалось по метеоданным, собранным на метеостанциях Троицко-Печерское, Печера и Саранпауль.

### **Результаты исследований**

**Особенности условий мест произрастания древостоев.** На обоих профилях, заложенных в ЭВГДР горы Хусь-Ойка, почвы по режиму увлажнения относятся к свежим. Крутизна склона уменьшается с 15 до 5° по мере продвижения от нижнего уровня к среднему и увеличивается с 5 до 10° – от среднего к верхнему. Глубина снежного покрова на первом профиле увеличивается с уменьшением высоты над уровнем моря (от 1,0 до 1,4 м), а на втором незначительно изменяется при переходе от нижнего уровня к среднему (от 1,2 до 1,5 м) и существенно – при переходе от среднего к верхнему уровню (от 1,5 до 0,7 м). Отмеченный режим снегонакопления, по-видимому, объясняется особенностями мезорельефа на различных участках склона.

Почвы на всех высотных уровнях профиля горы Нер-Ойка тоже свежие. Крутизна склона увеличивается от 10 до 25° по мере продвижения от нижнего уровня к верхнему. Глубина снежного покрова уменьшается со снижением высоты над уровнем моря (от 1,6 до 1,0 м).

Все ветробойные участки горы Сале-Пасне-Нер расположены на перевалах, и крутизна склонов составляет не более 5°. Почвы по режиму увлажнения относятся к периодически сухим. Глубина снежного покрова незначительно (от 0,2 до 0,5 м) увеличивается с уменьшением высоты над уровнем моря.

Все изучаемые объекты нами были разделены на среднеснежные (фоновая мощность снежного покрова на конец зимы 1,0–2,0 м) и малоснежные (до 0,5 м).

**Состав, структура и особенности формирования древостоев.** Результаты соответствующих расчетов свидетельствуют, что на северо-восточном склоне *горы Хусь-Ойка* в составе древостоев встречаются только две породы – береза и лиственница. Заметны существенные различия в их соотношениях на отдельных участках.

На одной трети пробных площадей нижнего и верхнего уровней (на среднем уровне такие участки не были найдены) первого профиля наибольшее участие в сложении древостоев принимает береза (табл. 1). Особенно заметно ее превосходство над лиственницей по количеству стволов. В подросте кроме березы и лиственницы здесь встречается и кедр. На верхнем уровне в составе подроста доминирует береза (57 %), а на нижнем – лиственница (48 %). Доля кедра на верхнем уровне значительно выше (22 %), чем на нижнем (8 %) (табл. 2). Таксационные показатели древостоев лиственницы и березы (табл. 3) на участках с доминированием последней существенно изменяются в зависимости от высоты над уровнем моря. Так, по мере продвижения от нижнего уровня к верхнему средние значения диаметра, высоты и возраста деревьев обеих пород уменьшаются в 1,5–3 раза, густота древостоев – 8–11 раз, сумма проективного покрытия крон – в 14–18 раз. На нижнем уровне возраст самых старых деревьев лиственницы близок к 140 годам. К концу XIX века здесь произрастало около 15% ныне растущих лиственниц, но массовое заселение ею этого уровня произошло лишь в 1890–1960 гг.

(рис. 1, А). Береза на этом уровне стала появляться лишь в начале XX века (рис. 2, А), но в период с 1930–1950 гг. она стала активно заселять подобные участки и к концу столетия по количеству стволов уже в 4–5 раз превосходила лиственницу. На верхнем уровне первые лиственницы начали появляться в 1930-х гг., а основная масса ныне растущих в небольшом количестве (38 шт./га) деревьев данной породы заселилась в 1950–1970 гг. Береза отставала от лиственницы по времени массового появления на данном уровне (на 20 лет). Однако в настоящее время деревьев березы существенно больше (более чем в 4 раза), чем лиственницы.

Т а б л и ц а 1

Доля деревьев лиственницы (Лц), березы (Б) и кедра (К) в составе древостоев на различных высотных уровнях исследуемых профилей, %

Высотный уровень	Местообитания	Среднеснежные							Малоснежные	
	Горный массив	Хусь-Ойка (I)		Хусь-Ойка (II)		Нер-Ойка			Сале-Пасне-Нер	
	Древесная порода	Лц	Б	Лц	Б	Лц	Б	К	Лц	К
Нижний	по полноте	47	53	89	11	94	2	4	82	18
	по густоте	16	84	51	49	77	13	10	70	30
Средний	по полноте	-	-	99	1	100	0	0	100	0
	по густоте	-	-	89	11	100	0	0	100	0
Верхний	по полноте	42	58	97	3	94	6	0	100	0
	по густоте	20	80	73	27	42	58	0	100	0

Т а б л и ц а 2

Количество подроста лиственницы (Лц), березы (Б) и кедра (К) на различных высотных уровнях исследуемых профилей, шт./га

Местообитания		Среднеснежные									Малоснежные		
Горный массив		Хусь-Ойка (I)			Хусь-Ойка (II)			Нер-Ойка			Сале-Пасне-Нер		
Древесная порода		Лц	Б	К	Лц	Б	К	Лц	Б	К	Лц	Б	К
Высотный уровень	Нижний	150	138	25	223	100	67	17	0	150	221	150	17500
	Средний	-	-	-	132	13	158	139	0	182	23	0	15200
	Верхний	20	52	20	24	29	0	77	33	8	6	0	25600

На втором профиле горы Хусь-Ойка в составе древостоев на всех уровнях преобладает лиственница (табл. 1). Береза здесь значительно уступает лиственнице как по сумме площадей сечения, так и по густоте. В составе подроста лиственница доминирует лишь на верхнем и среднем уровнях (табл. 2). Изменения таксационных показателей древостоев на участках с доминированием лиственницы имеют те же тенденции, что и на тех, где доминирует береза. С увеличением высоты над уровнем моря существенно уменьшаются средний диаметр и высота, возраст, густота и сумма проекции крон деревьев обеих пород. Особенно заметны изменения при переходе от верхнего уровня к среднему (табл. 3). Заселение лиственницей нижнего уровня началось в начале XVIII века. Однако этот процесс протекал достаточно слабо. К концу XVIII века на данном участке произрастало только 10–15 % ныне растущих деревьев. Массовое заселение его лиственницей произошло в 1920–1965 гг. (рис. 1, Б). Береза стала появляться здесь лишь в начале XX века (рис. 2, Б), а наиболее активно заселяться – только в 1950–1970 гг.

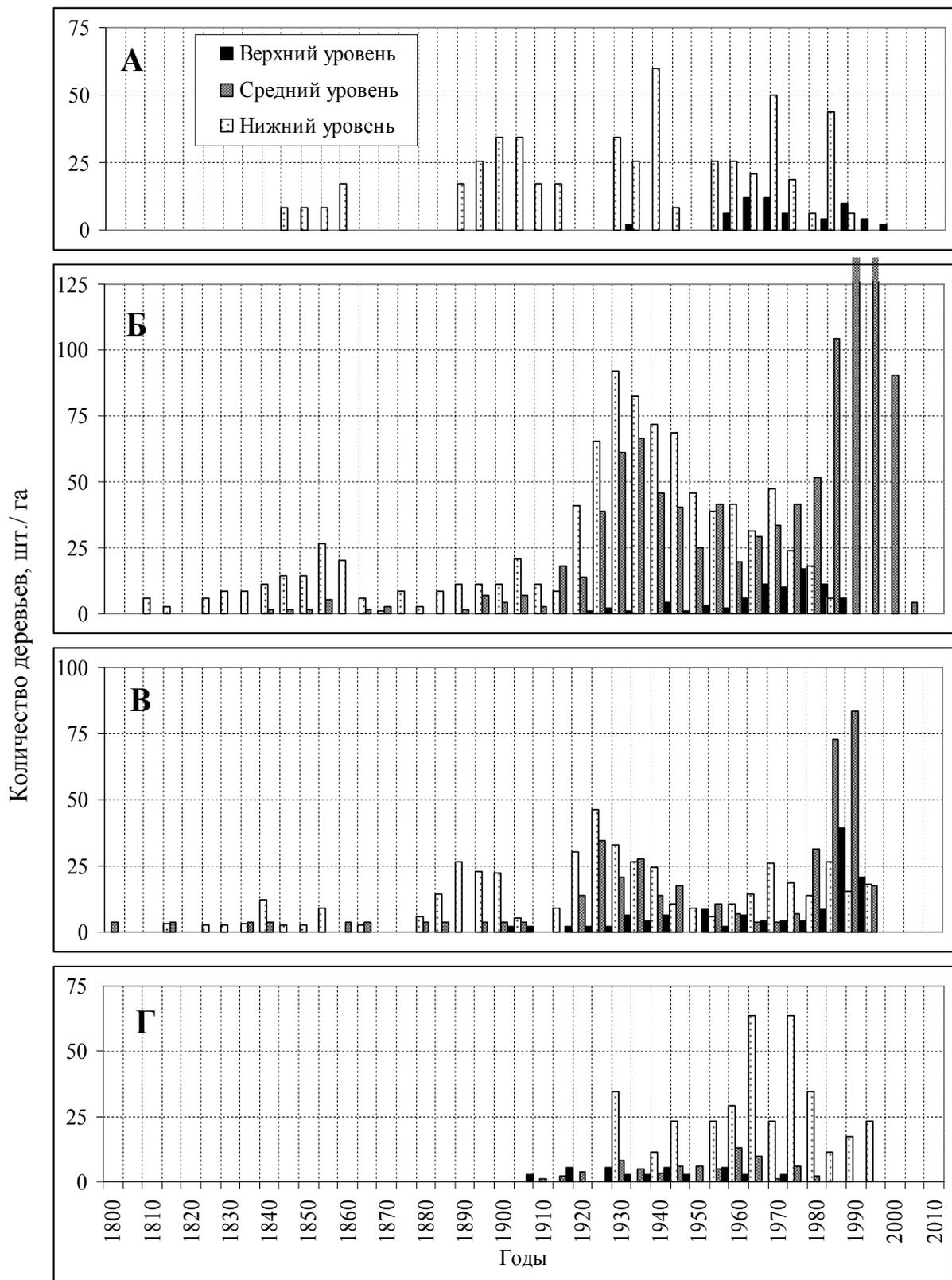


Рис. 1. Распределение количества деревьев лиственницы по периодам их появления на различных высотных уровнях исследуемых профилей: А) профиль I на горе Хусь-Ойка; Б) профиль II на горе Хусь-Ойка; В) гора Нер-Ойка; Г) гора Сале-Пасне-Нер

На среднем уровне процессы формирования лиственных древостоев шли по аналогичному сценарию, но с явным смещением их интенсивности на период после 1920 года. Деревьев березы на данном участке слишком мало, чтобы говорить о ее заселении. На верхнем уровне лиственница стала заселяться значительно позже (в начале XX века) и основная масса небольшого количества (40–50 шт./га) ныне растущих ее деревьев появилась здесь после 1970 года. Заселение данных участков березой началось только в 1960-е годы.

Т а б л и ц а 3

**Средние таксационные показатели древостоев лиственницы и березы на различных высотных уровнях исследуемых профилей**

Высотные уровни	Средние показатели деревьев				Площадные характеристики	
	диаметр, см	высота, м	возраст, лет	диаметр кроны, м	густота, шт./га	сумма проекций крон, м <sup>2</sup> /га
<b>Лиственничные древостой</b>						
Среднеснежные участки горы Хусь-Ойка (профиль I)						
нижний	14,6±1,2	7,7±0,5	99±6	2,6±0,3	319	2495
верхний	6,0±0,6	3,4±0,2	44±2	2,0±0,2	38	134
Среднеснежные участки горы Хусь-Ойка (профиль II)						
нижний	13,3±0,5	7,4±0,2	90±2	2,5±0,1	625	3830
средний	13,0±0,4	6,6±0,2	71±2	2,7±0,1	456	3347
верхний	3,7±0,3	2,8±0,1	42±2	1,7±0,1	51	134
Среднеснежные участки горы Нер-Ойка						
нижний	18,4±1,1	10,2±0,5	94±5	3,7±0,2	413	5184
средний	16,3±0,7	8,2±0,3	83±3	3,6±0,1	279	3423
верхний	12,2±1,4	5,3±0,5	58±4	3,7±0,4	48	451
Малоснежные участки горы Сале-Пасне-Нер						
нижний	2,8±0,3	2,5±0,1	45±2	1,4±0,1	196	365
средний	3,9±0,3	2,8±0,1	57±2	1,6±0,1	49	127
верхний	3,4±0,5	2,7±0,3	79±5	2,2±0,1	28	66
<b>Березовые древостой</b>						
Среднеснежные участки горы Хусь-Ойка (профиль I)						
нижний	6,3±0,29	4,8±0,16	58±1,1	2,0±0,07	1669	6578
верхний	3,2±0,21	2,8±0,09	30±0,8	1,8±0,08	154	462
Среднеснежные участки горы Хусь-Ойка (профиль II)						
нижний	4,5±0,24	4,1±0,12	45±1,4	1,7±0,05	598	1629
средний	4,5±0,49	3,4±0,22	34±2,3	1,7±0,11	54	139
верхний	1,2±0,21	2,0±0,10	29±2,0	1,1±0,14	19	23
Среднеснежные участки горы Нер-Ойка						
нижний	6,9±0,73	6,1±0,77	49±3,6	2,8±0,24	96	451
верхний	2,6±0,26	2,5±0,13	30±1,4	1,7±0,11	77	118

В древостоях (ЭВГДР) на юго-восточном склоне горы Нер-Ойка в составе древостоев на всех высотных уровнях преобладает лиственница, причем на среднем это единственная порода, образующая насаждение (табл. 1). Береза встречается здесь в незначительных количествах на нижнем (2 %) и верхнем уровнях (6 %). Кедр принимает участие в формировании древостоев только на нижнем уровне (4 %). Следует отметить

значительное увеличение роли кедра в возобновлении на нижнем и среднем уровнях (табл. 2). Таксационные показатели березы и лиственницы также увеличиваются с уменьшением высоты над уровнем моря (табл. 3). Массовое заселение ранее безлесных территорий лиственницей происходило по аналогичному сценарию, как и на втором профиле горы Хусь-Ойка (рис. 1, В).

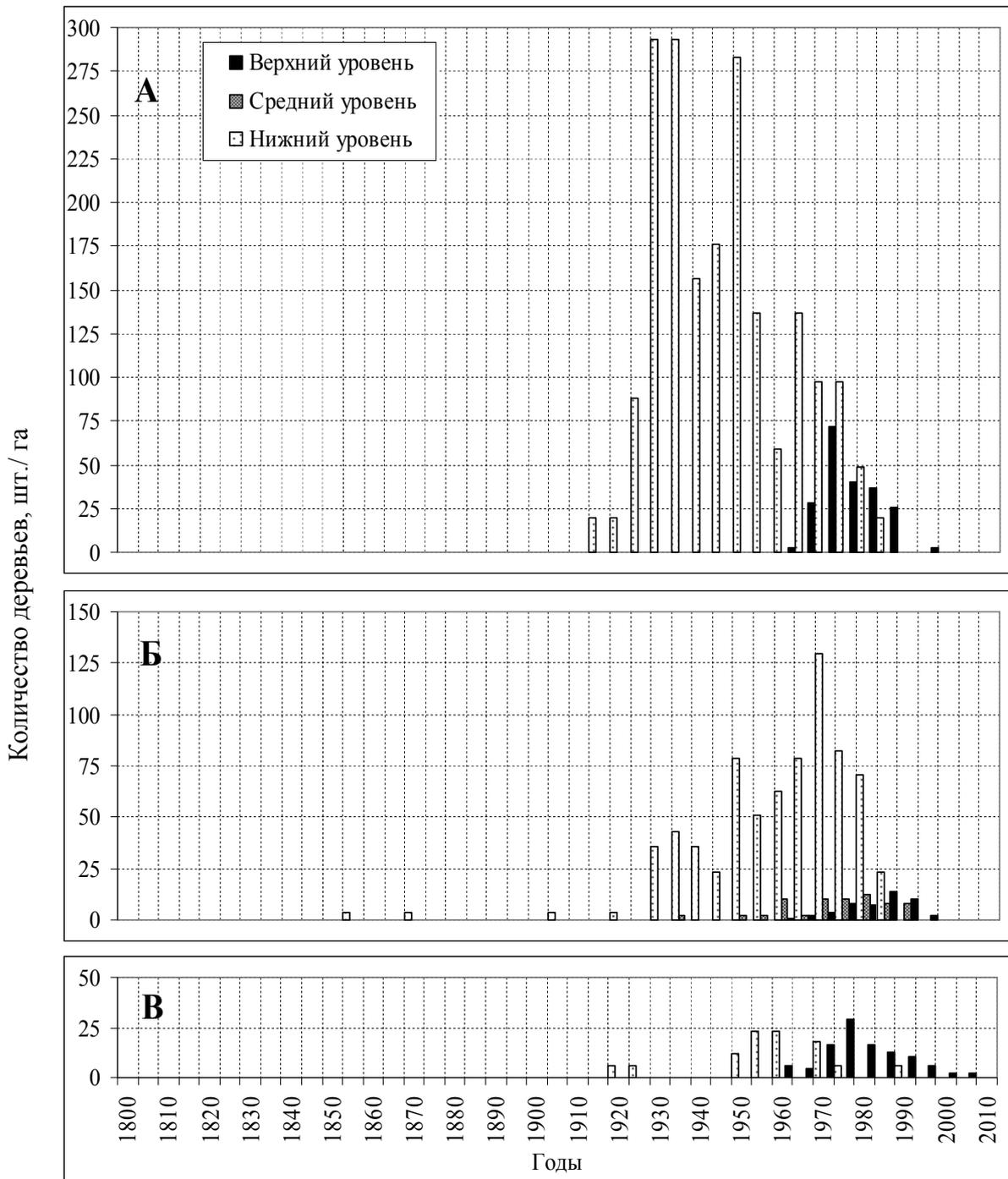


Рис. 2. Распределение деревьев березы по периодам их появления на различных высотных уровнях исследуемых профилей: А) профиль I горы Хусь-Ойка; Б) профиль II горы Хусь-Ойка; В) гора Нер-Ойка

На изученных участках склона горы Сале-Пасне-Нер древостои в основном формируются лиственницей. Лишь на нижнем уровне профиля в составе древостоев в небольшом количестве присутствует кедр (табл. 1). Профиль на горе Сале-Пасне-Нер отличается от вышерассмотренных значительным количеством подроста. Причем на всех высотных уровнях в составе подроста доминирует кедр (табл. 2). Таксационные показатели лиственничников здесь в отличие от лиственничников на горах Хусь-Ойка и Нер-Ойка в большинстве случаев характеризуются меньшими значениями (табл. 3). Заселение всех трех уровней рассматриваемого профиля началось только в начале XX века (рис. 1, Г). В настоящее время даже на нижнем уровне количество деревьев не превышает 200 шт./га.

**Обсуждение результатов.** Приведенные выше материалы свидетельствуют, что на всех исследуемых склонах происходило повышение верхней границы древесной растительности. Причем характер и тенденции данного процесса варьировали в зависимости от локальных условий местопроизрастания. Так, поднятие верхней границы леса началось на средних по мощности снежного покрова участках, и первой стала заселять ранее безлесные территории лиственница. Причем количество деревьев данной породы на первом профиле горы Хусь-Ойка значительно больше, чем на горе Нер-Ойка (второй склон более крутой и ветрообдуваемый). На втором профиле горы Хусь-Ойка лиственница начала заселяться позже (на 40 лет), а на малоснежных участках горы Сале-Пасне-Нер – еще позднее (на 100 лет). Следует отметить увеличение доли березы в составе древостоев на втором профиле горы Хусь-Ойка. Специальные исследования С. Г. Шиятова [8] на Полярном Урале показали, что на многоснежных местообитаниях стволы от основания до высоты снежного покрова очищены от более или менее крупных сучьев. Крона у них развита лишь в верхней части, выше уровня снега, и по бессучковой зоне можно довольно легко определить мощность снежного покрова. Им также установлено, что на таких участках после 10–15-летнего возраста подрост лиственницы испытывает угнетение из-за краткости вегетационного периода. Наши исследования показали, что в среднем глубина снега, определенная по высоте бессучковой части, на первом профиле горы Хусь-Ойка превышает 3 м. По-видимому, ранее в зимнее время здесь отлагалось значительно большее количество снега (по мере продвижения верхней границы леса вдоль по склону мощность снежного покрова меняется). Доминирование березы на данных участках можно объяснить лишь ее способностью произрастать на многоснежных местообитаниях с укороченным периодом вегетации. Подобную тенденцию наблюдали и другие исследователи на Северном Урале [3, 9].

Результаты наших исследований свидетельствуют, что поднятие верхней границы леса связано с изменением климатической обстановки (табл. 4). Так, сравнение климатических показателей по данным метеостанций Троицко-Печорское, Печора и Саранпауль за два периода (с 1888 по 1920 гг. и с 1961 по 2000 гг.) показывает, что в теплый период года (май–сентябрь) существенных изменений в температурном режиме не произошло. Однако для холодного периода года (ноябрь–март) характерно значительное повышение среднемесячных температур (в среднем на 1,3 °С). За период с конца XIX по конец XX века увеличилось количество летних осадков (на 22 мм) и значительно – глубина снежного покрова. В целом можно отметить, что в исследуемом районе климат стал более теплым и влажным.

Как показывают наши исследования, существенное влияние на динамику верхней границы леса оказывают локальные условия местопроизрастания, в частности, мощность снежного покрова. Этот факт отмечают и другие исследователи [10–12]. Это объясняется тем, что в условиях высокогорий создаются экстремальные условия для выживания и роста подроста. Он подвергается морозному выжиманию, повреждению хо-

Таблица 4

**Изменения климатических показателей по данным метеостанций Троицко-Печорское,  
Печора, Саранпауль за период с 1888 по 2000 гг.**

Станции	Сравнимые периоды	Месяцы													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	6-8	11-3
Температура воздуха, град.С															
Саранпауль	1961–2000	-23,4	-20,6	-10,9	-3,7	3,9	12,1	16,3	12,3	6,1	-2,9	-14,4	-20,4	13,5	-17,9
	1888–1920	-24,0	-20,8	-13,8	-3,5	3,8	12,0	16,1	12,6	6,2	-3,7	-15,6	-21,8	13,6	-19,2
	<b>Различия</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>2,9</b>	<b>-0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,4</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>
Печора	1961–2000	-19,9	-17,0	-9,1	-3,3	3,5	11,7	16,0	11,9	6,3	-1,6	-10,6	-15,9	13,2	-14,5
	1888–1920	-20,3	-17,6	-12,3	-3,3	3,2	11,3	15,6	12,3	6,3	-2,5	-12,0	-18,0	13,1	-15,8
	<b>Различия</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>3,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>0,1</b>	<b>1,3</b>
Троицко-Печорское	1961–2000	-18,3	-15,6	-7,3	-0,5	6,0	12,9	16,3	12,3	6,7	-0,8	-9,3	-14,7	13,9	-13,0
	1888–1920	-18,9	-15,9	-9,6	-0,5	5,7	12,8	16,0	12,8	6,8	-1,6	-10,5	-16,7	13,9	-14,3
	<b>Различия</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>2,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>2,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>
Количество осадков, мм															
Троицко-Печорское	1961–2000	43	33	30	37	52	63	71	77	61	67	54	48	212	208
	1921–1960	24	16	19	23	42	59	64	57	62	47	30	26	181	114
	1889–1918	26	17	19	24	45	56	63	69	59	45	33	30	190	128
	<b>Различия</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>80</b>

лодным воздухом, снежной абразии, морозному иссушению. Поэтому подросту необходима защита снежного покрова. Древесные породы неодинаково требовательны к количеству снега. Так, для березы, в отличие от лиственницы, благоприятны влажные и слабо промерзающие почвы на многоснежных участках с укороченным периодом вегетации [13]. По нашим наблюдениям, наиболее оптимальные условия для экспансии лиственницы формируются на среднеснежных участках, где она превосходит все породы и по количеству, и по таксационным показателям, и активно поднимается в горы. Береза является здесь сопутствующей породой.

Формировать древостой в экстремальных условиях малоснежных участков, по-видимому, может только лиственница. Значительное количество подроста кедра, на наш взгляд, связано с заносом его семян кедровкой. Подобные результаты наблюдались в горах Западного Саяна [14].

Результаты наших исследований подтверждают и дополняют выводы С. Г. Шиятова [8] о том, что оптимальная глубина снежного покрова для выживания и роста лиственницы на верхней границе леса составляет 100–200 см, минимально необходимая – 50 см.

**Выводы.** В целом результаты наших исследований позволяют констатировать поднятие верхней границы древесной растительности вдоль высотного градиента за последние два столетия. Экспансии леса благоприятствовало улучшение климатических условий. Зимы стали теплее и многоснежнее. Характерной особенностью заселения лесной растительностью вышележащих территорий является цикличность. Этот факт – прямое подтверждение того, что в жестких условиях высокогорий для успешного роста древесных растений необходимо оптимальное сочетание температурного и ветрового режимов, мощности снежного покрова, влажности почвы. В зависимости от мощности снежного покрова меняются тенденции, характер и скорость заселения ранее безлесных территорий. Так, на среднеснежных участках лиственница стала заселять безлесные территории в начале XIX века, а в малоснежных – только в XX веке. Береза стала заселяться позднее (начало XX века) и активно укрепляет свои позиции по настоящее время.

### Список литературы

1. Harsch, M. A. 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.
2. Шиятов, С. Г. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на Полярном Урале / С. Г. Шиятов, М. М. Терентьев, В. В. Фомин // *Экология*. – 2005. – № 2. – С. 1–8.
3. Бартыш, 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. – Екатеринбург, 2008. – 22 с.
4. Моисеев, П. А. Влияние изменений климата на формирование поколений ели сибирской в подгольцовых древостоях Южного Урала / П. А. Моисеев, М. Ван дер Меер, А. Риглинг, И. Г. Шевченко // *Экология*. – 2004. – № 3. – С. 1–9.
5. Долгушин, Л. Д. Некоторые особенности рельефа, климата и современной денудации в Приполярном Урале / Л. Д. Долгушин. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 207 с.
6. Горчаковский, П. Л. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях / П. Л. Горчаковский, С. Г. Шиятов. – М.: Наука, 1985. – 208 с.
7. Шиятов, С. Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале / С. Г. Шиятов. – М.: Наука, 1986. – 136 с.
8. Шиятов, С. Г. Снежный покров на верхней границе леса и его влияние на древесную растительность / С. Г. Шиятов. – Труды Института экологии растений и животных. – 1969. – Вып. 69. – С. 141–157.
9. Капралов, Д. С. Изменения в составе, структуре и высотном положении мелколесий на верхнем пределе их произрастания в горах Северного Урала / Д. С. Капралов, С. Г. Шиятов, П. А. Моисеев, В. В. Фомин // *Экология*. – 2006. – № 6. – С. 403–409.

10. Kammer, A. Upward-shifting treelines change soil organic matter dynamics in the Ural mountains / A. Kammer, F. Hagedorn, I. Shevchenko et al. // *Global Change Biology*. – 2009. – № 15. – P. 1570–1583.
11. Tierney, G. L. Soil freezing alters fine root dynamics in a northern hardwood forest / G. L. Tierney et al. // *Biogeochemistry*. – 2001. – Vol. 56. – P. 175–190.
12. Weih, M. Low winter soil temperature affects summertime nutrient uptake capacity and growth rate of mountain birch seedlings in the Subarctic, Swedish Lapland / M. Weih, S. Karlsson // *Arct., Antarct., and Alp. Res.* – 2002. – V. 34. – № 4. – P. 434–439.
13. Kullmun, L. 20 th century climate warming and tree-limit rise in the Southern Scandes of Sweden / L. Kullmun // *Ambio*. – 2001 – Vol. 30. – № 2. – P. 72 – 80.
14. Харук, В. И. Древесная растительность экотона лесотундры Западного Саяна и климатические тренды / В. И. Харук, К. Дж. Ренсон, С. Т. Им, М. М. Наурзбаев // *Экология*. – 2008. – № 1. – С. 10–15.

Статья поступила в редакцию 01.10.10.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ-07-04-00850, РФФИ- 08-04-00208

*A. A. Grigoryev, P. A. Moiseev, Z. Ya. Nagimov*

#### **PECULIARITIES OF FOREST STANDS FORMATION AT THE UPPER BOUND OF ITS GROWING IN THE MOUNTAINS OF THE NETHER-POLAR URAL**

*In the Nether-Polar Urals the compound, the frame and the singularities of the forest stand forming of the forest upper bound on the various districts, which differ from snowpack intensity, are learnt. The changes in high-altitude position of the upper bound of a forest cover since the beginning of the XIXth century are determined. Forest expansion was favoured by some environmental conditions improvement. According to the snow pack intensity, tendencies, character and the velocity of the forest cover settlement of earlier treeless territories are changing.*

**Key words:** *forest upper bound, forest stand frame, Larix sibirica, Betula tortuosa, climate changes, Nether-Polar Urals.*

---

*ГРИГОРЬЕВ Андрей Андреевич* – аспирант кафедры лесоустройства и лесной таксации Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург). Область научных интересов – исследования реакции высокогорных лесных экосистем на изменение климата. Автор семи публикаций.

E-mail: g.alena.v@mail.ru

*МОИСЕЕВ Павел Александрович* – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрохронологии Института экологии растений и животных УрО РАН. Область научных интересов – экология, геоботаника, изменение климата, верхняя граница леса. Автор 43 публикаций.

E-mail: moiseev@ipae.uran.ru

*НАГИМОВ Зуфар Язфарович* – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой лесоустройства и лесной таксации Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург). Область научных интересов – структура и динамика фитомассы древостоев основных лесообразующих пород Урала и Западной Сибири. Автор более 200 публикаций, в том числе шести монографий.

E-mail: nagimov@usfeu.ru