

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Уральское отделение  
Институт экологии растений и животных

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОД ГОР НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

18–20 июня 2002 г.



Издательство «Академкнига»  
Екатеринбург, 2002

ББК 28.081  
Э 40  
УДК 574.4 (23.0)

**КНИГА ПОДГОТОВЛЕНА И ИЗДАНА ПРИ ФИНАНСОВОЙ  
ПОДДЕРЖКЕ РОССИЙСКОГО ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ (ГРАНТ № 02-05-74045)**

Научный редактор д.б.н. **А.Г.Васильев**

**Э 40. Экологические проблемы горных территорий:** Матер. Междуна-  
р. науч. конф., 18–20 июня 2002 г. / ИЭРиЖ УрО РАН; Науч. ред. А.Г.Ва-  
сильев. — Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2002. — 300 с.

ISBN 5-93472-085-6

В книге рассмотрены современные проблемы геоэкологии, сохранения биоразнообразия растений и животных, биомониторинга окружающей среды, а также медико-экологические аспекты изучения горных и горнопромышленных территорий.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, включая специалистов в области экологии и геоэкологии, медицинских работников, студентов ВУЗов, изучающих основы экологии, учителей, работников органов охраны природы и охотничьего хозяйства, краеведов и натуралистов, радеющих за сохранение природы горных регионов планеты.

По всем вопросам, касающимся книги, обращаться:  
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202  
Институт экологии растений и животных УрО РАН

ISBN 5-93472-085-6

© Коллектив авторов, 2002  
© Оформление. Издательство  
«Академкнига», 2002

## **КЛИМАТОГЕННАЯ ДИНАМИКА ЛЕСОТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В ГОРАХ ПОЛЯРНОГО УРАЛА**

**С.Г. Шиятов, В.С. Мазепа**

*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург,  
Россия*

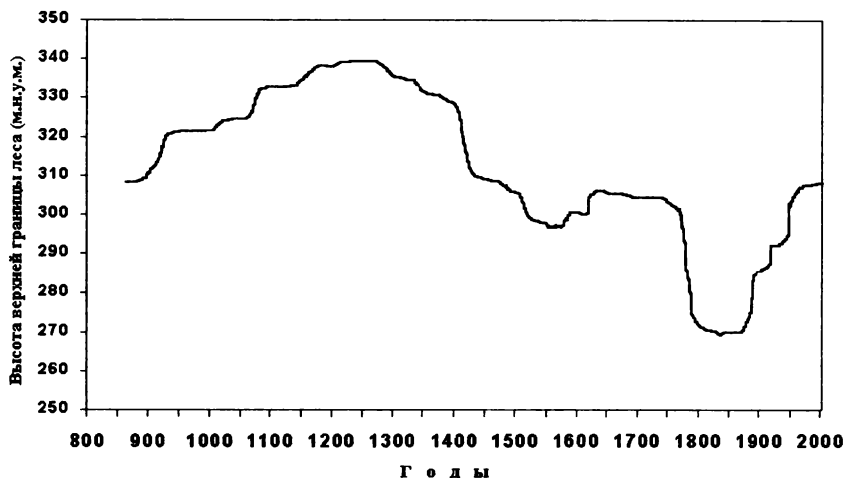
Изучению пространственно-временной динамики лесотундровых и лесолуговых экосистем в высокогорьях уделяется исключительно большое внимание в связи с необходимостью оценки их реакции на современные и будущие изменения климата (Kullman, 1990; Shiyatov, 1995; Bugmann, Pfister, 2000). При этом особое внимание уделяется изучению высотных смещений верхней границы леса, поскольку ее сдвиги наиболее легко фиксируются и отражают длительные (вековые и сверхвековые) изменения климата.

В настоящее время нами производится разноплановое изучение климатогенной динамики лесотундровых экосистем на восточном макросклоне Полярного Урала (от долины р. Соби на севере до долины р. Макара-Рузь на юге), где воздействие антропогенных факторов на растительность, в частности выпаса стад домашнего северного оленя, наиболее слабое по сравнению с соседними районами. Отсутствуют здесь и лесные пожары. В пределах подгольцового пояса произрастают в основном чистые лиственничные (из *Larix sibirica*) редины, редколесья и леса. В качестве примеси встречаются ель сибирская (*Picea obovata*) и береза извилистая (*Betula tortuosa*). Большие площади заняты ольховником (*Alnaster fruticosus*), различными видами кустарниковых ив (*Salix lanata*, *S. phylicifolia* и др.) и ерником (*Betula nana*). Верхняя граница редколесий проходит на высотах от 90 до 430 м над ур.м.

Для изучения динамики лесотундровых экосистем использовались различные методы и подходы, а именно: изучение возрастной и морфометрической структуры современных древостоев, точная датировка остатков деревьев при помощи дендрохронологических методов, использование старых описаний, карт и наземных фотографий, создание крупномасштабных карт распространения лесотундровых экосистем для трех временных срезов (начало, середина и конец XX столетия). Ценная информация получена на двух постоянных высотных профилях шириной 40–80 м и длиной 860 и 430 м, которые были заложены 40 и 25 лет тому назад. На этих профилях были закартированы и измерены основные морфометрические характеристики всех живых деревьев и подроста, а также остатков давно отмерших деревьев (свыше 5000 шт.). В 1998–1999 гг. на них были произведены повторные измерения морфометрических характеристик деревьев.

В течение последних 1350 лет на Полярном Урале происходили существенные сдвиги верхней границы редколесий, обусловленные изменением термических условий летних месяцев. На рисунке 1 показано изменение высотного положения верхнего предела произрастания лиственничных редколесий на термическом типе верхней границы редколесий. Видно, что с VIII до конца XIII столетий, т.е. во время «средневекового оптимума», климатические условия для произрастания древесной растительности были благоприятными, что привело к поднятию этой границы с 300 до 340 м над ур.м.

С конца XIII до начала XX столетий, т.е. во время «малого ледникового периода», происходило неуклонное снижение верхней границы редколесий с короткой остановкой во второй половине XVII — первой половине XVIII столетий. Самым холодным за рассматриваемый промежуток времени было XIX столетие, в это время граница редколесий снижалась до 270 м над ур.м. Высотный диапазон смещения верхней границы редколесий в этом районе достигал 80–90 м, что соответствует изменению летних температур не менее, чем на 1,2–1,4°C. В течение последних 1350 лет наблюдались не только сдвиги верхней границы редколесий, но и существенные изменения в структуре и продуктивности древостоев. В X–XIII столетиях в подгольцовом поясе произрастали значительно более густые и продуктивные древостои по сравнению с более холодным периодом, наблюдавшимся в XIV–XIX столетиях.



*Рис. 1. Изменение высотного положения верхней границы лиственничных редколесий на Полярном Урале за последние 1350 лет.*

Особое внимание уделяется изучению реакции лесотундровых экосистем на современное потепление, которое началось 80–90 лет назад и продолжается вплоть до настоящего времени. По данным метеостанции Салехард, температура летних месяцев (июня–августа) в 1920–1999 гг. была выше на  $0,7^{\circ}\text{C}$  по сравнению с периодом 1882–1919 гг., а зимних месяцев на  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Сумма летних осадков увеличилась на 31 мм (с 147 до 178 мм), а зимних на 46 мм (с 67 до 113 мм). С момента начала этого потепления начало формироваться молодое поколение деревьев, которое к настоящему времени стало преобладающим во многих древостоях. По сравнению с ранее сформировавшимися возрастными поколениями лиственницы (средневозрастным и перестойным), молодое поколение отличается хорошим ростом в высоту и по диаметру и преобладанием стволовой формы роста.

На рисунке 2 показаны изменения объема стволовой древесины (вместе с корой) в лиственничных древостоях в разных выделах постоянного профиля, которые произошли в течение последних 40 лет. Видно, что объем древесины увеличился в среднем в 2–5 раз, а на некоторых выделах в 10–15 раз.

В таблице приведены данные о распределении площадей различных типов лесотундровых экосистем (тундр с единичными деревьями, редин, редколесий, сомкнутых лесов) на начало, середину и конец XX столетия. Общая закартированная площадь составила 3085 га.

Как видно из таблицы, в прошлом столетии произошли существенные изменения площадей, занятых различными типами лесотундровых экосистем, а также степени облесенности территории. Площадь, занятая отдельно растущими

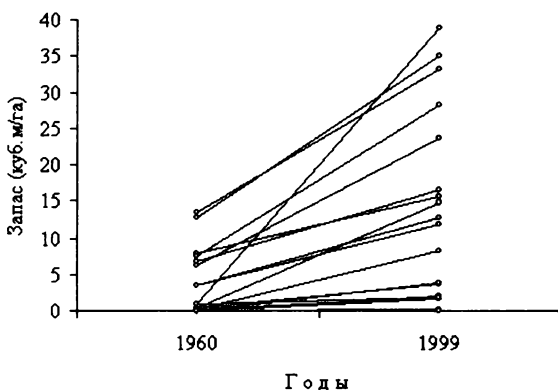


Рис. 2. Увеличение объема стволовой древесины в различных выделах высотного профиля за последние 40 лет.

Таблица. Изменение площадей, занятых различными типами лесотундровых экосистем, в разные периоды XX столетия.

Тип лесотундровой экосистемы	Начало 1910-х гг.		Начало 1960-х гг.		Конец 1990-х гг.	
	га	%	га	%	га	%
Отдельно растущие деревья в тундре	2403	78	2021	65	1917	62
Редина	349	11	535	17	327	11
Редколесье	328	11	450	15	593	19
Сомкнутый лес	5	0,01	79	3	248	8

деревьями и небольшими куртинами деревьев в тундровых сообществах, уменьшилась с 2403 до 1917 га (или на 48%) за счет формирования на их месте редины, редколесий и сомкнутых лесов. Площадь, занятая рединой (среднее расстояние между деревьями от 20–30 до 50–60 м), резко увеличилась в середине столетия (с 349 до 535 га), а затем снизилась до 327 га в конце столетия. Другими словами, на начальном этапе потепления формировались преимущественно редины, которые впоследствии превратились в редколесья и сомкнутые леса. Существенно увеличилась площадь, занятая редколесьями (среднее расстояние между деревьями от 7–10 до 20–30 м), с 328 до 593 га или в 1,9 раза. Но наиболее сильно увеличилась площадь, занятая сомкнутыми лесами (среднее расстояние между деревьями менее 7–10 м). Если в начале прошлого столетия сомкнутые леса занимали площадь, равную всего 5 га, то в конце столетия эта площадь составила 248 га, т.е. возросла в 50 раз. Степень облесённости территории в пределах подгольцового пояса (учитывая лишь площади, занятые редколесьями и сомкнутыми лесами) увеличилась с 11 до 27%.

В прошлом столетии также наблюдалось интенсивное расселение лиственницы сибирской и ели сибирской в тундрах и поднятие верхних границ распространения редин, редколесий и сомкнутых лесов. На некоторых пологих склонах, где имеется достаточно развитый почвенный покров, их границы продвинулись в горы до 1,5–2,0 км по склону и до 60–80 м по высоте.

Таким образом, на Полярном Урале в течение последних 1350 лет происходили существенные изменения в составе и структуре лесотундровых экосистем, а также в сдвигах верхней границы лиственничных редин, редколесий и сомкнутых лесов в связи с долговременными колебаниями климатических условий. Долговременные изменения климата в сторону похолодания и потепления на Полярном Урале хорошо совпадают во времени с подобными изменениями, происходившими во многих районах Северного полушария (Соломина, 1999). Интересно, что сопоставление реконструированных по древесным кольцам температурных условий летних месяцев, произведенное для Полярного Урала, Ямала, низовьев рек Таза и Хатанги (Ваганов и др., 1998), показало, что наиболее сильное потепление климата в XX столетии происходило на Полярном Урале, что, видимо, обусловлено особенностями атмосферной циркуляции в этом районе. Несмотря на благоприятные климатические условия, наблюдавшиеся в XX столетии, на многих склонах верхняя граница редколесий и сомкнутых лесов еще не достигла тех высотных позиций, которые она занимала в XIII столетии. Это связано, во первых, с кратковременностью периода потепления (80–90 лет) и, во-вторых, недостаточным обсеменением тундровых территорий, расположенных выше современной верхней границы редин и редколесий. В настоящее время на этой территории создается мониторинговый полигон размером 20 x 5 км, на котором в дальнейшем будет проводиться наблюдения за пространственно-временной динамикой лесотундровых экосистем в связи с изменениями климата.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты 01–04–49584 и 02–04–48180.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ваганов Е. А., Шиятов С. Г., Хантемиров Р. М., Наурызбаев М. М.* Изменчивость летней температуры воздуха в высоких широтах Северного полушария за последние 1.5 тыс. лет: сравнительный анализ данных годовичных колец деревьев и ледовых кернов // Доклады Академии Наук. 1998. Т. 358. № 5. С. 681–684.
- Соломина О.Н.* Горное оледенение Северной Евразии в голоцене. М.: Научный мир, 1999. 263 с.
- Bugmann H., Pfister C.* Impacts of interannual climate variability on past and future forest composition // Reg. Environ. Change. 2000. № 1. P. 112–125.
- Kullman L.* Dynamics of altitudinal tree-limits in Sweden: a review // Nor. Geogr. Tidsskr. 1990. V. 44. P. 103–116.
- Shiyatov S. G.* Reconstruction of climate and the upper timberline dynamics since AD 745 by tree-ring data in the Polar Ural Mountains // International Conference on Past, Present and Future Climate / Ed. Henkinheimo Pirkko. Painatuskeskus: Publication of the Academy of Finland, 6/95. 1995. P. 144–147.