

Реакция лесотундровых сообществ Полярного Урала на изменения климата

Шиятов С.Г., Терентьев М.М.,

Институт экологии растений и животных УрО РАН

Фомин В.В.,

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург,

тел.: (343) 261-4634, e-mail: fom@mailcity.com

В настоящее время изучению пространственно-временной динамики лесотундровых и лесолуговых сообществ в горах уделяется исключительно большое внимание в связи с необходимостью оценки их реакции на современные и будущие изменения климата. Особый интерес представляют высокогорные сообщества, произрастающие в высоких широтах, так как в этих районах наблюдаются самые существенные изменения климатических условий [1].



Одним из наиболее перспективных горных районов для изучения реакции биоты на изменения климата является Полярный Урал [2, 3, 5, 6]. Для этого района характерна сильная изменчивость климатических условий различной длительности [4], а высокогорная растительность не испытывает существенных антропогенных воздействий. На верхней границе леса произрастают простые по составу древостои, в основном представленные лиственницей сибирской, что намного облегчает изучение их климатогенной динамики. Кроме того, в течение последних 40-50 лет по этому району накоплен большой материал, характеризующий состав и структуру лесотундровой растительности, и для оценки происшедших изменений можно использовать прямые свидетельства.

Для количественной оценки изменений в составе, структуре и пространственном распределении лесотундровых сообществ, которые произошли на Полярном Урале за последние 90 лет, нами было выполнено крупномасштабное исследование. Оно включало наземное картирование и описание лесотундровых сообществ, произрастающих в пределах экотона верхней границы древесной растительности (ЭВГДР). Под термином ЭВГДР мы, согласно Х. Кёрнеру [7], понимаем переходный пояс растительности в горах между верхней границей распространения отдельных деревьев в тундре и верхней границей распространения сомкнутых лесов.

Район исследований расположен на восточном макросклоне Полярного Урала в бассейне р. Соби (66°46' - 66°55' N, 65°22' - 65°49' E). Господствующее положение по площади и высоте здесь занимает перидотитовый массив Рай-Из, который простирается в широтном направлении от р. Соби на востоке до р. Макара-Рузь на западе (рис. 1).

Картографические работы проводились в 2000-2004 гг. На местности были определены границы лесотундровых выделов, однородных по составу и структуре древесного яруса и почвенному покрову, а также по основным параметрам микроклиматических и почвенно-грунтовых условий. При нанесении границ выделов использовались топографические карты, черно-белые и цветные аэрофотоснимки.

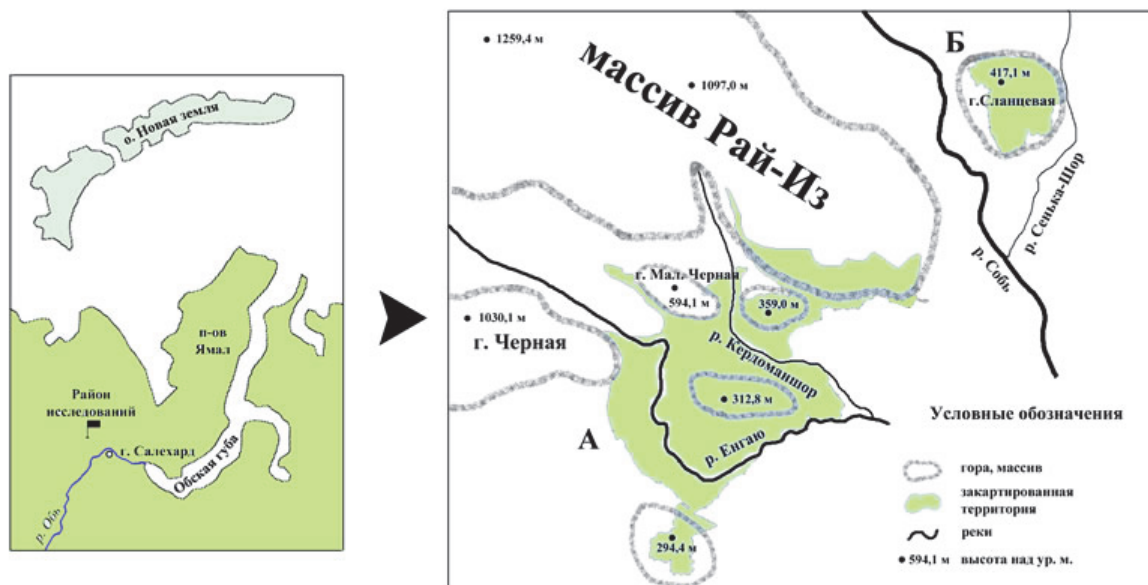


Рис. 1 А-Б. Карта-схема района исследований. На правом фрагменте зеленым цветом выделена закартированная территория: А – район массива Рай-Из и гор Черной и Мал. Черной; Б – район горы Сланцевой.

Реконструкция состава и структуры древостоев проводилась на основе анализа их морфологической и возрастной структуры, использовались описания и перечеты на постоянных пробных площадях и профилях, заложенных в 1960-1962 гг. Особенно большую помощь оказал анализ изображений ландшафтных фотоснимков, сделанных 35-40 лет тому назад. Вклад каждого возрастного поколения деревьев оценивался для всех рассматриваемых временных срезов, что дало возможность получить данные о динамике древостоя в целом и отдельных возрастных поколений за последние 90 лет.

Для отнесения конкретного фитоценоза к тому или другому фитоценозическому типу использовали густоту древостоя, которую оценивали через среднее расстояние между деревьями. Применительно к лиственничным сообществам Полярного Урала мы разработали следующие придержки отнесения лесотундровых сообществ к тому или другому типу: к сомкнутому лесу относили сообщества, в которых среднее расстояние между деревьями составляет менее 7-10м, к редколесьям – от 7-10 до 20-30м, к рединам – от 20-30 до 50-60м, а к тундре с одиночными деревьями – свыше 50-60м. Наличие перекрытия в расстояниях между перечисленными выше типами сообществ обусловлено размерами деревьев. Если на участке произрастают крупные и старые деревья, то использовали максимальные значения (10, 30 и 60 м для сомкнутого леса, редколесья и редины, соответственно).

Минимальный размер выдела составляет 30 x 30 м. К настоящему времени у подножия гор Черная и Мал. Черная, на южном склоне массива Рай-Из и горе Сланцевой закартирована территория площадью 5407 га. На рис. 1Б она обозначена зеленым цветом.

С использованием геоинформационной системы ArcInfo и пакета по обработке аэрокосмической информации ERDAS IMAGINE были созданы карты распространения различных типов лесотундровых сообществ для начала и середины XX и начала XXI века.

Распределение различных типов лесотундровых сообществ в начале 1910-х, 1960-х и 2000-х гг. представлено на рис. 2-4. Водная поверхность (озера, реки) на этих картах не показана, чтобы не загромождать их лишними деталями. Для компактности изображений, закартированная территория Б (г. Сланцевая) сдвинута ближе к территории А (массив Рай-Из).

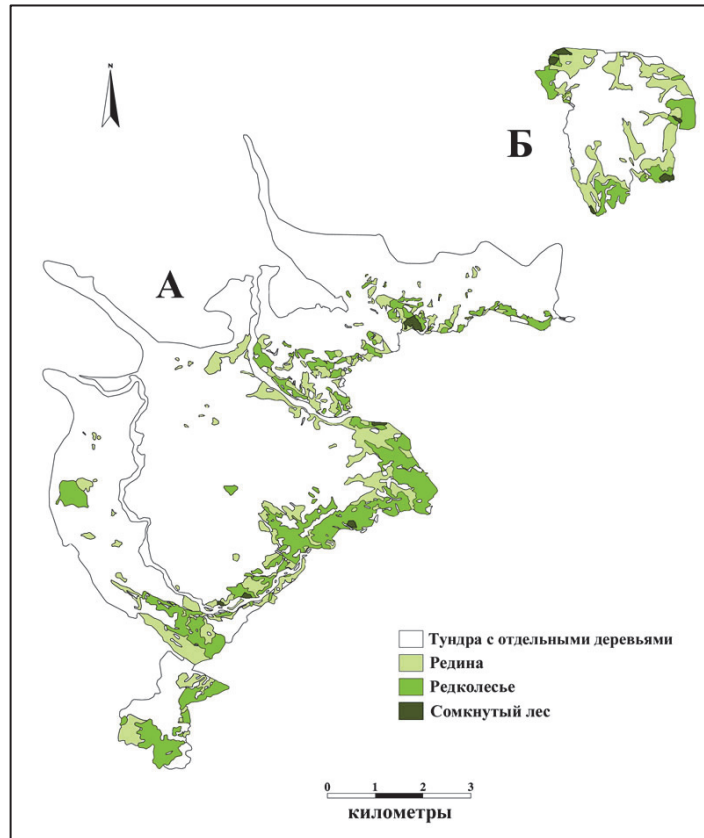


Рис. 2. Распределение различных типов лесотундровых сообществ в начале 1910-х годов: А – район массива Рай-Из и гор Черной и Мал. Черной. Б – район горы Сланцевой.

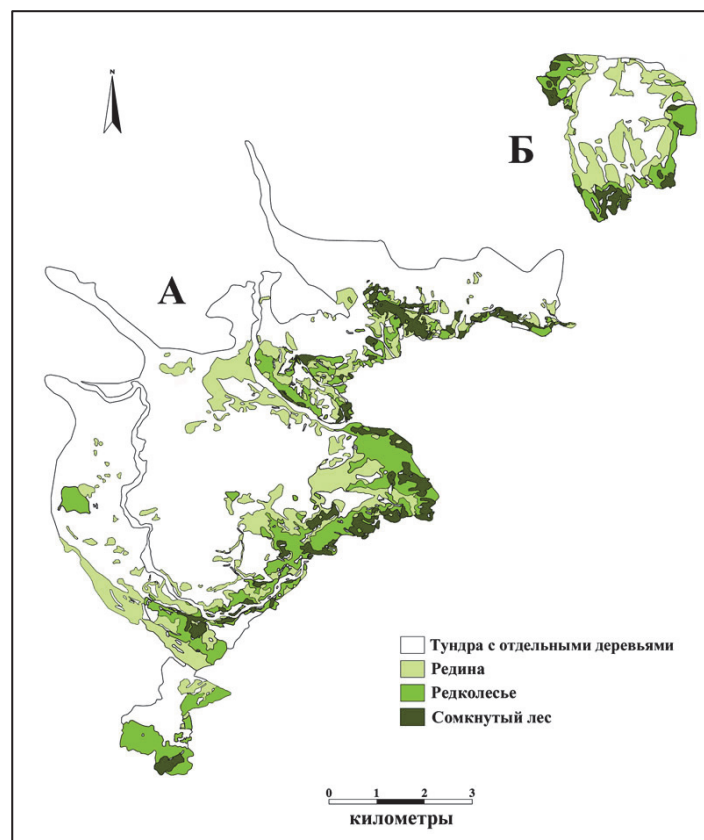


Рис. 3. Распределение различных типов лесотундровых сообществ в начале 1960-х годов: А – район массива Рай-Из и гор Черной и Мал. Черной. Б – район горы Сланцевой.

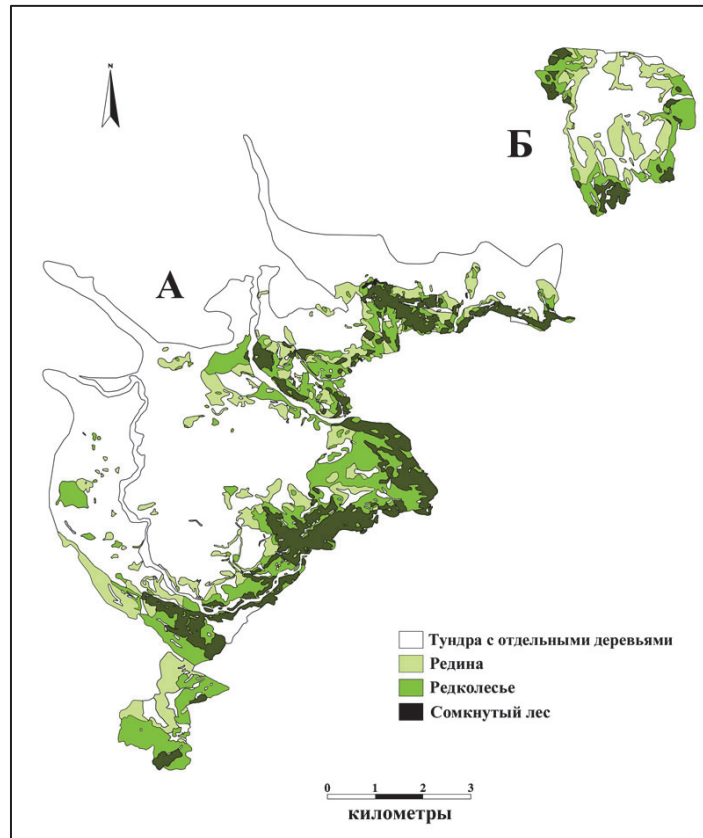


Рис. 4. Распределение различных типов лесотундровых сообществ в начале 2000-х годов: А – район массива Рай-Из и гор Черной и Мал. Черной. Б – район горы Сланцевой.

Сравнение рис. 2-4 показывает, что за последние 90 лет произошло значительное облесение ЭВГДР, которое выразилось в существенном увеличении площадей редколесий и сомкнутых лесов и сокращении площади тундр как в первой, так и во второй половине прошлого века. На многих склонах произошло продвижение верхней границы распространения редин, редколесий и сомкнутых лесов выше в горы. Максимальное вертикальное смещение сомкнутого леса вверх по склону в междуречье рек Енгаю и Кердоманшор составило 80м, редколесий и редин – 77 и 50м соответственно. В связи с небольшой высотой горы Сланцевой и жестких ветровых условий на ее вершине, вертикальное смещение этих границ здесь несколько меньше (35м – для сомкнутого леса, 45-50м – для редколесий и редин).

Следует обратить внимание на тот факт, что в течение всего рассматриваемого промежутка времени в пределах ЭВГДР преобладали площади, занятые тундрой с одиночно растущими деревьями. Это обусловлено наличием значительных площадей, особенно в верхней части экотона, неблагоприятных для произрастания древесной растительности, а также слабой их обеспеченностью семенным материалом. Однако за последние 90 лет площадь тундр сократилась почти на 1 тыс. га, их доля в общей площади экотона снизилась с 76 до 59%. Площадь, занятая рединами, изменялась своеобразно: в первой половине XX в. произошел скачкообразный рост (с 642 до 951 га), а во второй половине XX в. площадь редин сократилась и в настоящее время лишь на 91 га превышает площадь, которую они занимали в начале века. Это связано с тем, что лиственничные редины перешли в категорию редколесий и сомкнутых лесов. Площадь редколесий увеличивалась более или менее равномерно – с 618 га в начале прошлого века до 951 га в настоящее время. Наиболее сильно изменилась площадь, занимаемая сомкнутыми лесами. Если в начале 1910-х годов на рассматриваемой территории было 12 небольших участков сомкнутых лесов общей площадью 22 га, то в настоящее время они занимают 534 га площади ЭВГДР. Другими словами, их площадь увеличилась почти в 25 раз. Особенно много сомкнутых лесов сформировалось на южном склоне массива Рай-Из (рис. 4), где условия для возобновления лиственницы

наиболее благоприятны (слабое развитие живого напочвенного покрова на перидотитах и защищенность склонов от сильных ветров).

Таким образом, в течение последних 90 лет в ЭВГДР происходила интенсивная смена лесотундровых сообществ в направлении от тундры к сомкнутому лесу и увеличение облесенности территории. Однонаправленный характер этих смен на склонах разной экспозиции, а также в местообитаниях, различающихся почвенно-грунтовыми и микроклиматическими условиями, свидетельствует о том, что эти процессы проходили под воздействием общего фактора. Так как в районе исследований антропогенная нагрузка на лесотундровые сообщества до настоящего времени была незначительной, то таким общим фактором может быть только климатический.

Мы считаем, что экспансия древесной растительности связана с существенным улучшением температурных условий для ее произрастания. Подтверждением этому является анализ инструментальных данных за последние 120 лет по метеостанции Салехард, расположенной в 55 км к востоку от района исследований. Согласно этим данным, в 1920-х годах произошло существенное потепление и увлажнение климата, которое продолжается до настоящего времени. Температура летних месяцев (июнь-август) в 1883-1920 гг. составляла 10.7°C, в 1920-2004 гг. – 11.4°C, т.е. возросла на 0.7°C, а зимних месяцев (ноябрь-март) – на 1.1°C (с -20.8 до -19.7°C). Количество выпавших осадков в летние месяцы увеличилось на 32 мм (с 147 до 179 мм), а зимних – на 46 мм (с 67 до 113 мм). Как показало сравнение летних температур, реконструированных по ширине годовых колец лиственницы в разных районах Сибирской Субарктики [2], на Полярном Урале в XX в. происходило наиболее значительное потепление климата по сравнению с севером Западной Сибири и Таймыром. Существенное значение для экспансии древесной растительности имело более раннее начало вегетационного периода, о чем свидетельствует значительное повышение температуры мая. Если в 1883-1920 гг. она составляла -2.4°C, то в 1920-2004 гг. – -1.1°C, т.е. возросла на 1.3°C. Учитывая, что высотный градиент температуры летних месяцев для Полярного Урала составляет 0.7°C, температурная граница, при которой возможно существование древесной растительности, поднялась выше в горы примерно на 100 м.

Работа выполнена благодаря финансовой поддержке РФФИ (грант 05-04-48466) и ИНТАС (грант 01-0052), а также технической поддержке ООО "ДАТА+" – официального представителя компаний производителей программного обеспечения ESRI и Leica Geosystems.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в подготовку Третьего доклада об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Ред. Р.Т. Уотсон. ВМО-ЮНЕП. Женева, Швейцария, 2003. 220 с.
2. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Хантемиров Р.М., Наурзбаев М.М. Изменчивость летней температуры воздуха в высоких широтах Северного полушария за последние 1.5 тыс. лет: сравнительный анализ данных годовых колец деревьев и ледовых кернов // Докл. РАН. 1998. Т. 358. № 5. С. 681-684.
3. Шиятов С.Г. Возрастная структура и формирование древостоев лиственничных редколесий на верхней границе леса в бассейне реки Соби (Полярный Урал) // География и динамика растительного покрова: Труды Ин-та биологии УФАН СССР. 1965. Вып. 42. С. 81-96.
4. Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука. 1986. 136 с.
5. Шиятов С.Г., Мазепа В.С., Чехлов О.Ю. Изменения климата и динамика лесотундровых экосистем на Полярном Урале в XX столетии // Науч. вестн. 2002. Вып. 11. С. 28 – 35.
6. Shiyatov S.G. Rates of change in the upper treeline ecotone in Polar Ural Mountains // PAGES News. 2003. V. 11. № 1. P. 8 -10.
7. Korner Ch. Alpine Plant Life. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 1999. 343 p.