

С.Г. Шиятов

**ДИНАМИКА  
ДРЕВЕСНОЙ И КУСТАРНИКОВОЙ  
РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
В ГОРАХ ПОЛЯРНОГО УРАЛА  
ПОД ВЛИЯНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ  
ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

*С.Г. Шиятов*

ДИНАМИКА  
ДРЕВЕСНОЙ И КУСТАРНИКОВОЙ  
РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
В ГОРАХ ПОЛЯРНОГО УРАЛА  
ПОД ВЛИЯНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ  
ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

ЕКАТЕРИНБУРГ  
2009



УДК 574.4+581.524.3

**Шиятов С.Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата.** Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 216 с. ISBN 978-5-7691-2035-0.

Произведена оценка изменений в составе, структуре, продуктивности и пространственном положении лесотундровых сообществ, произрастающих в экотоне верхней границы древесной растительности на восточном макросклоне Полярного Урала (бассейн р. Сось), которые произошли под воздействием современного потепления и увлажнения климата, начавшихся в начале XX столетия и продолжающихся до настоящего времени. На основе сравнения изображений древесной и кустарниковой растительности на исторических и современных ландшафтных фотографиях, сделанных с одних и тех же точек, показано, что в течение последних 45 лет происходило интенсивное расселение древесной и кустарниковой растительности в горные тундры, в результате чего произошло поднятие верхней границы леса и возросла степень облесенности территории. Значительно увеличилась густота, сомкнутость и продуктивность древостоев. Рассмотрена роль климатических, эдафических, фитоценологических, биологических и антропогенных факторов, способствующих и препятствующих экспансии древесной и кустарниковой растительности.

Книга предназначена для научных работников, студентов и сотрудников природоохранных организаций, интересующихся проблемами экологии, лесоведения, географии и климатологии.

Ответственный редактор  
доктор биологических наук **С.Н. Санников**

Рецензент  
член-корреспондент РАН, доктор биологических наук **Н.Г. Смирнов**



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 09-04-07030.

ISBN 978-5-7691-2035-0

© ИЭРиЖ УрО РАН, 2009 г.

Изучению пространственно-временной динамики высокогорных лесотундровых, лесолуговых и лесных сообществ в настоящее время уделяется большое внимание в связи с необходимостью количественной оценки их реакции на изменения климата и антропогенные воздействия (Капралов и др., 2006; Kullman, 1990; Körner, 1999; Bugmann, Pfister, 2000; Holtmeier, 2003; Shiyatov, 2003). Древесная и кустарниковая растительность, произрастающая на верхнем пределе своего распространения в экстремальных почвенно-климатических условиях, наиболее чутко реагирует на изменение условий среды и чаще всего используется для оценки и индикации этих изменений (Горчаковский, Шиятов, 1985). Особый интерес представляют растительные сообщества, формирующие верхнюю границу древесной растительности в высокоширотных горных районах, где они до сих пор испытывают слабое влияние антропогенных факторов и происходят наиболее существенные изменения климатических условий (Arctic Climate..., 2005).

Обычно для исследования пространственно-временной динамики древесной растительности в высокогорьях используются прямые и косвенные методы, основными из которых являются: 1) метод постоянных высотных профилей и пробных площадей, на которых через определенные промежутки времени детально описываются и анализируются состав и структура ценопопуляций древесных и кустарниковых видов; 2) картографический метод, позволяющий выявлять закономерности распространения лесных, лесотундровых, лесолуговых и кустарниковых сообществ; 3) дистанционные методы, использующие разновременные аэро- и космоснимки для оценки изменений в составе, структуре и пространственном положении крупных хорологических единиц растительности; 4) метод исторических ландшафтных фотографий в целях выявления изменений в составе, структуре и пространственном положении мелких и средних хорологических единиц растительности; 5) палинологический и ботанический методы, позволяющие на основе анализа сохранившихся остатков растений в различного рода отложениях реконструировать длительные региональные изменения в составе древесных и кустарниковых видов; 6) дендрохронологический метод, позволяющий оценивать изменения годовичного радиального прироста деревьев и кустарников и датировать календарное время жизни как ныне живущих, так и отмерших деревьев (Александрова, 1964; Миркин и др., 1989; Шиятов, Мазепа, 2007).

Из перечисленных методов наиболее редко применяется метод повторных ландшафтных (наземных) фотографий, что связано с плохой сохранностью старых снимков и трудностью нахождения прежних точек съемки. Кроме того, этот метод можно использовать в основном при анализе динамики древесной растительности открытых ландшафтов, где имеются хорошо заметные наземные ориентиры, расположенные на разном удалении от точки съемки. Наиболее перспективны в этом отношении горные районы, а в пределах горного района – верхняя граница распространения древесной и кустарниковой растительности.

Повторные ландшафтные фотографии стали использовать для оценки изменений в растительности горных территорий в 1970-х годах, но наиболее интенсивно этот метод стал применяться в последнее время. Л. Куллман (Kullman,



4 1979) одним из первых применил этот метод для оценки состояния и вертикальных сдвигов древесной растительности в Скандинавских горах на основании фотоснимков и описаний древесной растительности, сделанных в начале прошлого века Г. Смитом (Harry Smith) и другими исследователями. Сравнив состояние, размеры, возраст и высоту произрастания отдельных особей и куртин березы извилистой (*Betula pubescens* Ehrh. s.l.), он пришел к заключению, что на большинстве обследованных участков верхняя граница распространения этого вида поднялась выше в горы под влиянием потепления климата и улучшения почвенно-грунтовых условий. Исторические ландшафтные фотоснимки для оценки вертикальных сдвигов верхней границы распространения сосны, ели и березы в Скандинавских горах Л. Куллман использовал и в более поздних работах (Kullman, 1988, 1997).

В последние годы появилось довольно много работ, в которых рассматривается пространственно-временная динамика лесолуговых и лесных сообществ, произрастающих в высокогорьях Северной и Южной Америки. Ф. Класснер и Д. Фарге (Klassner, Farge, 2002) в результате сопоставления изображений на разновременных дистанционных и наземных фотографиях показали, что за последние 70 лет в Национальном парке Глейшер (штат Монтана) увеличилась площадь и густота субальпийских лесов из *Abies lasiocarpa*, а переход от леса к тундре стал более резким. Д. Мунро (Munroe, 2003) по 6 ландшафтным фотографиям, сделанным в 1870 г., проанализировал изменения в высотном положении верхней границы леса, густоте древостоев и облесенности территории в горах Юинта (штат Юта) за последние 130 лет. За это время верхняя граница леса поднялась на 60–180 м (в среднем на 100 м), густота древостоев значительно увеличилась, а площадь, занимаемая луговыми сообществами, сократилась примерно на 75 %. На основании этих данных Д. Мунро пришел к заключению, что температура июля увеличилась в среднем на 0,7 °С. К. Тейп (Tape, 2006) с помощью разновременных ландшафтных фотографий и аэроснимков показал, что в течение последних 50 лет на территории Северной Аляски происходило увеличение площади, занимаемой кустарниками, особенно на склонах холмов и в долинах рек. Повторные наземные фотоснимки для оценки изменений в древесной и кустарниковой растительности в горных районах были использованы в работах Д.Л. Зайера и В.Л. Бейкера (Zier, Baker, 2006), Г.Р. Эллиотта и В.Л. Бейкера (Elliott, Baker, 2004), Д.Р. Батлера и др. (Butler et al., 1994), А.С. Байерса (Byers, 2000) и др. Выпущена книга (Turner et al., 2003), посвященная анализу изменений растительности в засушливых и полусухих районах Северной Америки, основанному на использовании около 290 ландшафтных снимков, сделанных на 100 фототочках в конце XIX в., в начале, середине и конце XX в. В Лаборатории пустынь (Тусон, Аризона) создан банк данных, в котором собрано около 6500 исторических ландшафтных фотографий по различным национальным паркам Юго-Запада США. Старейшие фотографии сделаны в 1863 г., около 20 % снимков – между 1880 и 1910 гг. (Webb, Boyer, 2004).

В последнее время метод повторных ландшафтных фотографий применялся для оценки изменений в древесной и кустарниковой растительности Центральной Азии (Nüsser, 2000, 2001; Moseley, 2006), Южной Африки (Duncan et al., 2006) и Австралии (Pickard, 2002).

На территории нашей страны первые работы по использованию старых ландшафтных фотографий для оценки состояния древесной растительности были проведены в высокогорьях Южного Урала. В 1975–1976 гг. С.Г. Шиятовым были проанализированы изменения в составе, структуре и высотном положении верхней границы древесной растительности на массиве Ирмель по снимкам, сделанным Л.Н. Тюлиной в 1927, 1929 и 1930 гг. (Шиятов, 1983). Ана-

лиз изображений на снимках показал, что за прошедшие 50 лет на этом массиве произошло значительное продвижение верхней границы распространения древесной растительности выше в горы, увеличились густота и продуктивность древостоев, а также степень облесенности территории в подгольцовом поясе. В более поздних работах (Moiseev, Shiyatov, 1999, 2003) на основе метода повторных фотоснимков была оценена динамика древесной растительности на верхнем пределе ее произрастания в горах Полярного и Южного Урала. Исторические и современные ландшафтные фотографии неоднократно использовались для иллюстрации современной экспансии древесной растительности в горах Урала (Шиятов и др., 2001; Shiyatov, 2003; Ваганов, Шиятов, 2005; Шиятов, Мазепа, 2007).

Метод повторных ландшафтных снимков довольно часто применяется для оценки динамики других компонентов ландшафта, в частности ледников (Lillquist, Walker, 2006; Zumbühl, 1980), эрозии берегов рек (Elliott, Jacobson, 2004), схода оползней (Harke, 2002), при оценке контролируемых пожаров (Yallop et al., 2006).

Одним из наиболее перспективных горных районов для изучения реакции древесной растительности на изменения климата является Полярный Урал (Шиятов, 1965; Шиятов и др. 2002; Shiyatov, 1993, 2003; Шиятов, Мазепа, 2007). Для этого района характерна сильная изменчивость климатических условий различной длительности (Шиятов, 1986), а высокогорная растительность не испытывает существенных антропогенных воздействий. На верхней границе леса произрастают простые по составу древостои, состоящие в основном из лиственницы сибирской, что намного облегчает изучение их климатогенной динамики. Кроме того, в течение последних 40–50 лет по данному району накоплен большой материал, характеризующий состав и структуру древесной растительности, что дает возможность использовать прямые свидетельства для подтверждения происшедших изменений.

Цель настоящей работы заключалась в качественной и количественной оценке изменений в составе, структуре и распределении лесотундровых, лесных и кустарниковых сообществ, произрастающих на верхнем пределе их распространения в горах Полярного Урала, которые произошли в течение последних 45 лет. Оценка этих изменений производилась при помощи редко используемого в нашей стране метода ландшафтных фотографий, сделанных с одних и тех же точек в разное время. Анализировались также результаты исследований, полученные ранее для этого района такими методами, как метод постоянных пробных площадей и высотных профилей, дендрохронологический и картографический, морфометрический анализ деревьев и кустарников (Шиятов, 1962, 1965, 1966, 1986; Shiyatov, 1993, 2003; Шиятов и др., 2005, 2007; Шиятов, Мазепа, 2007).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 99-04-48984, 02-04-48148 и 08-04-00208) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279). Большую помощь при проведении полевых работ оказали В.С. Мазепа, П.А. Моисеев и М.М. Терентьев, которым автор выражает свою искреннюю благодарность.



## ОСНОВНЫЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

**Выбор ориентиров на фотоснимке и местности** – визуальное определение хорошо заметных ориентиров на ландшафтном фотоснимке и местности.

**Граница древесной растительности верхняя** – линия, соединяющая самые верхние точки распространения древесных растений и их сообществ в горах. В данной работе мы различаем следующие верхние границы: *крупных кустарников, отдельных деревьев в тундре, редин, редколесий и сомкнутого леса*.

**Граница леса верхняя** – линия на склонах гор, соединяющая самые верхние точки распространения лесных сообществ различного фитоценотического статуса. Часто используется для обозначения границы распространения более или менее продуктивных лесов, имеющих хозяйственную ценность.

**Густота древостоя** – количество деревьев на единицу площади. Густоту древостоев глазомерно определяли по среднему расстоянию между деревьями. По этому признаку лесотундровые сообщества разделили на следующие четыре фитоценотические категории: *отдельные деревья в тундре* (среднее расстояние между деревьями более 50–60 м), *редина* (среднее расстояние между деревьями от 20–30 до 50–60 м), *редколесье* (среднее расстояние между деревьями от 7–10 до 20–30 м), *сомкнутый лес* (среднее расстояние между деревьями менее 7–10 м).

**Дендромониторинг фотографический** – слежение за изменениями в составе, структуре и распределении кустарниковых, лесотундровых и лесных сообществ при помощи ландшафтных фотоснимков, сделанных в разное время с одних и тех же точек.

**Дешифрирование ландшафтного фотоснимка** – выявление и распознавание заснятых объектов, определение их качественных и количественных характеристик.

**Зона ствола дерева бессучковая** – зона ствола дерева, в пределах которой отсутствуют сучья. На малоснежных местообитаниях ее протяженность составляет 60–120 см, она расположена у поверхности земли в зоне метелевого переноса снега. На многоснежных местообитаниях, где скапливаются сугробы снега мощностью до 5–7 м, сучья отсутствуют от основания ствола до максимально возможной высоты снегового покрова.

**Координаты точки географические** – величины, определяющие положение точки ландшафтной фотосъемки на земной поверхности (широта, долгота, высота над уровнем моря). Определяются при помощи топографических карт и приборов систем глобального позиционирования (GPS, Глонас).

**Криволесье** – растительное сообщество, древесный ярус которого состоит из невысоких (до 6 м) и обычно многоствольных деревьев с искривленными стволами. На Полярном Урале такие сообщества обычно формирует береза извилистая (*Betula tortuosa*).

**Крона дерева флагообразная** – отсутствие кроны на наветренной стороне ствола в результате воздействия сильных ветров и снеговой корразии в зимний период.

**Ландшафт географический** – относительно однородный участок географической оболочки, сходный по истории развития, структуре и характеру взаимосвязи между его отдельными компонентами.

**Ландшафт горный лесотундровый** – визуально просматриваемый крупный однородный участок горной местности, где господствует лесотундровый тип растительности.

**Поиск точки фотосъемки** – визуальное определение точки съемки исторического фотоснимка при помощи ориентиров на местности и топографической карты.

**Пояс горно-таежный** – пояс растительности, занимающий подножия склонов и представленный в районе исследований разреженными лиственнично-березово-еловыми лесами северотаежного типа. Занимает подножия склонов до высоты 130–150 м.

**Пояс горно-тундровый** – пояс растительности, занимающий склоны гор на высоте от 200 до 600 м и представленный ерниковыми, кустарничково-мохово-лишайниковыми и кустарничково-разнотравными тундрами, а также сообществами эпилитных лишайников на каменистых россыпях.

**Пояс подгольцовый** – пояс растительности, основу которого в районе исследований представляют лиственничные редколесья и редины в комплексе с зарослями кустарников (ольховника, ерника, крупных ив), горными тундрами и болотами. Занимает склоны гор на высоте от 100 до 450 м.

**Профилирование высотное** – метод сбора исходной информации о высотных изменениях в составе, структуре и распределении растительности в горных районах.

**Растительность древесная** – совокупность растительных сообществ, в составе которых имеются древесные растения.

**Растительность кустарниковая** – совокупность растительных сообществ, верхний ярус которых представлен крупными кустарниками (ольховником *Duschekia fruticosa*, ерником *Betula nana*, ивой мохнатой *Salix lanata*, ивой филиколистной *Salix phylicifolia*).

**Растительность лесная** – совокупность растительных сообществ, в которых доминирующая и эдификаторная роль принадлежит более или менее сомкнутому древесному ярусу, определяющему состав и структуру других компонентов лесного биогеоценоза.

**Растительность лесотундровая** – совокупность растительных сообществ, в которых имеется разреженный древесный ярус, который оказывает слабое влияние на нижние ярусы, основу которых составляют тундровые виды.

**Степень облесенности территории** – доля покрытой рединами, редколесьями и сомкнутыми лесами площадей по отношению к общей площади рассматриваемой территории.

**Структура древостоя возрастная** – распределение деревьев в древостое по возрасту. В лиственничных древостоях Полярного Урала выделяются следующие три возрастные поколения: молодое, возраст которого не превышает 90 лет, средневозрастное (120–220 лет) и перестойное (330–380 лет).

**Тип верхней границы леса ветровой** – высотное положение верхней границы редин, редколесий и сомкнутых лесов на выпуклых элементах рельефа, определяемое жесткими ветровыми условиями, небольшой мощностью снегового покрова и снеговой коррозией надземных органов древесных растений в зимнее время.

**Тип верхней границы леса курумный** – положение верхней границы редин, редколесий и сомкнутых лесов, определяемое отсутствием мелкозема и почвы на крутых склонах, покрытых крупноглыбовыми каменными россыпями.

**Тип верхней границы леса снеговой** – положение верхней границы редин, редколесий и сомкнутых лесов, определяемое скоплением выше по склону мощного сугроба снега, сход которого задерживается на 3–4 недели, что сильно сокращает длительность вегетационного периода.



**Тип верхней границы леса термический** – высотное положение верхней границы редин, редколесий и сомкнутых лесов, определяемое температурой воздуха и почвы. Выше этой границы имеется мелкозем и примитивные тундровые почвы, на которых могут произрастать древесные растения.

**Точка ландшафтной фотосъемки** – точка на земной поверхности, с которой сделан ландшафтный фотоснимок.

**Трансформация лесотундрового сообщества** – переход одной категории лесотундрового сообщества в другую в связи с изменением густоты, сомкнутости крон и продуктивности древостоя.

**Форма роста дерева** – общий облик древесного растения, обусловленный особенностями строения его ствола и кроны. В районе исследований наиболее распространенными формами роста по этому признаку являются следующие: *одноствольная* – имеется один главный вертикальный ствол; *многоствольная* – у одной особи формируется от 2–3 до 15–20 вертикальных стволов; *стланиковая* – основной ствол не поднимается вверх, а растет параллельно земной поверхности под воздействием неблагоприятных условий среды (сильные ветры, маломощный снеговой покров, снеговая коррозия).

**Фотографирование** – способ или процесс получения негативного, позитивного и цифрового изображений какого-либо предмета на светочувствительном материале, облученном световой или какой-либо иной лучистой энергией, излучаемой или отражаемой от предмета или проходящей через него.

**Фотоснимки ландшафтные разновременные** – фотоснимки, сделанные с одной и той же точки земной поверхности в разное время.

**Фотоснимок** – общий термин, используемый для обозначения позитивного, негативного и цифрового изображений, полученных путем фотографирования.

**Фотоснимок ландшафтный** – фотоснимок местности, сделанный с поверхности земли или вертикальных природных и искусственных объектов (деревьев, каменных останцов, вышек, зданий).

**Фотоснимок ландшафтный исторический** – фотоснимок местности, сделанный у поверхности земли более 10 лет тому назад.

**Фотоснимок ландшафтный повторный** – фотоснимок местности, сделанный повторно с той же точки земной поверхности.

**Фотоснимок ландшафтный современный** – фотоснимок местности, сделанный с поверхности земли менее 10 лет тому назад.

**Фотоснимок оцифрованный** – цифровое изображение фотоснимка в виде файла, полученное при помощи сканирования негативных и позитивных изображений или использования цифровой фотокамеры.

**Экотон верхней границы древесной растительности (ЭВГДР)** – переходный пояс растительности в горах между верхней границей распространения сомкнутых лесов и верхней границей распространения отдельных деревьев в тундре. Он занимает на склонах гор более широкую полосу по сравнению с подгольцовым поясом, так как в него входит нижняя часть горно-тундрового пояса, где древесные растения произрастают одиночно.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

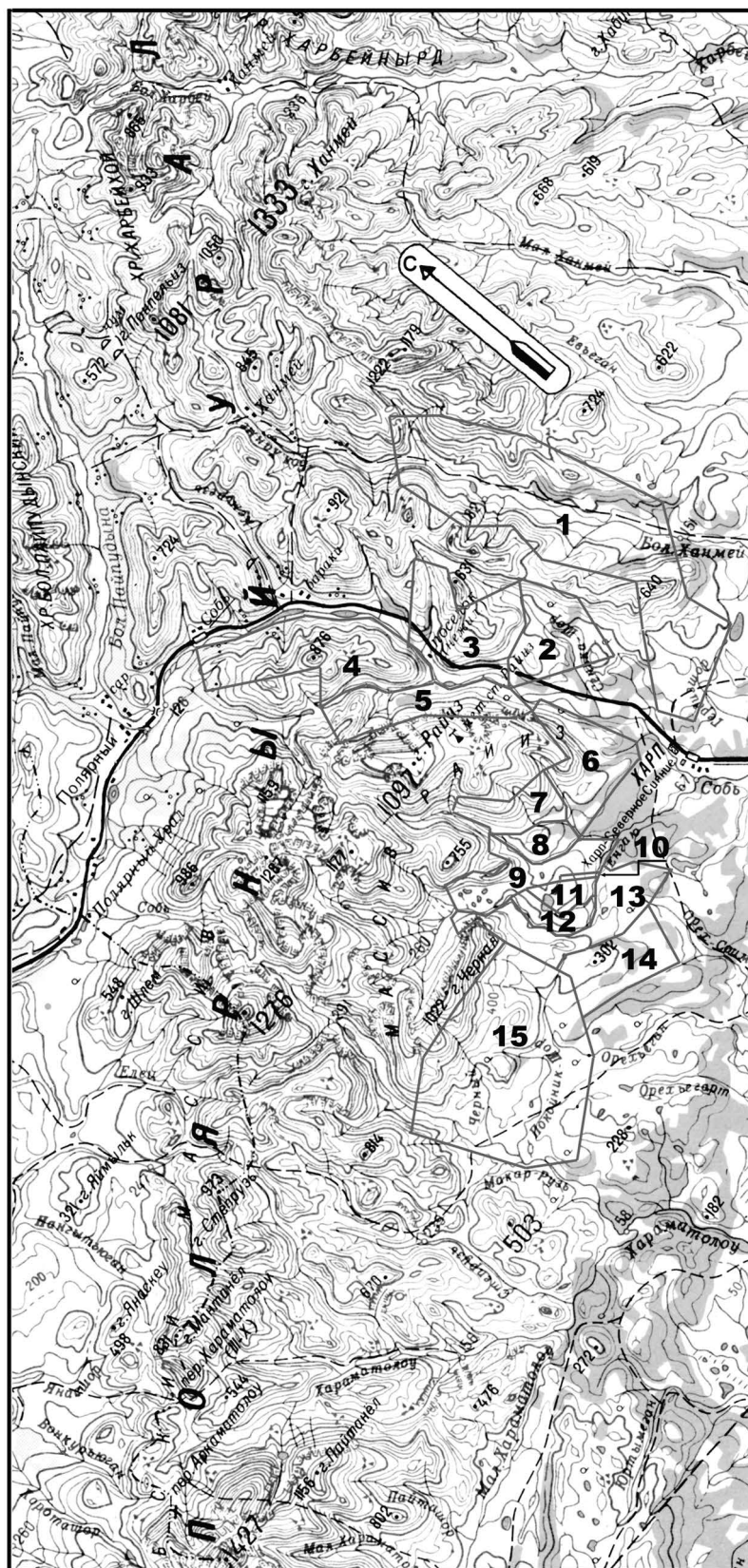
Полярный Урал по характеру рельефа и геологическому строению делится на две хорошо различающиеся части.

Северная часть Полярного Урала (от горы Константинов Камень до долины р. Собь) состоит из параллельных хребтов северного или северо-восточного направления, разделенных широкими речными долинами и межгорными депрессиями. Общая ширина хребта колеблется от 60 до 100 км. Абсолютная высота большинства горных вершин не превышает 1000–1200 м, лишь отдельные вершины превышают эти высоты (г. Нэтем-Пэ – 1363 м и г. Ханмей – 1324 м). Геологическое строение сложное. С запада на восток выделяют следующие пять структурно-литологических зон: 1) слабо метаморфизованные известняки и глинистые сланцы западного подножия хребта; 2) метаморфические зеленые сланцы и кварцитовидные песчаники западного склона и водораздельной части хребта; 3) гнейсоальбитовые амфиболиты и кристаллические сланцы; 4) габброперидотитовые интрузии восточного склона хребта; 5) эффузивно-туфовые и известняково-сланцевые толщи восточных предгорий (Троицкий, 1962). Некоторые исследователи предлагали называть эту часть хребта Заполярным Уралом, однако это название не прижилось.

Южная часть Полярного Урала (от Собской депрессии до верховьев р. Хулги) представляет собой компактный хребет шириной не более 20–25 км, при этом его направление становится юго-западным. Многие горные вершины достигают высоты 1200–1400 м. Здесь расположена наивысшая вершина Полярного Урала – гора Пай-Ер (1499 м). Водораздельная часть хребта представлена в основном породами перидотитового комплекса (массивы Рай-Из, Пай-Ер и Войкар-Сыньинский). Лишь депрессия Хара-Маталоу (между массивами Рай-Из и Пай-Ер) сложена кристаллическими сланцами. Северо-западные холмисто-увалистые предгорья состоят из метаморфических сланцев, а юго-восточные в основном сложены породами габбро-диоритового комплекса.

Район исследований расположен на восточном макросклоне Полярного Урала, в бассейне р. Собь (от р. Бол. Ханмей на севере до р. Макар-Рузь на юге). Господствующее положение по площади и высоте занимает ультраосновной массив Рай-Из, который простирается почти в широтном направлении от р. Собь на востоке до р. Макар-Рузь на западе (см. рисунок). Массив сложен в основном перидотитами, среди которых сравнительно небольшими полосами залегают дуниты. Для него характерны желто-бурая кора выветривания и огромные поля глыбовых россыпей, а не скалистые обнажения (Калецкая, Миклухо-Маклай, 1958). Наиболее возвышенная часть массива представлена обширным плато, высота которого колеблется от 800 до 1100 м над ур. м. В его северной части имеется несколько острых пиков высотой 1260–1290 м. Вдоль южной оконечности Рай-Иза тянется полоса горных образований различной высоты, сложенных габбро и пироксенитами. Наиболее высокие из них г. Черная (1030 м) и г. Мал. Черная (594 м). Кроме того, на некотором удалении от массива Рай-Из и г. Черной тянется цепь пологих сопков высотой от 294 до 359 м. Западные, северные и северо-восточные склоны массива Рай-Из окружают горы высотой от 400 до 880 м, сложенные кристаллическими сланцами (Слан-





Районы (1–15) в бассейне р. Сось (Полярный Урал), для которых произведен анализ пространственно-временной динамики древесной и кустарниковой растительности по ландшафтным фотоснимкам

цевая, Яр-Кей, Поур-Кей). Гора Сланцевая отделена от массива Рай-Из долиной р. Сось и состоит из трех вершин высотой 363, 412 и 417 м.

Территория Полярного Урала и окружающие его равнины в плейстоцене неоднократно испытывали оледенения. Наиболее отчетливо выделяются следы двух покровных оледенений и одного горно-долинного. Последнее происходило в конце плейстоцена (13–11 тыс. лет назад) и не распространялось далеко за пределы гор, но оставило яркие следы в современном рельефе гор и предгорий. Одним из центров этого оледенения был массив Рай-Из. Моренные отложения горно-долинного оледенения в основном представлены перидотитами и характеризуются крупнообломочным материалом и малым содержанием мелкозема (Калецкая, Миклухо-Маклай, 1958). Обширные поля этих отложений имеются в долинах рек Бол. Ханмей, Енгаю и Кердоманшор. В настоящее время на Полярном Урале свыше 90 ледников, из них на массиве Рай-Из находится 15 (Троицкий, 1966). Почти все они расположены в глубоких карах и трогах на склонах восточной и северо-восточной экспозиций ниже снеговой линии, и их существование здесь обусловлено условиями снегонакопления и затенения на отдельных участках склонов. В последние десятилетия ледники находятся в стадии деградации в связи с потеплением климата.

Важнейшие черты климата Полярного Урала формируются под влиянием особенностей радиационного режима высоких широт, довольно интенсивной циклонической деятельности, большой расчлененности рельефа при меридиональной вытянутости горных хребтов и близости к обширным поверхностям Северного Ледовитого океана (Шварева, 1962). Средняя годовая температура воздуха на высоте верхней границы леса составляет около  $-6,0$  °С. Наиболее холодный месяц – февраль, а самый теплый – июль. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет  $-52$  °С, а абсолютный максимум  $+30$  °С. Заморозки и выпадение снега на вершинах гор возможны в течение всех летних месяцев. Годовые величины радиационного баланса положительны и составляют около  $10$  ккал/см<sup>2</sup>. Район находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых горных пород. На Полярном Урале преобладает западный перенос воздушных масс. Наименьшая скорость ветра наблюдается летом (5–6 м/с), а наибольшая – зимой (9–10 м/с). При штормовой погоде скорость ветра достигает 40–50 м/с. Наиболее сильные и постоянно дующие ветры характерны для широтных долин, вдоль которых воздушные массы переваливают с западного склона хребта на восточный. В районе исследований прорыв воздушных масс происходит по долинам рек Сось, Енгаю и Макар-Рузь.

На восточном макросклоне хребта средняя годовая сумма осадков составляет 500–600 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в сентябре, в отдельные годы – в августе, а наименьшее – в феврале-марте. Доля твердых осадков составляет 50 % от их годового количества. Снеговой покров отлагается крайне неравномерно: с одних участков он почти полностью сдувается, на других скапливается в виде мощных сугробов. Здесь хорошо выражены метелевый перенос снега, чему благоприятствуют сильные и продолжительные ветры, значительное количество зимних осадков и низкие температуры воздуха (Ходаков, 1961). Сдуваемый с вершин и наветренных склонов снег отлагается в отрицательных формах рельефа, на подветренных склонах и в пределах подгольцового пояса. Снежки в верхних частях гор сохраняются до конца августа, а у подножий гор – до середины июля. В холодные летние сезоны некоторые снежки не успевают растаять.

Район исследований целиком расположен в бассейне р. Сось, верховья которой находятся в западной части хребта. Для большинства ее притоков (Мал. и Бол. Ханмей, Сенька-Шор, Кердоманшор, Енгаю, Макар-Рузь и Хараматалой)

12 характерно широтное простираие долин, и лишь долина р. Пай-Пудына имеет меридиональное простираие. Реки отличаются слабой выработанностью продольного профиля, крутым падением, быстрым и бурным течением. Питают их в основном талые снеговые воды и жидкие осадки. В горах и предгорьях много неглубоких озер ледникового происхождения. Самое крупное – оз. Ярейты, расположенное у подножия г. Черной. Большое количество озер имеется в долине р. Енгаю между горами Черной и Мал. Черной, которые образовались на месте крупного озера, спущенного в результате промыва конечной морены.

Бассейн р. Сось расположен в пределах южной части зоны лесотундры. Равнинная лесотундра постепенно переходит в горную в связи с изменением таких условий среды, как обильное и проточное увлажнение грунтов, мощный и неравномерно распределенный снеговой покров, жесткий ветровой режим, разнообразный состав материнских горных пород.

На горных склонах выражены следующие пояса растительности: горно-таежный, подгольцовый, горно-тундровый и пояс холодных гольцовых пустынь (Горчаковский, 1975). Горно-таежный пояс, представленный разреженными березово-лиственнично-еловыми лесами северотаежного типа, занимает подножия сопков высотой 200–300 м, расположенных восточнее высокогорной части хребта. В пределах высокогорий он выражен фрагментарно лишь в долине р. Сось (на южном склоне гор Сланцевой и Яр-Кеу, на северо-восточном склоне массива Рай-Из). Под пологом этих лесов обычно хорошо выражен ярус ольховника (*Dushekia fruticosus*).

Подгольцовый пояс занимает нижние части склонов до высоты 200–300 м. В основном представлен лиственничными редколесьями из *Larix sibirica* и лишь изредка – березовоизвилистыми криволесьями из *Betula tortuosa*. В качестве небольшой примеси в нижней части пояса встречается ель сибирская (*Picea obovata*). Для этого пояса характерно наличие зарослей ольховника, который на многих склонах произрастает на 50–150 м выше верхнего предела произрастания лиственницы. Лиственничные редколесья перемежаются с ерниковыми тундрами (из *Betula nana*), зарослями ив (*Salix lanata*, *S. philicifolia* и др.), болотами и мезофильными лугами. Под пологом редколесий произрастают как горно-тундровые, так и лесные виды растений, в результате чего они отличаются богатым видовым составом (Сочава, 1927).

Горно-тундровый пояс занимает средние части склонов гор – от 200–300 до 700–800 м над ур. м. Здесь произрастают кустарниковые, кустарничково-разнотравные и мохово-лишайниковые тундры. Большое влияние на состав и структуру тундровых сообществ оказывает состав горных пород, на что обращали внимание многие ботаники (Городков, 1926; Игошина, 1960). Многие виды кустарничков и травянистых растений, а также мхи и лишайники не встречаются на перидотитах, но отдельные виды приурочены и к этой горной породе.

Выше 700–800 м расположен пояс холодных гольцовых пустынь, в котором растения не образуют сомкнутых растительных группировок. Растения, как правило, произрастают одиночно на тех участках, где скапливается мелкозем. Основную площадь в этом поясе занимают каменистые россыпи, покрытые накипными лишайниками.

## МЕТОДИКА И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Качественную и количественную оценку пространственно-временных изменений в составе, структуре и распределении лесотундровых, лесных и кустарниковых сообществ, произрастающих в ЭВГДР, производили при помощи метода сравнения изображений (дешифрирования) на исторических и современных ландшафтных фотографиях, сделанных с одних и тех же точек. Следует отметить, что вертикальный градиент изменения растительности в горах более сжат по сравнению с горизонтальным градиентом на равнинах, что намного облегчает изучение ее пространственно-временной динамики.

Необходимым условием проведения такой работы является наличие исторических ландшафтных фотоснимков, сделанных 30–150 лет назад, которые сохранились до настоящего времени в личных коллекциях и архивах или опубликованы в статьях, книгах и фотоальбомах. Чем старше снимок, тем большую ценность он представляет. Кроме того, необходимо знать место и время съемки. К сожалению, старые негативы и позитивные отпечатки, полученные научными работниками, туристами, журналистами и любителями природы, не всегда хранятся надлежащим образом. После ухода авторов из жизни большую трудность представляет восстановление места и, особенно, времени съемки. Без наличия таких данных фотоснимок мало пригоден для пространственно-временной оценки изменений в растительности и ландшафте.

Перед нами таких проблем не возникало, так как абсолютное большинство исторических фотоснимков сделано автором. При этом сохранились не только негативы, но и записи, когда и где был сделан тот или иной снимок (см. Приложение). Наибольшее количество фотоснимков получено в 1960–1962 гг. во время выполнения аспирантской темы по изучению динамики верхней границы древесной растительности на Полярном Урале в бассейне р. Собь (Шиятов, 1962, 1965). Впоследствии фотографирование в этом районе производилось в 1965, 1966, 1969, 1977 и 1983 гг. За это время было сделано свыше 1500 черно-белых и цветных снимков с изображением древесной и кустарниковой растительности, произрастающей на верхнем пределе своего распространения. Съемками была охвачена большая часть бассейна р. Собь в его горной части – от долины р. Бол. Ханмей на севере до долины р. Хараматалоу на юге. Для съемок применялись различные типы любительских фотокамер с фокусным расстоянием объектива 50 мм. Размер кадра составлял 24×36 мм, использовалась отечественная черно-белая и цветная пленка. Кроме того, было изучено 6 черно-белых позитивных фотоснимков восточного отрога г. Поур-Кеу, сделанных К.Н. Игошиной в 1962 г.

Повторное фотографирование в 1996 г. показало, что в течение 35 лет в этом районе произошли существенные изменения в структуре и пространственном положении лесотундровых сообществ на их верхнем пределе произрастания, которые четко зафиксированы на ландшафтных фотоснимках. Поэтому было принято решение продолжить работу, которая проводилась одновременно с описанием и крупномасштабным картированием лесотундровых сообществ (Шиятов и др., 2005). В течение 1996–2007 гг. в бассейне р. Собь нами были сделаны повторные фотоснимки с 911 точек. Фотографирование производилось на

14 цветной негативной пленке Fujifilm-100(200) при помощи зеркальной камеры “Yashika” и объективом с фокусным расстоянием 50 мм. В 2004–2007 гг. дополнительные снимки были сделаны также при помощи цифровой камеры CANON. Для каждой точки определяли географические координаты с помощью GPS-приемников. До 2001 г. для гражданских лиц в систему координат вводилась случайная ошибка, поэтому точность определения координат точки съемки была меньшей (до 30–40 м) по сравнению с более поздними определениями. Особенно это касалось высоты над уровнем моря. Поэтому высоты точек уточняли при помощи топографических карт М 1:25 000. Знание точных географических координат точек фотосъемки позволит в дальнейшем легко найти их местонахождение любому желающему, введя соответствующие данные в GPS-приемник.

Следует отметить, что, несмотря на хорошее знание автором района исследований и преобладание открытых ландшафтов, нахождение прежней точки съемки оказалось довольно трудоемкой работой. Обычно за световой день удавалось сделать не более 10–15 повторных фотоснимков, точки съемки которых были расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Затруднения чаще всего возникали в результате закрытия вершин гор густыми облаками, что не позволяло выбрать хорошо заметные ориентиры на местности, а также в связи с увеличением густоты и высоты древостоев вблизи точки съемки, в результате чего задние планы ландшафта оказывались закрытыми для обзора.

В районе исследований, где преобладают открытые и многоплановые горные ландшафты, отыскать точку, с которой был сделан снимок, в большинстве случаев не представляло большой сложности. Поиск таких точек производился при помощи хорошо разработанного в топографии способа, который состоит в нахождении места пересечения двух и более линий, проходящих через хорошо заметные ориентиры на фотоснимке и местности. С помощью этого способа можно определить точку съемки с точностью до 10–15 м. Для достижения большей степени точности (до 1–2 м) определение производили на основе анализа взаимного расположения более или менее крупных объектов на переднем плане (форм nano- и микрорельефа, камней, деревьев и их отмерших остатков, кустарников). Если такие объекты отсутствовали, то использовали совмещение границ кадра, которые мы видели на фотоснимке и в рамке фотоаппарата, приближаясь или удаляясь от объекта съемки. Большую помощь в определении местонахождения точки съемки оказывали крупномасштабные топографические карты.

Фотосъемки проводили в дни с благоприятным солнечным освещением (безоблачное небо или легкая дымка). Ранним утром и вечером съемку не производили из-за наличия больших теней от деревьев и неровностей рельефа. Была затруднена съемка и в дни с сильным развитием кучевой облачности, когда поверхность земли представляла собой «одеяло» из светлых и темных пятен. Иногда приходилось подолгу ждать момента, когда интересующие нас объекты оказывались нормально освещенными. Положение Солнца на горизонте также сильно влияет на качество изображения древесной растительности, поэтому примерно для 15 % точек нами сделаны повторные снимки в разное время дня. Довольно много фотоснимков было сделано в апреле 1962 г., т. е. в период максимального снегонакопления, и в середине июня 1961 г., т. е. до начала вегетации древесных растений. Сопоставление фотоизображений, сделанных в это время и в период вегетации, затрудняло оценку изменений в древесной и кустарниковой растительности. Сравнение разновременных фотоснимков (апрель 1962 и 2006 гг.) показало перспективность использования зимних фотоизображений для оценки изменений в древесном ярусе, поскольку стволы и кроны деревьев резко контрастируют на фоне белого снега.

Из 911 точек, для которых были сделаны повторные ландшафтные фотоснимки, для анализа были отобраны снимки с 217 точек, которые более или менее равномерно покрывают территорию от р. Бол. Ханмей на севере до р. Макар-Рузь на юге и от ж.д. станции Собь на западе до пос. Харп на востоке. При этом отбирали снимки, содержащие наиболее типичные случаи изменения состава, структуры и пространственного положения лесотундровых сообществ, произрастающих в ЭВГДР.

Современные технические средства позволяют быстро и качественно отсканировать фотоизображение, а также устранить многие имеющиеся дефекты (царапины, пятна, потемнения, осветления, пожелтения, потеря резкости и др.). Сканирование исторических и современных пленочных негативов производилось в профессиональной фотолаборатории с разрешением 1544×1100 пикселей (снимок размером 10×15 см имел разрешение 260 dpi). Для устранения дефектов и улучшения качества изображений использовали программу Adobe Photoshop CS2. Поскольку большинство старых фотоснимков было сделано на негативной черно-белой пленке, а современные снимки – на цветной негативной, то возникла проблема получения таких позитивных изображений, которые позволили бы произвести возможно более детальный сравнительный анализ изменений в составе, структуре и пространственном положении древесной и кустарниковой растительности. После ряда экспериментов мы пришли к выводу, что лучше всего для этих целей подходят цветные изображения. В связи с этим было произведено тонирование черно-белых цифровых изображений в режиме RGB при помощи программы Adobe Photoshop.

Чтобы уменьшить размер файлов и более экономно разместить фотоснимки в работе, отсекали те части фотоизображения, на которых отсутствует древесная и кустарниковая растительность. В большинстве случаев это была верхняя часть изображения, которую обычно занимает небо.

Наиболее сложным оказалось дешифрирование фотоизображений. Метод ландшафтных фотографий, как и любой другой, обладает как определенными достоинствами, так и недостатками.

К достоинствам данного метода относятся:

1. Наглядность информации, получаемой с поверхности земли или вертикальных природных и искусственных объектов (деревьев, каменных останцов, вышек, зданий).

2. Получение качественной и количественной информации о составе, структуре и пространственном положении достаточно крупных объектов, фиксируемых светочувствительными материалами. К таким объектам относятся, в частности, деревья и крупные кустарники.

3. Возможность получения информации для больших участков земной поверхности (на удалении до 5–10 км).

4. Ландшафтные фотоснимки являются одними из лучших средств документирования состояния и изменения древесной и кустарниковой растительности на локальном уровне.

Основные недостатки ландшафтных фотоснимков следующие:

1. Искажение объектов, находящихся на разном удалении от точки съемки и в разных частях фотоснимка, в связи с различиями в наклоне оптической оси фотоаппарата и использованием различных типов объективов.

2. Трудность подгонки проекций первоначального и повторного фотоснимков.

3. Затруднения, связанные с определением района и точки съемки исторического снимка.

4. Неопределенность даты съемки исторического фотоснимка.

5. Низкое качество исторического фотоснимка.



Оценку качественных и количественных характеристик древесной и кустарниковой растительности производили на основе визуальной оценки и сопоставления видимых растительных объектов на разновременных позитивных фотоснимках, сделанных в одном и том же масштабе. К наиболее легко определяемым параметрам относятся видовой состав древостоя, высота деревьев и древостоев, диаметр стволов, густота и сомкнутость крон древесного яруса, возрастная структура древостоя, форма роста деревьев, жизненное состояние деревьев и древостоев, наличие сухостоя и валежа, высота и проективное покрытие полога крупных кустарников. На многих склонах удалось определить величину вертикального и горизонтального смещения верхней границы распространения сомкнутых лесов, редколесий, редины и отдельных деревьев в тундре, переход одного типа лесотундрового сообщества в другой и изменение степени облесенности территории.

Специфика метода ландшафтных фотографий состоит в том, что по мере удаления от точки съемки количество оцениваемых параметров древесной растительности изменяется. Если лесотундровый фитоценоз находится на удалении до 100 м, то можно оценить все основные параметры конкретного древостоя, включая подрост. На расстоянии от 100 до 800–1000 м некоторые параметры древостоя (диаметр ствола, подрост, плодоношение, наличие валежа) определить трудно или невозможно, но зато хорошо оцениваются верхние границы распространения различных типов лесотундровых сообществ и степень облесенности территории. На большем удалении с меньшей точностью определяются густота и проективное покрытие древесного и кустарникового ярусов, степень облесенности территории и пространственное положение лесотундровых сообществ. На участках склонов, удаленных на 3–4 км и более, оценка состояния древесной и кустарниковой растительности производилась лишь в тех случаях, когда качество исторических фотоснимков было удовлетворительным.

Ранее нами (Шиятов, 1983) на массиве Ирмель (Южный Урал) оценка изменения параметров кустарниковой и древесной растительности производилась непосредственно на точке съемки – сравнивалось изображение на фотоснимке с визуальным изображением на местности. Этот способ позволяет более точно определять сравнительные параметры древесной растительности, но требует значительно больших затрат времени. Однако на Полярном Урале он не использовался в связи с необходимостью произвести повторное фотографирование на большом количестве точек. Дешифрировали фотоснимки в камеральных условиях. Автоматизированные методы анализа изображений ландшафтных фотографий находятся в начальной стадии разработки, поэтому в этой работе они не применялись.

Конкретный фитоценоз относили к тому или иному фитоценозическому типу на основании густоты древостоя, которую оценивали через среднее расстояние между деревьями: к сомкнутому лесу относили сообщества, в которых среднее расстояние между деревьями составляет менее 7–10 м, к редколесьям – от 7–10 до 20–30 м, к рединам – от 20–30 до 50–60 м, а к тундре с одиночными деревьями – свыше 50–60 м. 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) (Шиятов и др., 2005).

Таким образом на разновременных ландшафтных фотоснимках была произведена оценка изменений многих важных параметров древесной и кустарниковой растительности, пространственное положение лесотундровых сообществ, степень облесенности территории, которые произошли в течение 25–45 лет.

Многие из перечисленных выше показателей не фиксируются на аэро- и космоснимках. Поэтому анализ изображений на разновременных ландшафтных фотоснимках дает ценную дополнительную информацию о динамике древесной и кустарниковой растительности на верхнем пределе ее произрастания, основанную на использовании прямых методов наблюдений.

Изменения климата в этом районе оценивали по данным инструментальных наблюдений на метеостанции Салехард за последние 120 лет, которая расположена в 55 км к востоку от района исследований, а также на высокогорной станции Ра-Из. Последняя находилась на вершине массива Рай-Из на высоте 890 м и на ней проводились наблюдения с 1936 по 1998 г. Кроме того, осуществлялась дендроклиматическая реконструкция летних температур за 1150–1995 гг. по лиственнице сибирской, произрастающей на верхнем пределе распространения в бассейне р. Сось (Shiyatov, 1995).

Анализ изменений в древесной и кустарниковой растительности осуществлен отдельно по 15 районам, которые отличаются друг от друга по геологии, рельефу, мезоклимату и растительности. Эти районы пронумерованы с севера на юг (см. рисунок). Нумерация точки съемки соответствует номеру фотоснимка с добавлением года съемки. Точки фотоснимков в пределах каждого района расположены по порядковым номерам (с 1 по 217) за исключением снимков, сделанных с точек 25 (район 2) и 112 (район 8).

## АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ИСТОРИЧЕСКИХ И СОВРЕМЕННЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ФОТОСНИМКАХ

### Район 1. Долина р. Бол. Ханмей и г. Гердъиз (точки 1–8)

Повторное фотографирование производилось в горной части долины р. Бол. Ханмей, начиная от устья ручья Бурного и далее вниз по течению на протяжении 11 км. Долина реки шириной 4–5 км имеет юго-восточное простираание и выработанную ледником U-образную форму. Дно пологовогнутое, заболоченное и безлесное, расположено на высоте 150–180 м над ур. м. Борта долины крутые, сложены кристаллическими сланцами, отдельные вершины достигают высоты 600–840 м. Подножия склонов до высоты 300–400 м заняты зарослями ольховника, лиственничными редколесьями и редины. По левому борту долины, где преобладают склоны юго-западной экспозиции, древесная и кустарниковая растительность развита лучше по сравнению с северо-восточными склонами, тянущимися вдоль правого берега реки. По мере продвижения вверх по течению р. Бол. Ханмей облесенность склонов снижается, а выше устья ручья Бурного встречаются лишь изолированные островки кустарников и редколесий.

Фотографирование осуществляли также в районе г. Гердъиз (350,6 м), которая находится в 7 км к северо-востоку от пос. Харп. Здесь на предгорных сопках высотой 250–350 м преобладают сообщества из ольховника и крупных ив, повсюду разбросаны островки лиственничных редколесий, а в наиболее увлажненных местообитаниях произрастают тундровые и болотные сообщества. Растительность этих районов весной и осенью используется для выпаса и прогона крупных стад домашних северных оленей.

Первичное фотографирование на этой территории производилось в 1962 г. Повторные фотоснимки были сделаны на 14 точках в 2005 и 2007 гг. (8 точек – в долине р. Бол. Ханмей и 6 – в районе г. Гердъиз). В настоящей работе проанализированы снимки, сделанные на 8 точках.

**Точка 1 (фото 1-1962 и 1-2005).** Фотографирование произведено с западного склона высоты 602 м, расположенной на левом берегу р. Бол. Ханмей, против устья ручья Бурного. Точка съемки находилась на высоте 271 м над ур. м. На снимках изображена долина этой реки выше по течению. Дно долины безлесное, занято заболоченной тундрой и густыми зарослями ивняков и ерника. Выше дна расположен хорошо выраженный пояс ольховника, верхняя граница которого по правому борту долины поднимается языками до высоты 300 м, а по левому борту – до 350 м. Лиственничные редколесья и редины произрастают на более крутых, дренированных и ветрообдуваемых участках склонов и расположены в основном на левом берегу реки.

Сопоставление изображений на разновременных снимках показывает, что за 43 года в этой части долины произошла заметная экспансия кустарниковой и, особенно, древесной растительности. Сомкнутость крон древостоев, расположенных на переднем плане снимка, увеличилась на 10–20 %, а средняя высота древостоев – на 1–1,5 м. На некоторых участках этого лесного острова сформировался сомкнутый древостой, а его верхняя граница поднялась выше по

склону примерно на 10–15 м. Лиственничная редина, произраставшая в начале 1960-х годов на западном склоне сопки высотой 307 м, расположенной на левом берегу р. Бол. Ханмей (см. средний план фотоснимков), превратилась в более продуктивное редколесье. Заметно увеличилось количество и размеры деревьев, произрастающих одиночно в кустарничковой и ерниковой тундре по периферии массива редколесий. В поясе ольховника, расположенного на правом берегу реки, появились небольшие островки лиственничных редин, а площадь каменистых россыпей в его пределах сократилась не менее чем на 10 %.

**Точка 2 (фото 2-1962 и 2-2005).** Точка съемки расположена на правом берегу р. Бол. Ханмей, примерно в 350–400 м ниже устья ручья Бурного. На снимках изображена древесная растительность, произрастающая на юго-западном склоне сопки 307 м. На переднем плане находится ровная безлесная поверхность дна долины, сложенная суглинками озерных отложений. Полоса лиственничных редколесий и редин начинается при переходе дна долины в более крутой склон, т. е. на высоте 200–210 м, и заканчивается на высоте 230–240 м. Хорошо видно, что за прошедшее время значительно увеличилась густота и продуктивность древостоев. Преобладавшие в прошлом редины и небольшие островки редколесий превратились в довольно крупный массив лиственничных редколесий.

**Точка 3 (фото 3-1962 и 3-2005).** Снимки сделаны с правого берега р. Бол. Ханмей, в 250–300 м ниже по течению от точки 2. На первом плане изображен правый берег, сложенный ледниковыми отложениями и покрытый кустарничковыми и осоково-злаково-разнотравными тундрами. Обращает на себя внимание наличие большого количества молодых кустов ольховника на перегибе дна долины в прирусловый галечник. Кроме того, вдоль левого берега реки появилось несколько молодых лиственниц высотой до 3 м. Наиболее значительные изменения в растительности произошли у подножия юго-западного склона высоты 602 м. Там, где 43 года тому назад произрастали отдельные невысокие кусты и куртины ольховника, в настоящее время сформировались густые и более высокие куртины. Интересно, что ольховник интенсивно расселялся в месте перехода крутого склона в пологий. Это можно объяснить тем, что в последние десятилетия почвенно-грунтовые условия, в частности мерзлотный режим, стали более благоприятными. Увеличилась сомкнутость крон ольховника и на верхнем пределе его произрастания, что видно при внимательном рассмотрении задних планов фотоснимков. Заметно возросли густота и высота лиственничных древостоев, произрастающих на юго-западном склоне высоты 602 м и северо-западном склоне полукруглой сопки 284 м. На пологих склонах последней произошло поднятие верхней границы редколесий на 20–30 м.

**Точка 4 (фото 4-1962 и 4-2005).** Ландшафтные фотоснимки сделаны с правого берега р. Бол. Ханмей, около устья безымянного ручья. Точка находится примерно на равном удалении (3 км) между устьями правых притоков Жильный и Озерный. Справа за рекой – подножие облесенной сопки высотой около 600 м, слева на втором плане – сопка 284 м, а на заднем плане – высота 602 м. Дно долины вдоль левого берега реки занято заболоченной тундрой. На бровке надпойменной террасы растут две лиственницы, высота которых в 1962 г. составляла 1–1,5 м, а в настоящее время – 3–4 м. Значительно увеличилась густота и высота произрастающих у подножия высоты 600 м лиственничных древостоев, местами даже сформировались сомкнутые древостои. Площадь каменистой проплешины, расположенной в центре снимков, несколько сократилась. Возросла сомкнутость крон ольховника, произрастающего выше лиственничного массива. Произошло также расселение ольховника и крупных ив ниже по пологому склону вдоль временных водотоков.

**Точка 5 (фото 5-1962 и 5-2005).** Точка съемки находится на правом берегу р. Бол. Ханмей, примерно в 3 км ниже устья ручья Озерного. В этом месте окаймляющие долину хребты понижаются, особенно вдоль левого берега реки. В 4–5 км ниже по течению река выходит из высокогорий в область невысоких предгорий. На снимках изображен левобережный хребет, высота которого составляет 240–350 м. Верхняя граница распространения зарослей ольховника по ложбинам поднимается до вершины хребта. Сомкнутость полога ольховника, произрастающего на крутых каменистых участках склона, несколько увеличилась, но наиболее интенсивно он расселился на пологих и более увлажненных участках долины. Заметно увеличились густота, высота и продуктивность листовенных древостоев, особенно в средней и нижней частях склона. Безлесная часть дна долины у этой точки более узкая по сравнению с расположенными выше по течению реки участками.

**Точка 6 (фото 6-1962 и 6-2005).** Фотосъемка производилась с того же участка склона высоты 602 м, с которого делались снимки на точке 1. Отличие заключалось лишь в высотном положении точки съемки (338 м вместо 271 м). На снимках изображен правый борт долины р. Бол. Ханмей, ориентированный на северо-восток. В центральной части снимка находятся русло и конус выноса ручья Бурного. Выше последнего расположен крупный снежник, который сохраняется до середины августа. Сравнение изображений на этих фотоснимках свидетельствует о значительном увеличении площади, занятой зарослями ольховника. Максимальная экспансия ольховника произошла на более пологом участке склона, особенно на нижней границе его произрастания, а верхняя граница распространения куртин ольховника не сместилась из-за наличия крутых каменистых склонов. В целом площадь зарослей ольховника увеличилась не менее чем на 15–20 %. Заметно увеличилась сомкнутость полога ольховников в пределах всей полосы его распространения.

За рассматриваемый промежуток времени интенсивно расселялась и листовенница сибирская. В начале 1960-х годов листовенные редколесья и редины в виде узких полос произрастали лишь вдоль русла водотока. В настоящее время ширина этих полос заметно увеличилась. Кроме того, произошло облесение большей части конуса выноса, расположенного ниже снежника, в результате чего верхняя граница редколесий поднялась выше в горы на 50–60 м. Редины и отдельные деревья листовенницы также появились в пределах крупного массива ольховника, расположенного в левой части снимка.

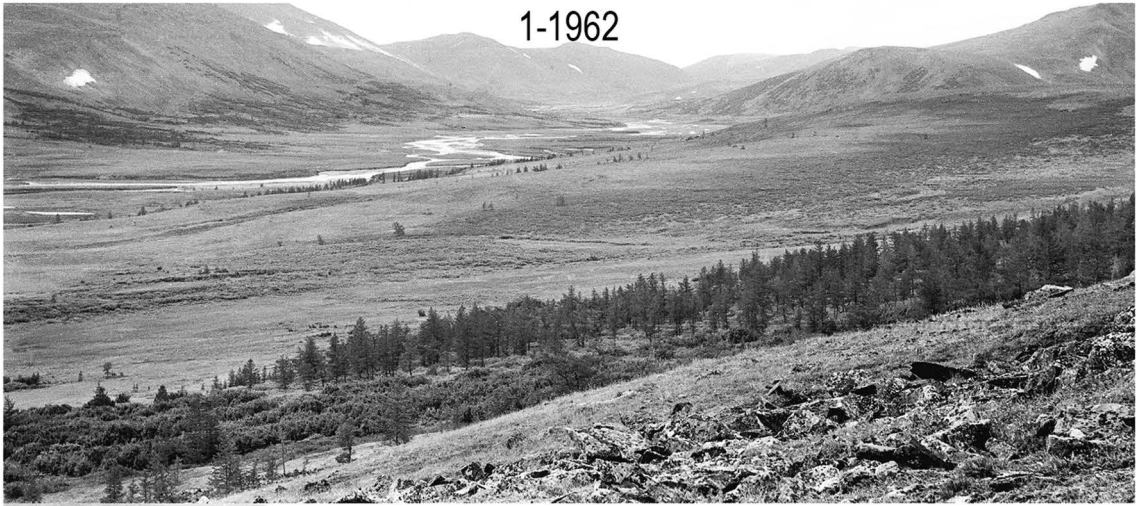
**Точка 7 (фото 7-1962 и 7-2005).** Точка съемки расположена на левом берегу р. Бол. Ханмей против устья ручья Озерного, выше верхней границы распространения зарослей ольховника. На снимках изображен левый борт долины р. Бол. Ханмей при выходе ее из высокогорной части Полярного Урала. Верхняя часть склона, ориентированного на юго-восток, занята каменистыми россыпями, по которым языками поднимаются куртины ольховника. Несмотря на сильную каменистость и сухость склона верхняя граница распространения кустов ольховника поднялась на 10–20 м. Наиболее сильные изменения произошли в средней части склона, где значительно сократилась площадь каменистых окон в результате увеличения площадей, занятых ольховником. Экспансия ольховника наблюдалась также в нижней части склона. Листовенные редколесья и редины находятся на большом удалении от точки съемки, поэтому произвести оценку изменений в древесной растительности затруднительно.

**Точка 8 (фото 8-1962 и 8-2007).** В 2007 г. было сделано 6 повторных снимков в районе г. Гердъиз, расположенной в 7 км к северо-востоку от пос. Харп. Съемка производилась ранней весной, когда листья деревьев и кустарников

еще не распустились. Время для фотосъемки оказалось неудачным, поскольку ветви и стволы сливались с фоном поверхности земли. Это затруднило оценку происшедших изменений в древесной и кустарниковой растительности. В качестве примера приведена пара фотографий, сделанных на северном склоне перидотитовой сопки высотой 265,1 м, расположенной на левом берегу ручья Гердъизшор. На снимках изображен северный склон сопки и долина ручья, а на заднем плане – массив Рай-Из и г. Черная. Сравнение изображений на разновременных снимках показало, что густота и высота лиственничных древостоев, произрастающих у подножия северного склона сопки и на расположенном за ручьем пологом склоне увеличились, а также появились молодые лиственницы на ранее безлесных участках.

Предгорные невысокие сопки (150–350 м над ур. м.), расположенные в районе г. Гердъиз и на выходе р. Бол. Ханмей из высокогорной части хребта, ежегодно весной и осенью используют для выпаса и отела больших стад домашних северных оленей. Это приводит к вытаптыванию подроста лиственницы высотой до 1 м. Кроме того, молодые побеги лиственницы и крупных ив с охотой поедаются оленями, что, несомненно, препятствует формированию более густых древостоев и увеличению степени облесенности территории.





3-1962



3-2005



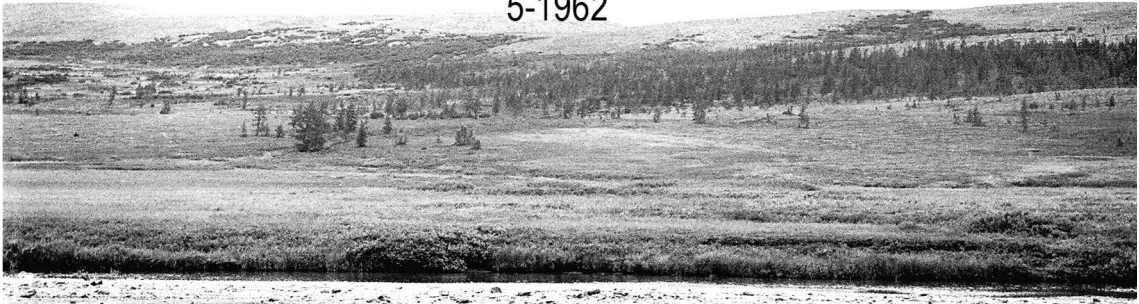
4-1962



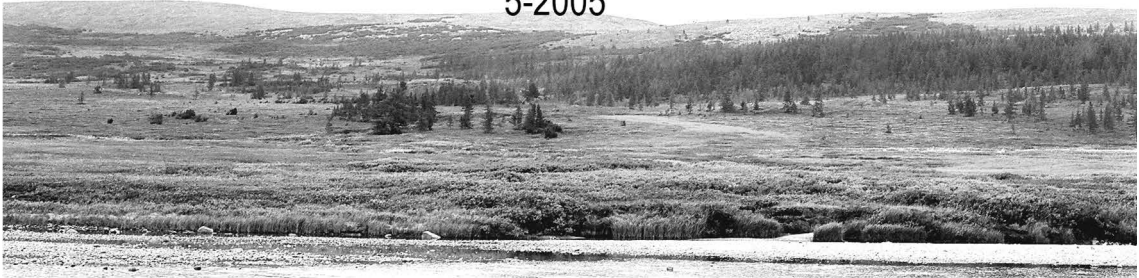
4-2005



5-1962



5-2005



6-1962



6-2005





7-1962



7-2005



8-1962



8-2007



Этот район – один из наиболее доступных для исследования, поскольку у подножия г. Сланцевой проходит железнодорожная ветка Сейда–Лабытнанги. Гора Сланцевая – сравнительно небольшое (4×5 км) горное сооружение, расположенное между р. Сось и ее левым притоком ручьем Сенька-Шор и сложенное кристаллическими сланцами. Она имеет несколько безлесных вершин высотой от 362 до 417 м. Западный склон горы, обращенный к р. Сось, очень крутой (до 30–40°), склоны остальных экспозиций более пологие (5–15°). Гора испытывает влияние сильных северо-западных ветров, прорывающихся по долинам рек Сось и Вост. Нырдумэншор. Истоки ручья Сенька-Шор берут начало на восточном склоне г. Яр-Кеу. В верхнем и среднем течении он течет с севера на юг, отделяя горы Яр-Кеу и Сланцевую от хребта, тянущегося вдоль правого берега р. Бол. Ханмей. В нижнем течении он меняет свое направление на юго-западное, впадая в р. Сось между ж.д. станцией Харп и разъездом Красный Камень. У подножия крутого западного склона г. Сланцевой произрастает довольно большой массив березово-елово-лиственничных лесов северотаежного типа.

Повторные ландшафтные снимки были сделаны на 104 точках, из которых для анализа были отобраны снимки с 17 точек, распределенных более или менее равномерно в пределах этого района.

**Точка 9 (фото 9-1969 и 9-1998).** Съемка произведена в центральной части г. Сланцевой, вблизи группы каменных останцов, расположенных на перевале между юго-восточной (362,6 м) и западной (412 м) вершинами. Около останцов проходит верхняя граница распространения кустов и куртин ольховника, а также отдельных деревьев лиственницы. Видно, что за рассматриваемый промежуток времени увеличилось количество кустов ольховника, а существовавшие ранее кусты разрослись, т.е. стали более густыми и высокими. Происходило также расселение лиственницы в тундровые сообщества. Если на снимке 1969 г. имелась лишь одна лиственница высотой около 3 м, то на современном снимке насчитывается до 10 молодых лиственниц, а высота старой лиственницы увеличилась до 5 м.

**Точка 10 (фото 10-1962 и 10-1998).** Снимки сделаны в юго-восточной части г. Сланцевой, перед небольшим выступом высотой 265 м. На месте точки съемки скапливается мощный сугроб снега, который стаивает лишь к середине июля. В начале 1960-х годов на выступе произрастала чахлая лиственничная редица, среди которой имелся подрост высотой до 1 м. К 1998 г. на этом месте сформировалось типичное редколесье. Продолжается процесс возобновления лиственницы, причем молодые деревья имеют одноствольную форму роста. По ложбине вдоль временного водотока тянется полоса кустарников, представленная различными видами ив и ерником. За прошедшие 30 лет сомкнутость и высота кустарниковых зарослей заметно увеличились.

**Точка 11 (фото 11-1962 и 11-1998).** Фотографирование производилось с восточного склона вершины 362,6 м, расположенной в юго-восточной части г. Сланцевой. На переднем плане изображен облесенный юго-восточный выступ г. Сланцевой, за которым видна ложбина, по которой течет ручей Сенька-Шор. Вдоль левого берега ручья тянется крутой склон, покрытый лиственничным лесом. На заднем плане видна заболоченная терраса, а за ней – юго-западный склон хребта, который простирается вдоль правого берега р. Бол. Ханмей. Сравнение этих снимков показывает, что за сравнительно короткий промежуток времени (36 лет) произошли значительные изменения в сомкнутости крон и густоте древостоев, произрастающих как на правом, так и на левом берегу ру-

чья. Многие участки редколесий превратились в лесные сомкнутые сообщества. Степень облесенности склонов увеличилась с 50 до 70 %, а средняя высота древостоев – на 2–3 м.

**Точка 12 (фото 12-1962 и 12-2005).** Снимки сделаны на южном склоне г. Сланцевой, с каменистого возвышения высотой 250–270 м, которое расположено вдоль левого берега небольшого ручейка, берущего начало в центральной части горы. На первом плане расположена довольно широкая облесенная ложбина, за которой виден протяженный пологий отрог. На заднем плане видна юго-восточная оконечность массива Рай-Из. Анализ изображений показал, что за 43 года густота, сомкнутость и продуктивность древостоев значительно увеличились в пределах ложбины, на вершине и восточном склоне отрога. Большая часть участков редколесий трансформировалась в сомкнутые лесные сообщества. Безлесными остались лишь два небольших участка (см. фото 12-2005): верхний, расположенный на вершине отрога, не облесился из-за воздействия сильных ветров в зимнее время, а на расположенном ниже участке скапливается мощный сугроб снега, стаивающий лишь к началу июля. Вблизи точки съемки верхняя граница лиственничных редколесий поднялась выше в горы на 15–20 м.

**Точка 13 (фото 13-1969 и 13-1998).** На фотографиях изображен южный склон вершины 412 м. На пологом склоне, расположенном на переднем плане, произрастает ерниковая тундра с одиночными лиственницами. За ней находятся ложбина и возвышение, которые упоминались при анализе фотоснимков, сделанных на точке 12. На заднем плане видны склоны гор, находящиеся за ручьем Сенька-Шор. Наиболее значительные изменения в растительности произошли на возвышении – количество деревьев увеличилось здесь в 2–3 раза. Участки тундры с отдельными деревьями превратились в редину, а небольшой участок лиственничной редины, расположенный в правой части снимка, – стал типичным редколесьем. В связи с этим здесь произошло поднятие верхней границы распространения редины на 50 м и редколесья – 20 м. Заметно увеличились сомкнутость полога и протяженность полосы ольховника, произрастающего в ложбине вдоль водотока.

**Точка 14 (фото 14-1969 и 14-1998).** На этих снимках изображен южный склон г. Сланцевой. Точка съемки находится в 250 м ниже по склону от точки 13. На переднем плане изображена верхняя граница редколесий, а на втором плане – ложбина и каменистое возвышение. Анализ разновременных фотоснимков показал, что за рассматриваемый промежуток времени значительно увеличились густота, высота и продуктивность произрастающих в ложбине древостоев. На многих участках сформировались сомкнутые лесные сообщества. Редины на каменисто-щебнистых склонах перешли в категорию редколесий, в результате чего верхняя граница последних поднялась на 40–50 м.

**Точка 15 (фото 15-1969 и 15-1998).** На переднем плане изображен пологий южный отрог г. Сланцевой. Произрастающая на нем древесная растительность испытывает влияние сильных ветров, поэтому многие лиственницы имеют многоствольную форму роста. На заднем плане находится крутой северо-восточный склон массива Рай-Из. Анализ этих снимков показал, что происходило увеличение густоты древостоев. В пониженных местах, где скапливается больше снега, появилось довольно много молодых лиственниц высотой до 1,5 м. В месте перегиба пологого склона южной экспозиции в более крутой западной, где ветровые условия более благоприятные, сформировалась опушка из более густого и высокого лиственничного древостоя.

**Точка 16 (фото 16-1969 и 16-1998).** Фотографирование произведено с южного отрога г. Сланцевой, в месте резкого перехода тундровых сообществ в сомк-



28 нутый лес. На снимке 1969 г. видно, что на верхней границе древесной растительности произрастали в основном средневозрастные лиственницы, а на некотором расстоянии от опушки леса было несколько старых деревьев. Обращает на себя внимание наличие большого количества остатков стволов и корней довольно крупных деревьев, отмерших во время Малого ледникового периода, который в этом районе длился с конца XIII в. до начала XX в. (Shiyatov, 1993, 2003). В настоящее время основу древостоя составляют молодые лиственницы высотой до 6–7 м, которые в конце 1960-х годов имели высоту 50–150 см. Верхняя граница сомкнутого леса продвинулась по склону на 40–50 м, а по высоте – на несколько метров. Стволы опушечных деревьев имеют бессучковую зону на высоте от 30–40 см до 80–90 см и приземные ветви, что свидетельствует о наличии здесь жестких ветровых условий и небольшой мощности снегового покрова в зимнее время.

**Точка 17 (фото 17-1969 и 17-1998).** Точка съемки находится на западном склоне вершины 412 м. Древесная растительность поднимается до высоты 300 м, где сравнительно пологий склон, занятый кустарничково-разнотравной тундрой, переходит в очень крутой, на котором растет лиственничная редина. Под ее пологом находятся густые заросли ольховника, а местами и рябины. Отсюда открывается вид на долину р. Сось, по левому берегу которой проходит железная дорога Сейда–Лабытнанги. На заднем плане слева видна северная оконечность массива Рай-Из, а справа – г. Поур-Кеу. На пологом участке склона продвижение древесной растительности выше в горы затруднено из-за сильных долинных ветров и малой мощности снегового покрова. Несмотря на неблагоприятные условия, происходило постепенное заселение лиственницей нижней части этого склона, и на месте тундрового сообщества сформировалась лиственничная редина. Верхняя граница распространения этой редины поднялась выше в горы до 20–30 м.

**Точка 18 (фото 18-1962 и 18-2000).** Съемка произведена с западного склона вершины 412 м. На снимках изображены левый берег долины р. Сось и проходящая по ней железная дорога. На более крутых склонах и вдоль водотоков произрастают густые елово-лиственнично-березовые леса северотаежного типа, а на пологих участках – заболоченные редколесья. Сравнение изображений на этих снимках показало, что у подножия склона (высота 100–125 м над ур. м.) продуктивность лесных сообществ увеличилась, при этом на некоторых участках заметно возросла роль ели сибирской. На заболоченных участках возросли густота и высота древостоев, которые состоят в основном из лиственницы и березы.

**Точка 19 (фото 19-1962 и 19-1998).** Фотоснимки сделаны с северо-западного склона г. Сланцевой. На них изображена долина р. Сось в районе железнодорожного разъезда Красный Камень. Железнодорожная ветка была проложена в 1947 г., а на месте вырубленного леса, произраставшего на надпойменной террасе, построен довольно крупный поселок, заброшенные строения которого видны на старом снимке. Раньше на этой террасе произрастал березово-лиственнично-еловый лес, при этом деревья лиственницы и ели достигали высоты 20–21 м при диаметре 50–60 см. К настоящему времени на месте заброшенного поселения сформировался молодой лиственный лес, доминантами древесного яруса которого являются береза пушистая и ива шерстистопобеговая (*Salix dasyclados*). Под пологом этого леса появился еловый подрост.

**Точка 20 (фото 20-1965 и 20-2002).** Снимки сделаны с южного склона г. Яр-Кеу. На них изображены южный склон г. Яр-Кеу, заболоченная ложбина, отделяющая г. Яр-Кеу от г. Сланцевой, и северо-западный склон г. Сланцевой. На заднем плане видна долина р. Сось и северо-восточный склон массива Рай-Из.

Обращает на себя внимание сильное разрастание куртины и увеличение сомкнутости зарослей ольховника на южном склоне г. Яр-Кеу, а также повышение густоты и продуктивности лиственничных редколесий и лесов на г. Сланцевой, особенно вокруг конусовидной сопки высотой 290,4 м. Площадь, занятая заболоченной тундрой, практически не изменилась.

**Точка 21 (фото 21-1962 и 21-1998).** Точка съемки находится на вершине конусовидной сопки 290,4 м, расположенной на северо-западном склоне г. Сланцевой. На фотографиях изображен юго-западный склон г. Яр-Кеу, верхняя часть которого покрыта каменными россыпями и ольховником, а нижняя – лиственничным лесом. Хорошо видно, что расположенные на переднем плане лесные полосы стали значительно более густыми, а деревья – более высокими. Особенно впечатляет увеличение густоты и сомкнутости древостоев, произрастающих левее безлесного возвышения. В начале 1960-х годов здесь было много прогалов, которые к настоящему времени покрылись лиственничными редколесьями. Произраставшие ранее редколесья превратились в сомкнутые и продуктивные лесные сообщества. На более крутой части склона г. Яр-Кеу сократилась площадь каменных окон и луговин за счет разрастания куртин ольховника и лиственницы.

**Точка 22 (фото 22-1966 и 22-2005).** Снимки сделаны у подножия северо-западного склона конусовидной сопки 290,4 м. На первом плане изображена пологая нагорная терраса, а на заднем – долина р. Сось. На нагорной террасе, расположенной на высоте 220–240 м, в середине 1960-х годов произрастало чахлое лиственничное редколесье. К настоящему времени на этом участке сформировалось сомкнутое лесное сообщество. Средняя высота древостоя увеличилась с 4 до 6 м, в результате чего кроны лиственниц закрыли большую часть русла р. Сось. Если раньше преобладала многоствольная форма роста лиственницы, то появившиеся в последние десятилетия деревья имеют преимущественно одноствольную форму.

**Точка 23 (фото 23-1965 и 23-1998).** На этих фотоснимках показано подножие северо-западного склона конусовидной сопки 290,4 м, где на высоте 260 м крутой каменистый склон переходит в более пологий. Склон подвергается влиянию сильных северо-западных ветров, о чем свидетельствуют такие морфологические признаки деревьев, как многоствольность, флагообразность крон, наличие приземных ветвей, прикрываемых в зимнее время снегом, и отсутствие ветвей в зоне метелевого переноса снега. На заднем плане расположен южный склон г. Яр-Кеу. В середине 1960-х годов у подножия сопки произрастала лиственничная редина, которая к настоящему времени превратилась в редколесье и верхняя граница редколесий поднялась выше по склону на 15–20 м. На южном склоне г. Яр-Кеу несколько сократилась площадь каменных окон в результате разрастания куртин и кустов ольховника.

**Точка 24 (фото 24-1965 и 24-1998).** На снимках изображен северо-западный крутой склон г. Сланцевой. Фотография сделана с заболоченной ложбины. Нижняя часть склона занята лиственничным древостоем, под пологом которого хорошо выражен кустарниковый ярус из ольховника и крупных ив. Среднюю часть склона занимают густые заросли ольховника с одиночными лиственницами. Анализ разновременных фотоизображений показал, что произраставшие у подножия склона редколесные лиственничные сообщества превратились в более густые, высокие и продуктивные и вполне могут быть отнесены к категории лесных сообществ. Средняя высота древостоев увеличилась на 2–3 м. Значительно возросло количество деревьев, произрастающих в средней части склона – особенно справа. Верхняя граница произрастания куртин и кустов ольховника сдвинулась выше по склону на 20–25 м.

30 **Точка 25 (фото 25-1965 и 25-1998).** Снимки сделаны с самой высокой вершины г. Сланцевой (417 м), расположенной в северо-западной части этой горы. На переднем плане расположена ложбина между г. Сланцевой и г. Яр-Кеу, на втором плане – южный склон г. Яр-Кеу, а на заднем плане – г. Поур-Кеу. Лиственничные редколесья, произраставшие в середине 1960-х годов у подножия г. Яр-Кеу, превратились в большой массив сомкнутых лесов. Особенно обильное возобновление лиственницы произошло на ранее почти безлесном щебенчатом возвышении. Судить об экспансии зарослей ольховника по этим снимкам затруднительно, поскольку первый снимок был сделан 2 июня 1965 г., когда на склоне было много снежников, а освещение неблагоприятным для съемки.

25-1965



25-1998



9-1969



9-1998



10-1962



10-1998





11-1962



11-1998



12-1962



12-2005





13-1969



13-1998



14-1969



14-1998

15-1969



15-1998



16-1969



16-1998





17-1969



17-1998



18-1962



18-2000





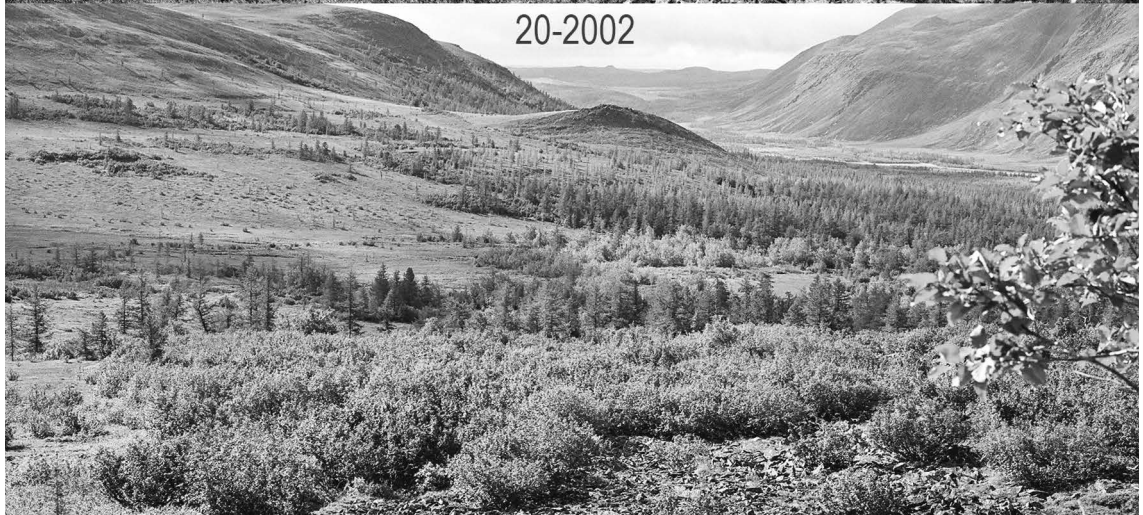
19-1962



19-1998



20-1965



20-2002







23-1965



23-1998



24-1965



24-1998

Гора Яр-Кеу представляет собой сложное горное образование, сложенное кристаллическими сланцами и имеющее свыше 10 вершин высотой от 254 до 619 м. С севера на юг оно простирается на 7 км, а с востока на запад – на 6 км. Склоны покрыты в основном каменными россыпями и зарослями ольховника. Лиственничные редколесья произрастают лишь в нижней части западного и юго-западного склонов.

Повторные фотоснимки сделаны на 39 точках. Для анализа изменений в древесной и кустарниковой растительности отобраны снимки с 9 точек.

**Точка 26 (фото 26-1965 и 26-2002).** На снимках изображен пологий южный склон г. Яр-Кеу, долина ручья Сенька-Шор и северо-восточный отрог г. Сланцевой. На заднем плане расположен юго-западный склон хребта, тянущийся вдоль правого берега р. Бол. Ханмей. На пологом склоне видны крупные массивы зарослей ольховника и заболоченные тундры. Лиственничные редколесья и редины приурочены к долине ручья. Сравнение снимков показало, что за 37 лет значительно увеличилась площадь, занимаемая зарослями ольховника, особенно в более дренированных местообитаниях. Если в середине 1960-х годов у подножия г. Яр-Кеу ольховник покрывал не более 50 % территории, то в настоящее время он занимает около 70 %. Среди ольховника появились крупные одиночные деревья лиственницы, увеличилась густота древостоев в редирах и редколесьях, произрастающих в долине ручья Сенька-Шор.

**Точка 27 (фото 27-1962 и 27-1998).** Точка съемки находится на юго-западном склоне г. Яр-Кеу. На переднем плане расположена неширокая пологая терраса, ниже переходящая в крутой склон, покрытый каменными россыпями и зарослями ольховника. На втором плане виден правый берег р. Сось и лесные массивы, расположенные у подножия крутого северо-восточного склона массива Рай-Из. В начале 1960-х годов на нагорной террасе произрастали редкие кусты ольховника и несколько лиственниц высотой до 2 м. К настоящему времени кусты ольховника сильно разрослись и образовали большую куртину. Появилось довольно много молодых лиственниц высотой до 3,5 м. На этой террасе сформировалась типичная лиственничная редина с ольховником. Сомкнутость крон лиственничных редколесий, произрастающих на правом берегу р. Сось, увеличилась, но из-за их удаленности (3–4 км) количественно оценить эти изменения трудно.

**Точка 28 (фото 28-1962 и 28-1998).** На переднем плане изображена та же нагорная терраса, что и на снимках, сделанных с точки 27. На втором плане находятся долины рек Сось и Вост. Нырдовоменшор в месте их слияния. На заднем плане слева показан северный склон массива Рай-Из, а справа – юго-восточный отрог г. Поур-Кеу. Заселение древесной и кустарниковой растительностью этого отрезка террасы происходит гораздо медленнее из-за сильных ветров и малой мощности снегового покрова. Об этом свидетельствует морфологическое строение крон лиственниц (наличие приземных ветвей, отсутствие ветвей на высоте от 30 до 90 см, флагообразность крон). Появилось довольно много лиственниц на перегибе пологого склона в крутой, где ветровые условия более благоприятные. Обращает на себя внимание сильное увеличение облесенности в нижнем течении р. Вост. Нырдовоменшор, где ветровые и температурные условия для произрастания древесной растительности стали более благоприятными.

**Точка 29 (фото 29-1962 и 29-2002).** Точка съемки находится на юго-западном склоне г. Яр-Кеу. На снимках изображена часть пологого и сильно ветроблудуемого отрога, в подветренной части которого растут четыре лиственницы. Уникальность этих снимков состоит в том, что показан переход многост-

40 вольной формы роста лиственницы в стланиковую и обратно в связи с внутри-вековыми колебаниями климатических условий. В холодные периоды на сильно ветрообдуваемых и малоснежных местообитаниях лиственница и, особенно, ель могут произрастать лишь в форме приземного стланика, высота которого определяется мощностью снегового покрова. Возвышающиеся над поверхностью снега побеги в зимнее время подвергаются воздействию снеговой шлифовки (корразии), низких температур, иссушению и усыхают. В периоды, когда летние и зимние температуры становятся более благоприятными, вертикальные побеги стлаников способны преодолеть опасную зону метелевого переноса снега и сформировать многоствольное дерево. При наступлении холодного периода длительностью 10–30 лет вертикальные стволы высотой 2–4 м усыхают, живыми остаются лишь приземные ветви, прикрываемые снегом в зимнее время.

Переход форм роста лиственницы на этом участке происходил следующим образом. Изображенные на снимках лиственницы появились не ранее середины XIX в., вероятнее всего, во время потепления климата, продолжавшегося с 1840 по 1875 г. (Шиятов, 1986). Так как это местообитание постоянно подвергается воздействию сильных зимних ветров, то молодые лиственницы имели стланиковую форму роста. Вполне возможно, что у них сформировалось небольшое количество впоследствии усохших вертикальных стволов. Затем последовало сильное и длительное похолодание климата (1875–1910 гг.), которое лиственницы пережили в виде стланика. С началом очередного теплого периода, который продолжался с 1910 по 1955 г., все четыре лиственницы стали многоствольными, высота стволов достигла 3–4,5 м. Очередной холодный период наступил в середине 1950-х и продолжался до середины 1970-х годов, во время которого все стволы, кроме одного, усохли, остались живыми лишь приземные ветви. С наступлением теплого периода, который начался в конце 1970-х годов и продолжается до настоящего времени, стланики снова превратились в многоствольные деревья. Следует отметить, что на Полярном Урале похолодание в 1950–1970-х годах не привело к массовому превращению многоствольных форм в стланиковые, поскольку оно было не таким длительным и интенсивным по сравнению с предыдущим. Благодаря способности менять форму роста, древесные растения, произрастающие в высокогорьях, переживают неблагоприятные периоды в виде стланика и тем самым быстрее восстанавливают утраченные позиции при наступлении благоприятных условий.

**Точка 30 (фото 30-1962 и 30-2002).** Фотографирование производилось с западного склона г. Яр-Кеу. На снимках изображены северо-западный пологий склон этой горы, долина р. Собь и расположенный на правом берегу реки юго-восточный склон г. Поур-Кеу. За 40 лет существенно увеличились густота и высота лиственничных редколесий, а также разрослись кусты и куртины ольховника. Это привело к росту степени облесенности склона на 10–15 %. Средняя высота лиственниц возросла на 2–3 м, а ольховника – на 0,5–1 м.

**Точка 31 (фото 31-1962 и 31-1998).** Снимки сделаны с той же точки, что и на точке 30, только направление съемки было не на северо-запад, а на запад, в сторону массива Рай-Из. На них также изображен северо-западный пологий склон г. Яр-Кеу, который в левой части снимка переходит в каменистую сопку 294,6 м, расположенную против устья р. Вост. Нырдовоменшор. На втором плане находятся юго-восточный отрог г. Поур-Кеу, а за ним – долина р. Вост. Нырдовоменшор и северное подножие массива Рай-Из. Сравнение изображений на разновременных снимках показывает интенсивное расселение как лиственницы, так и ольховника. Лиственница наиболее интенсивно расселялась на более сухих и каменистых участках, а ольховник – вдоль ложбин стока, где увлажнение обиль-



ное и проточное. На месте лиственничных редины сформировались редколесья, а на месте отдельных деревьев в тундре – редины. На заболоченных участках заметного расселения лиственницы и ольховника не происходило. В целом площадь, занимаемая лиственничными редколесьями, увеличилась на 15–20 %, а ольховником – на 10–15 %.

**Точка 32 (фото 32-1962 и 32-1998).** На снимках изображена средняя часть долины ручья Мрачного, русло которого ограничивает г. Яр-Кеу с северо-запада. На правом берегу ручья расположен юго-восточный склон высоты 340,7 м. Ручей протекает в глубоко врезанном ущелье, левый крутой берег которого покрыт густыми зарослями ольховника. Куртины и одиночные лиственницы появляются лишь после перехода крутого склона в более пологий. Правый берег ручья не такой крутой, как левый, покрыт лиственничным редколесьем, под пологом которого растут куртины березы извилистой и ольховника. Расположенный выше более пологий склон покрывают в основном густые заросли ивняка и ерника и лишь на повышенных участках встречаются небольшие куртины и одиночные деревья лиственницы. Сравнение этих снимков показывает, что лиственницей и ольховником заселялись преимущественно более повышенные и дренированные участки. Кроме того, заметно увеличилась сомкнутость полога ольховников. Густые заросли ольховника препятствуют расселению на этих склонах светолюбивой лиственницы.

**Точка 33 (фото 33-1962 и 33-1998).** Снимки сделаны с левого берега ручья Мрачного, в месте перехода крутого склона в более пологий. На них изображена вершина и юго-восточный склон высоты 340,7 м. Пологая часть склона покрыта лиственничным лесом, а каменистая вершина – кустами и куртинами ольховника. На переднем плане слева произрастал лиственничный лес, а справа – лиственничное редколесье. За рассматриваемый промежуток времени густота и высота древостоев заметно увеличились. При этом в пределах редколесного участка появилось много молодых деревьев, отличающихся от старых более светлой окраской крон. Продвижения верхней границы редколесий вверх по склону не произошло в связи с заболоченностью и каменистостью расположенного выше участка склона. Произрастающие на границе каменистого и заболоченного участков кусты и куртины ольховника немного разрослись и стали более высокими.

**Точка 34 (фото 34-1962 и 34-1998).** Снимки сделаны с левого высокого берега ручья Ступенчатого, вблизи его впадения в ручей Мрачный. Ручей Ступенчатый имеет крутые берега, покрытые густыми зарослями ольховника, среди которых встречаются одиночные лиственницы, а вблизи русла (в нижнем левом углу снимка) – небольшая куртинка березы извилистой. Благодаря высокому положению точки съемки хорошо видны изменения, происшедшие в растительности на северо-западном склоне г. Яр-Кеу. Анализ показал, что площадь, занятая каменными россыпями, в результате разрастания кустов и куртин ольховника сократилась на 10–15 %, а сомкнутость полога и высота кустов увеличились. Стали появляться новые кусты ольховника и одиночные лиственницы на верхней границе их распространения. Расположенная на переднем плане лиственница стала более высокой, а ее крона – более густой.

26-1965



26-2002



27-1962



27-1998





28-1962 43



28-1998

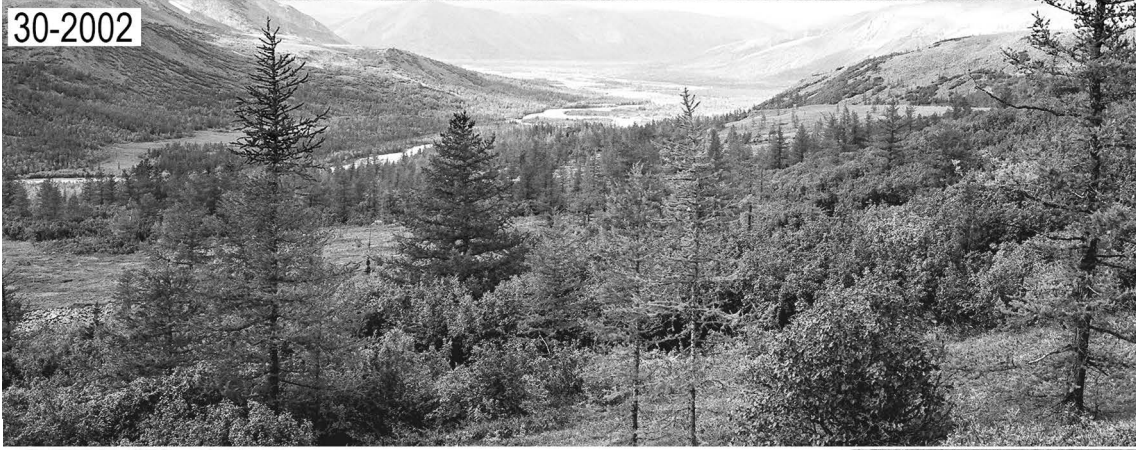


29-1962



29-2002





32-1962



32-1998



33-1962

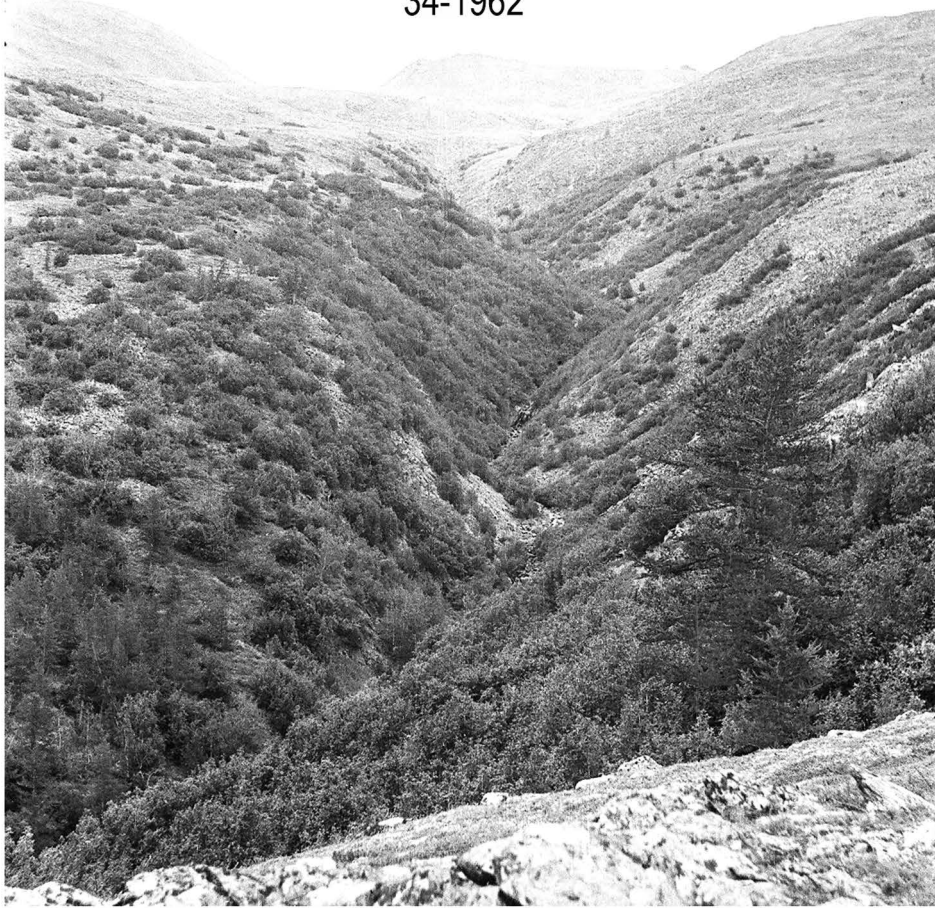


33-1998





34-1962



34-1998



Гора Поур-Кей является крупным горным сооружением, сложенным кристаллическими сланцами и расположенным в междуречье рек Сось, Нырдовмэншор и Вост. Нырдовмэншор. Ее протяженность с северо-запада на юго-восток составляет 15 км, а максимальная ширина – 6 км. Гора состоит из большого количества вершин высотой от 400 до 876 м. Преобладают крутые склоны, покрытые каменными россыпями. Нижняя треть склонов покрыта густыми зарослями ольховника. Древесная растительность в виде реди, редколесий и небольших массивов лиственничных лесов произрастает у подножия юго-восточного отрога и восточного склона, обращенного к руслу р. Сось. Под пологом лиственничных древостоев обычно хорошо выражен ярус крупных кустарников (ольховника и ив).

Для этого района повторные ландшафтные снимки сделаны на 21 точке. Большая часть фотоснимков в виде позитивных отпечатков небольшого размера была получена от ботаника К.Н. Игошиной. Качество отсканированных позитивных изображений хуже по сравнению с изображениями, полученными на основе использования негативных пленок. Для анализа изменений в древесной и кустарниковой растительности были использованы снимки, сделанные на 13 точках.

**Точка 35 (фото 35-1962 и 35-2005).** Снимки сделаны с северо-восточного склона массива Рай-Из, у подножия сланцевой сопки 416,1 м. На переднем плане изображено облесенное подножие массива Рай-Из и долина р. Вост. Нырдовмэншор, на заднем плане – г. Поур-Кей (876 м) и ее протяженный юго-восточный отрог. Произрастающие у подножия массива и в долине лиственничные древостои за рассматриваемый интервал времени (43 года) стали более густыми и продуктивными. Средняя высота древостоев увеличилась на 2–3 м. Многие участки редколесий превратились в сомкнутые леса. Несколько уменьшилась ширина безлесной полосы, расположенной на дне долины. Безлесие этой полосы обусловлено сильными долинными ветрами, переваливающими с запада на восток по долине р. Вост. Нырдовмэншор. Сомкнутость полога ольховника, произрастающего в виде больших массивов на юго-западном склоне г. Поур-Кей и северо-восточном склоне массива Рай-Из, увеличилась, особенно на верхней границе его произрастания.

**Точка 36 (фото 36-1965 и 36-2005).** Съёмка производилась вблизи вершины сланцевой сопки 416,1 м, расположенной на северо-восточном склоне массива Рай-Из. На переднем плане видна долина р. Вост. Нырдовмэншор, а на заднем – оконечность юго-восточного отрога г. Поур-Кей. Анализ разновременных фотоизображений показал, что большая часть произраставших в долине участков лиственничных и елово-лиственничных редколесий превратилась в сомкнутые лесные сообщества. Ширина безлесной полосы на дне долины, вдоль которой в настоящее время проложена грунтовая дорога, сократилась почти в 2 раза. На юго-западном склоне г. Поур-Кей на 5–10 % сократилась площадь каменных россыпей за счет разрастания куртин ольховника.

**Точка 37 (фото 37-1960 и 37-1998).** Фотографирование произведено с полотна железной дороги, проходящей по левому берегу р. Сось, примерно в 1 км выше устья р. Вост. Нырдовмэншор. На снимках изображен крутой юго-восточный склон отрога г. Поур-Кей. Подножие склона занято елово-березово-лиственничным лесом, а выше по склону – зарослями ольховника и крупной ивы. Площадь расположенной на переднем плане заболоченной террасы сократилась за счет формирования молодого березово-лиственничного леса и полосы прибрежных ивняков. Сомкнутость крон ранее существовавших древостоев за-

48 метно увеличилась. Площадь и сомкнутость полога зарослей ольховника, произрастающих в верхней части склона также возросла. На участке леса площадью около 1,5 га, расположенном при переходе пологого склона в крутой, в середине 1990-х годов прошел низовой пожар. Усохшие после пожара ели и лиственницы на снимке 37-1998 отличаются от живых деревьев темно-сиреневым цветом. Следует подчеркнуть, что пройденный пожаром участок единственный, зафиксированный нами в районе исследований вблизи верхней границы леса. Наиболее близкие к объектам исследований пожары происходили в 1961 и 2001 гг., когда в окрестностях пос. Харп горели массивы лесов северотаежного типа.

**Точка 38 (фото 38-1961 и 38-2005).** Снимки сделаны с полотна железной дороги, проходящей по левому берегу р. Сось, в 700 м выше устья ручья Мрачно-го. На них изображен восточный склон г. Поур-Кеу, покрытый в основном зарослями ольховника. На некоторых участках склона отлагаются мощные сугробы снега, поэтому на них отсутствует не только лиственница, но и ольховник. У подножия склона тянется узкая полоса лиственничных редколесий, которые на надпойменной террасе становятся более густыми. Сравнение фотоизображений показало, что за 45 лет густота и сомкнутость крон лиственничных древостоев увеличились. Некоторые участки редколесий, произрастающих на надпойменной террасе, превратились в лесные сообщества. Возросло количество деревьев лиственницы на верхнем пределе ее произрастания, где мощность снегового покрова небольшая. На относительно малоснежных и каменистых местообитаниях увеличилась площадь, занятая куртинами ольховника.

**Точка 39 (фото 39-1961 и 39-2005).** Фотографирование произведено с полотна железной дороги, примерно в 2 км ниже устья р. Кемьрезь. На снимках изображен северо-восточный склон г. Поур-Кеу. Дно долины занято густыми зарослями ивы шерстистопобеговой, причем за прошедшие 45 лет высота ивняков увеличилась с 2–3 до 5–6 м. Расположенные в ложбине лиственничные древостой стали более сомкнутыми, а деревья – более высокими. По ложбине редколесья продвинулись выше в горы не менее чем на 20–30 м. На ранее безлесном гребне появились одиночные лиственницы. Увеличились размеры и сомкнутость полога самых верхних куртин ольховника.

**Точка 40 (фото 40-1960 и 40-2005).** Снимки сделаны с полотна железной дороги, примерно в 2 км выше устья р. Кемьрезь. На переднем плане изображен северо-западный отрог г. Поур-Кеу, а на заднем – главная вершина этой горы. Северо-восточный склон отрога почти до самой вершины покрыт густыми зарослями ольховника, и лишь в левом нижнем углу снимков виден небольшой массив лиственничных редколесий. Хорошо видно, что ольховник занял почти все прогалы и поднялся на 10–15 м выше в горы. Редколесье стало более сомкнутым, а на безлесном возвышении, расположенном за ним, сформировалась лиственничная редица. Значительно увеличилась сомкнутость полога и высота ивняков, произрастающих на надпойменной террасе. Кроме того, здесь появилось довольно много лиственниц в виде небольших куртин и одиночных деревьев.

На точках 41, 42, 44, 45, 46 и 47 использованы фотоснимки, сделанные в 1962 г. на юго-восточном отроге г. Поур-Кеу ботаником К.Н. Игошиной. Хотя в нашем распоряжении оказались позитивные отпечатки невысокого качества, однако они все же позволили оценить изменения в древесной и кустарниковой растительности на тех участках склонов г. Поур-Кеу и массива Рай-Из, которые не попали в кадры наших снимков.

**Точка 41 (фото 41-1962 и 41-2005).** Фотографирование производилось с южного склона г. Поур-Кеу, где вблизи верхней границы распространения древес-

ной растительности имеется четыре каменистых возвышения, которые показаны на снимках, сделанных на точке 36. Точка съемки находилась на втором возвышении. На снимке изображен западный склон третьего возвышения высотой 284,7 м. За ним видна долина р. Собь ниже устья р. Вост. Нырдовмэншор. Снимки показывают, что за 43 года произошло довольно интенсивное заселение лиственницей вершины третьего возвышения. На месте отдельно растущих деревьев сформировалось лиственничное редколесье. В ложбине и у подножия склона возникли сомкнутые лесные сообщества с участием ели и березы. Увеличилась сомкнутость полога ольховника, произрастающего на контакте сомкнутого леса с редколесьем. На месте большой поляны, расположенной на дне долины р. Нырдовмэншор, сформировалось типичное лиственничное редколесье, а окружавшие поляну редколесья превратились в сомкнутые лесные сообщества.

**Точка 42 (фото 42-1962 и 42-2005).** Съемка произведена с точки, с которой были сделаны фотографии 41-1962 и 41-2005. На снимках изображена долина нижнего течения р. Вост. Нырдовмэншор и подножие северо-восточного склона массива Рай-Из. Эти снимки показывают, что в начале 1960-х годов дно долины было практически безлесным – здесь произрастали лишь отдельные деревья и их небольшие куртины. Протяженность безлесной полосы составляла около 3 км: она начиналась от впадения правого притока в р. Нырдовмэншор до устья этой реки. По мере продвижения к устью реки ширина полосы увеличивалась от 120 до 450 м, а высота над уровнем моря снижалась от 140 до 100 м. Здесь господствовали типичные травяно-кустарничковые тундры, произрастающие обычно в сухих местообитаниях выше верхней границы древесной растительности. Другими словами, здесь наблюдается инверсия поясов растительности, которая обусловлена не температурной инверсией, характерной для горных стран, а влиянием сильных долинных ветров, переваливающих с западного склона Полярного Урала на восточный по долине р. Вост. Нырдовмэншор. О суровых ветровых условиях в зимнее время свидетельствуют флагообразность крон деревьев, наличие приземных ветвей и отсутствие их в зоне метелевого переноса снега, а также широкое распространение многоствольных деревьев. Сильные долинные ветры сдувают снег с поверхности земли, в результате чего в зимнее время почва сильно промерзает и иссушается, а коррозия вызывает усыхание побегов древесных и кустарниковых растений, возвышающихся над поверхностью снегового покрова. За рассматриваемый промежуток времени долинная тундра с одиночными деревьями превратилась в редколесье, а произраставшие по периферии редколесья – в сомкнутые лесные сообщества. Необлесенной осталась лишь узкая полоса, по которой проходит грунтовая дорога, которой не было в начале 1960-х годов. Существенно сократилась также площадь безлесных и слабооблесенных участков, расположенных у подножия массива Рай-Из. В.Б. Сочава (1927) указывает, что лес по долинам проникает в глубь хребта по защищенным от ветров склонам. В то же время долинные террасы, ныне не заливаемые, в сильно наветренных местах безлесны. Безлесие дна долин В.Б. Сочава объясняет тем, что они почти совсем лишены снежного покрова, так как снег сдувается сильными ветрами и водный баланс нарушается. Кроме того, ветры оказывают и непосредственное пагубное влияние на древесную растительность. Л.Д. Долгушин (1951) инверсию растительных поясов наблюдал на Приполярном Урале в долинах рек Торговая, Лимбеко-Ю, Народа, Щекурья, Кожим и др. и считает это результатом комплексного воздействия ветра и инверсии температуры.

**Точка 43 (фото 43-1965 и 43-2005).** На этих снимках изображена та же долинная тундра в устье р. Вост. Нырдовмэншор, сфотографированная с проти-



50 воположного склона. Точка съемки находится на северо-восточном склоне массива Рай-Из, на сопке высотой 416,1 м. В левой части снимка видна южная оконечность отрога г. Поур-Кеу, а в правой – сопка 294,6 м, расположенная в западной части г. Яр-Кеу. Между ними протекает р. Сось. Вдоль ее левого берега проходит железная дорога. Изменения в древесной растительности, описанные с точки 42, справедливы и для этой точки. Заметных изменений в проективном покрытии зарослей ольховника, произрастающих на крутых каменистых склонах невысоких сопек, не произошло.

**Точка 44 (фото 44-1962 и 44-2005).** Фотографирование производилось с того же места, откуда были сделаны снимки на точке 46. На переднем плане изображен юго-восточный крутой склон высоты 405,7 м, а на заднем – долина р. Вост. Нырдомэншор, разделяющая массив Рай-Из (слева) от г. Поур-Кеу (справа). В начале 1960-х годов крутой каменистый склон был безлесным. В настоящее время на нем произрастает лиственничная редина. Значительно увеличилась сомкнутость полога ольховника на северо-восточном склоне массива Рай-Из. Хорошо видно, что ольховник занимает более крутую и каменистую часть склона, а у его подножия господство переходит к ивнякам, которые на снимках имеют более светлый оттенок.

**Точка 45 (фото 45-1962 и 45-2005).** Съемка производилась с каменистого возвышения, расположенного на юго-западном склоне г. Поур-Кеу, с которого делались снимки на точках 41 и 42. На переднем плане показан крупный массив леса, произрастающий за грунтовой дорогой на северо-восточном склоне массива Рай-Из, на втором – сланцевая сопка высотой 416,1 м, а на заднем – перидотитовый массив Рай-Из. Как видно из снимков, лесной массив стал более густым, редколесные участки ниже снежника превратились в густые молодняки. На некоторых участках склона верхняя граница редколесий поднялась выше в горы на 20–30 м. На северо-восточном склоне сопки высотой 416,1 м площадь, занятая зарослями ольховника, увеличилась на 10–15 %.

**Точка 46 (фото 46-1962 и 46-2005).** Фотографирование производилось с того же возвышения, с которого были сделаны снимки на точках 41, 42 и 44. На переднем плане изображено западное каменистое возвышение высотой 280,8 м, расположенное на юго-западном склоне г. Поур-Кеу, а на заднем – северо-восточный склон массива Рай-Из. Наиболее заметные изменения произошли на возвышении, вокруг вершины которого сомкнутость полога ольховника увеличилась с 60 % до 80 %. Примерно в 2 раза возросло количество одиночных лиственниц, растущих среди зарослей ольховника.

**Точка 47 (фото 47-1962 и 47-2005).** Снимки сделаны с юго-западного склона г. Поур-Кеу, вблизи небольшого каменистого возвышения высотой 405,7 м. На фотографиях изображен подветренный юго-восточный склон северного отрога массива Рай-Из. Этот склон многоснежный и хорошо увлажнен, в связи с чем на нем произрастают в основном крупные кустарники (ольховники и ивняки) и разнотравье. Сравнение изображений на этих снимках показывает, что за 43 года площадь, занимаемая зарослями ольховников, увеличилась не менее чем на 15 %. Кроме того, на многих участках исчезли прогалы между куртинами и отдельными кустами ольховника. Заметно возросла роль лиственницы. Если в начале 1960-х годов здесь росло не более 20 крупных одиночных деревьев, то в настоящее время сформировались три участка редколесий и один участок редины. Наиболее активно заселялись лиственницей сухие и проточно увлажненные местообитания.

35-1962



35-2005



36-1965



36-2005



37-1960



37-1998



38-1961



38-2005





39-1961



53

39-2005

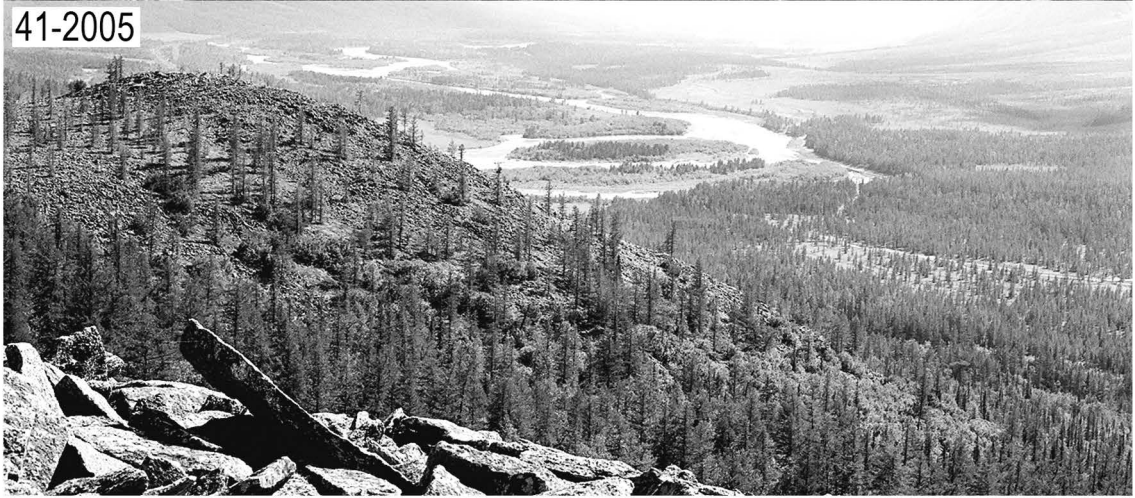


40-1960



40-2005











45-1962



45-2005



46-1962



46-2005



47-1962



47-2005



В бассейне р. Сось массив Рай-Из является наиболее крупным горным сооружением (20×8 км). Он сложен ультраосновными горными породами, в основном перидотитами, и расположен между руслами рек Сось, Вост. Нырдовмэншор и Макар-Рузь. Массив представляет собой сильно изрезанное плато высотой 900–1000 м, в северной части которого возвышается несколько вершин высотой 1100–1290 м. С севера, северо-востока и востока его окружают горы, сложенные кристаллическими сланцами, а с юга – габбро. В пределах массива четко выражены ледниковые формы рельефа. В настоящее время в пределах массива имеется несколько небольших склоновых ледников.

Северо-восточный склон массива Рай-Из характеризуется крутыми склонами, покрытыми крупноглыбовыми каменными россыпями. В результате интенсивного выветривания горной породы, камнепадов, водотоков и схода снежных лавин у подножия склонов образовались обширные конусы выноса из крупнообломочного материала. В этой части массива дуют сильные долинныи ветры северо-западного направления, переваливающие с западного склона хребта на восточный. Основные потоки воздуха перемещаются по долине р. Вост. Нырдовмэншор, а после ее слияния с р. Сось – по долине последней. Из-за наличия крутых склонов древесная растительность не поднимается в горы до климатически обусловленного предела. Наиболее высоко в горы она поднимается по ложбинам, а на повышенных и менее защищенных от ветров участках древесная растительность отсутствует или имеет сильно угнетенный вид. На склонах, сложенных перидотитами, отсутствуют заросли ольховника.

В пределах этого района повторное фотографирование произведено на 52 точках. В данной работе использованы фотоснимки, сделанные на 15 точках.

**Точка 48 (фото 48-1962 и 48-2005).** Точка съемки расположена у подножия северо-восточного склона массива Рай-Из, где крутой каменистый склон переходит в пологий. На переднем плане изображена долина наиболее крупного правого притока р. Вост. Нырдовмэншор, на заднем расположен юго-восточный склон массива, сложенного кристаллическими сланцами. Вблизи устья этого притока находится крупный лесной массив, от которого по ложбинам стока поднимаются лиственничные редколесья. Анализ этих фотоснимков показывает, что на пологом склоне наблюдалась интенсивная экспансия древесной растительности, особенно по ложбинам стока. На месте отдельно растущих деревьев и редиин сформировались редколесья, а на месте редколесий – сомкнутые леса. Высота древостоев увеличилась на 2–3 м. Возросла и сомкнутость полога ольховников, произрастающих на сланцевом склоне.

**Точка 49 (фото 49-1965 и 49-2005).** Фотографирование произведено с северо-восточного склона массива Рай-Из, состоящего из ультраосновных горных пород (преимущественно перидотитов). На заднем плане изображена сопка высотой 416,1 м, сложенная кристаллическими сланцами. Контакт между сланцами и перидотитами проходит по ложбине. Перидотитовые породы имеют желто-коричневую корку выветривания. На этих снимках хорошо прослеживается влияние состава горных пород на растительность, на которое обращали внимание многие ботаники (Городков, 1926; Игошина, 1960). В частности, на перидотитах отсутствует ольховник, который на сланцах и габбро произрастает на 200–300 м выше верхней границы распространения лиственничных редколесий, образуя хорошо выраженную полосу растительности. Заросли ольховника опускаются вниз по ложбинам стока до подножия склонов, образуя второй ярус под пологом лиственничных и елово-березово-лиственничных древостоев. На снимках хорошо видно, что южный склон сопки покрыт густыми зарослями

ольховника, среди которых произрастают одиночные лиственницы. На противоположном перидотитовом склоне, расположенном на тех же высотах, растет лишь одиночная лиственница. Сопоставление изображений на одновременных снимках показывает, что покрытая ольховником площадь увеличилась не менее чем на 5–7 % за счет разрастания старых кустов и появления новых. Примерно в 2 раза возросло количество лиственниц, а их высота увеличилась в среднем на 1,5–2 м.

**Точка 50 (фото 50-1965 и 50-2005).** На переднем плане изображен северо-восточный склон сланцевой сопки 416,1 м, а на среднем и заднем – сложенный перидотитами северо-восточный склон массива Рай-Из. Хорошо видно, что на крутом каменистом склоне сопки активно расселялся ольховник. Заметно увеличились густота и высота лиственничных древостоев, произрастающих у подножия склона. Произраставшие на пологих террасах одиночные стланиковые лиственницы (средний план) превратились в деревца высотой до 3–4 м.

**Точка 51 (фото 51-1965 и 51-2005).** Снимки сделаны с северо-восточного склона массива Рай-Из. На первом плане изображена покрытая ольховником юго-восточная оконечность сопки 416,1 м, на втором – долина р. Сось в месте впадения р. Вост. Нырдовмэншор, на третьем – восточный отрог г. Яр-Кеу, долина ручья Мрачного и склон горы на левом берегу р. Сось. На скалистом склоне сланцевой сопки кусты ольховника стали более крупными, но сомкнутость его полога существенно не изменились из-за большой крутизны склона. Наиболее значительные изменения произошли на пологой каменистой площадке, расположенной у подножия сопки: на месте чахлой редины сформировалось типичное лиственничное редколесье. Безлесные участки, занятые долинной тундрой в устье р. Вост. Нырдовмэншор, покрылись лесом. При этом в лесном массиве заметно увеличилась роль ели сибирской.

**Точка 52 (фото 52-1962 и 52-2005).** На снимках изображена довольно глубокая ложбина, расположенная на северо-восточном склоне массива Рай-Из. В начале 1960-х годов в нижней части ложбины произрастало лиственничное редколесье, а выше по склону – редины и одиночные деревья. К настоящему времени редколесье превратилось в сомкнутый лес, а редины – в редколесье. Верхняя граница распространения сомкнутого леса поднялась выше в горы на 30 м, а редколесий – на 40 м. Кроме того, выше современной верхней границы редколесий появились одиночные деревья. Однако дальнейшему расселению лиственницы выше в горы препятствует крутой каменистый склон.

**Точка 53 (фото 53-1965 и 53-2005).** Снимки сделаны с конуса выноса, расположенного на северо-восточном склоне массива Рай-Из, в сторону сланцевой сопки 416,1 м и г. Поур-Кеу. В середине 1960-х годов верхняя граница распространения древесной растительности была представлена отдельными деревьями, а также островками редины и редколесий, поднимающимися выше в горы по ложбинам. За прошедшие 40 лет наблюдалось медленное продвижение лиственницы выше в горы по каменистому склону и трансформация редких древостоев в более густые, особенно на подветренном склоне небольшого возвышения и в ложбине.

**Точка 54 (фото 54-1965 и 54-2005).** Снимки сделаны в одной из ложбин на северо-восточном склоне массива Рай-Из. В середине 1960-х годов верхняя часть ложбины была практически безлесной, имелся лишь редкий подрост лиственницы высотой до 1 м. Ниже располагалось типичное редколесье с большим количеством сухостоя и валежа – свидетелями деградации древесной растительности в прошлом. В настоящее время в верхней части задернованной ложбины сформировалось молодое лиственничное редколесье при средней высоте древостоя 4 м. Верхняя граница редколесий поднялась выше в горы на 80 м по

60 склону и на 10 м – по высоте. Расположенное ниже редколесье трансформировалось в сомкнутое лесное сообщество, и его верхняя граница распространения поднялась не менее чем на 30 м. На каменистом конусе выноса, находящемся в левой части снимка, почти в 2 раза увеличилось количество деревьев одноствольной формы роста, в результате чего здесь сформировалась типичная листовенничная реди́на.

**Точка 55 (фото 55-1962 и 55-2005).** Фотоснимки сделаны с вершины конуса выноса, расположенного на правом берегу ручья, берущего начало из двух озер, находящихся в крупном цирке на северо-восточном склоне массива Рай-Из. По большой ложбине древесная растительность поднялась до начала крутого каменистого склона. За ложбиной расположен обширный безлесный конус выноса, а на заднем плане – долина и русло р. Сось ниже впадения р. Вост. Нырдовмэншор. Сравнение фотоизображений показывает, что за 43 года существенно увеличилась густота и высота листовенничных древостоев. При этом участки редколесий, расположенные на переднем плане, превратились в сомкнутые леса. Если раньше в нижней части конуса выноса росли одиночные деревья, то в настоящее время здесь сформировалась листовенничная реди́на.

**Точка 56 (фото 56-1962 и 56-2005).** Снимки сделаны с того же места, что и для точки 55. На них изображена верхняя граница произрастания листовенницы в верхней части конуса выноса. Древесная растительность ютится в понижениях и на подветренных участках склона. Несмотря на каменистость склона и влияние сильных долинных ветров, произошло увеличение густоты и высоты древостоев. Если раньше на верхнем участке склона произрастали одиночные деревья высотой до 2–3,5 м, то в настоящее время здесь сформировались куртины редколесий и реди́н, в которых высота листовенниц достигает 5–6 м. Наиболее существенные изменения произошли на подветренном и более крутом склоне, расположенном в правой части снимков: здесь реди́на превратилась в типичное листовенничное редколесье. На этом участке склона верхняя граница распространения редколесий поднялась примерно на 40 м по высоте и на 300 м – по склону.

**Точка 57 (фото 57-1962 и 57-2005).** На снимках изображена глубоко врезанная ложбина стока, расположенная на северо-восточном склоне массива Рай-Из. На заднем плане изображена г. Яр-Кеу. На левом подветренном борту этой ложбины раньше произрастала небольшая реди́на из листовенниц высотой до 3-4 м. К настоящему времени густота древостоя увеличилась примерно в 2 раза. Особенно заметно возросла высота деревьев – до 5-6 м.

**Точка 58 (фото 58-1965 и 58-2005).** Снимки сделаны с подножия северо-восточного склона массива Рай-Из, около русла ручья, вытекающего из двух каровых озер. На переднем плане находится нижняя часть конуса выноса, представленного в основном крупнообломочным материалом. К середине 1960-х годов на конусе выноса сформировалось молодое листовенничное редколесье, средняя высота древостоя составляла около 3 м. Через 40 лет оно превратилось в сомкнутый лес, а высота древостоя увеличилась до 6–7 м. Точку съемки удалось определить лишь благодаря наличию двух крупных валунов, расположенных в левой части снимка. Из-за сильного увеличения густоты древостоя здесь стал отлагаться снеговой покров мощностью до 3-4 м, в связи с чем у стволов многих листовенниц до этой высоты отсутствуют боковые ветви, которые обламываются при оседании плотного снега во время снеготаяния. Произраставшие на заднем плане листовенничные реди́ны превратились в редколесья, которые уже не видны из-за сильного увеличения густоты и высоты древостоев, произрастающих на переднем плане.



**Точка 59 (фото 59-1962 и 59-2005).** Фотографирование производилось в нижней части конуса выноса, расположенного у подножия массива Рай-Из. Это единственное место на северо-восточном склоне массива, где на дневной поверхности хорошо сохранилось большое количество остатков стволов, пней и корней, свидетельствующих о том, что в прошлом здесь произрастало довольно густое лиственничное редколесье. Полоса остатков деревьев приурочена к повышенному и сильно ветрообдуваемому участку склона, ниже и выше которой сохранились живые деревья. Отмирание этих деревьев происходило в связи с похолоданием климата во время Малого ледникового периода (Shiyatov, 1995, 2003).

Сопоставление разновременных снимков показывает, что за 43 года верхняя граница древесной растительности, представленная лиственничными редколесьями, продвинулась выше по склону на 5–10 м. Расположенные ниже по склону и на надпойменной террасе редколесья превратились в густые лиственничные леса, при этом средняя высота древостоев увеличилась на 2–3 м. Сократилась площадь заболоченного безлесного участка, занимавшего большую площадь надпойменной террасы р. Сось.

**Точка 60 (фото 60-1962 и 60-2005).** Съемка производилась в 30 м от точки 59. В отличие от предыдущих снимков здесь изображена верхняя часть пологого конуса выноса. На заднем плане виден очень крутой каменистый склон массива Рай-Из. Выше полосы отмерших остатков деревьев находился остров молодых лиственничных редколесий, который к настоящему времени превратился в более густой и продуктивный лес. Средняя высота древостоев увеличилась на 1,5–2 м. Сильно ветрообдуваемая безлесная полоса постепенно заселяется молодыми лиственницами.

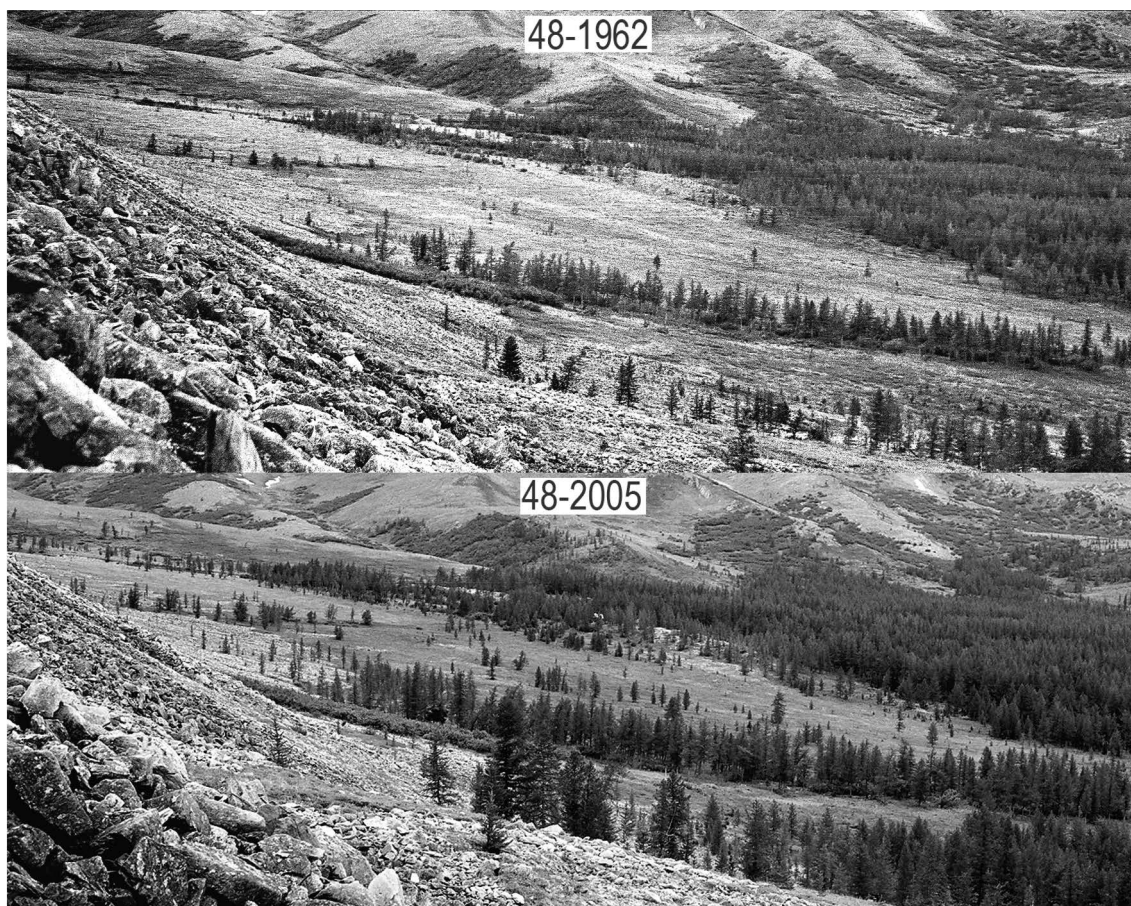
**Точка 61 (фото 61-1962 и 61-2005).** Снимки сделаны с крутого северо-восточного склона массива Рай-Из в сторону долины р. Сось, с высоты 500 м над ур. м. На этих снимках хорошо видно, что древесная растительность произрастает лишь у подножия склона и приурочена к защищенным от сильных долинных ветров понижениям и ложбинам стока. Она поднимается выше в горы длинными языками до того места, где сравнительно пологий склон (10–15°) переходит в более крутой (30–45°). Наличие крутых каменистых склонов в этом районе является причиной невысокого (в среднем 150 м над ур. м.) положения верхней границы распространения древесной растительности и преобладания курумного типа верхней границы леса. Безлесие повышенных участков определяется слабым развитием почвенного покрова (преобладают крупноглыбовые каменные россыпи), воздействием сильных долинных ветров, особенно в зимние месяцы, резкими колебаниями влажности корнеобитаемого слоя почвы и мелкозема в летние месяцы. Безлесие пологих участков склона, расположенных в основном в нижней части склона, обусловлено переувлажнением грунтов.

Сравнение фотоизображений показывает, что за рассматриваемый промежуток времени долинные массивы редколесий превратились в сомкнутые лесные сообщества, а редины – в типичные лесотундровые редколесья. Древесная растительность из ложбин и подветренных участков склонов интенсивно расселялась на более повышенные каменистые местообитания, на которых сформировались редины и небольшие островки редколесий. На некоторых участках склона верхняя граница распространения редин и редколесий поднялась выше в горы на 40–60 м.

**Точка 62 (фото 62-1962 и 62-2005).** Фотоснимки сделаны в месте перехода северо-восточного склона массива Рай-Из в восточный. В этом месте русло р. Сось вплотную подходит к крутому склону массива, в связи с чем верхняя



62 граница распространения древесной растительности опускается до 90–100 м над ур. м. – самого низкого уровня в районе исследований. На переднем плане изображена плоская терраса, на втором – вал конечной морены, на задних планах – восточный крутой склон массива и его юго-восточный отрог. Несмотря на то, что терраса и моренный вал испытывают воздействие сильных ветров, в течение последних десятилетий заметно возросло количество молодых лиственниц, некоторые из которых имеют многоствольную форму роста. Средняя высота деревьев увеличилась примерно в 2 раза (с 2 до 4 м). Как правило, молодые деревья имеют одноствольную форму роста, что свидетельствует об улучшении термического и ветрового режимов в зимнее время и удлинении вегетационного периода. Последнее приводит к тому, что ростовые побеги лиственницы, особенно верхушечные, уходят в зиму более подготовленными и не усыхают под воздействием неблагоприятных факторов среды в зимнее время (снеговая коррозия, иссушение и вымораживание побегов).



49-1965



49-2005

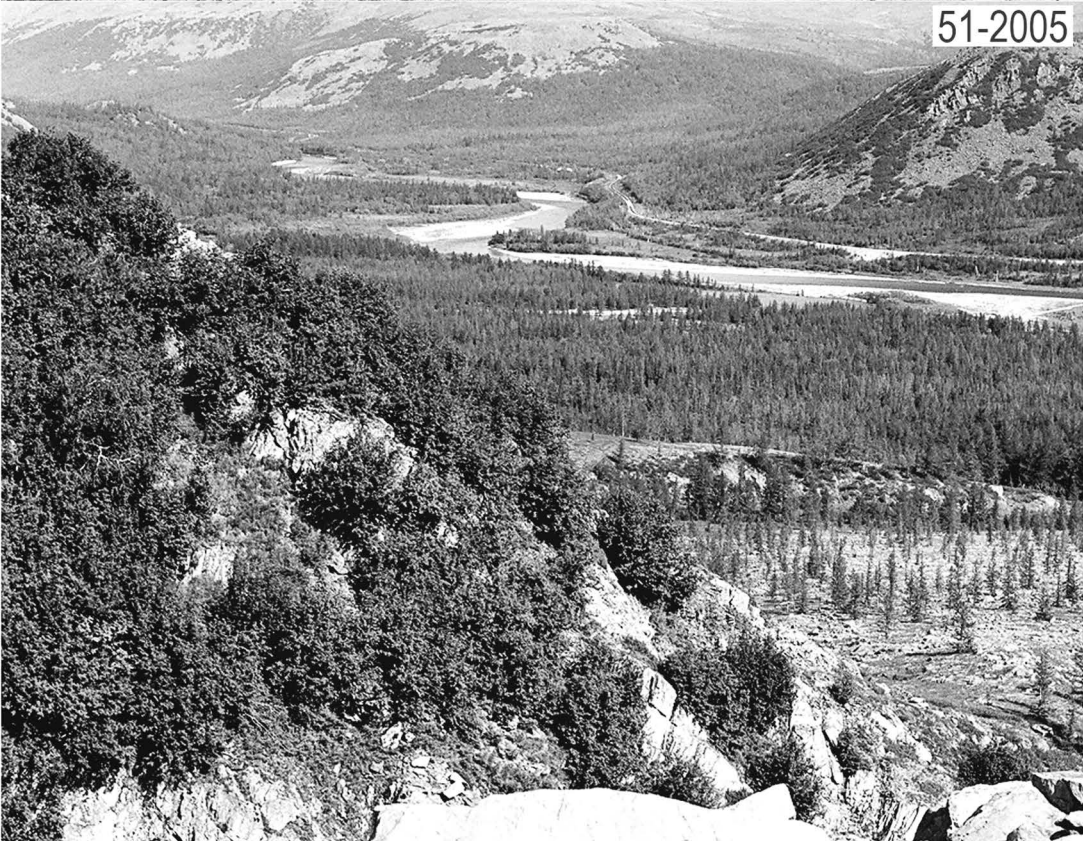
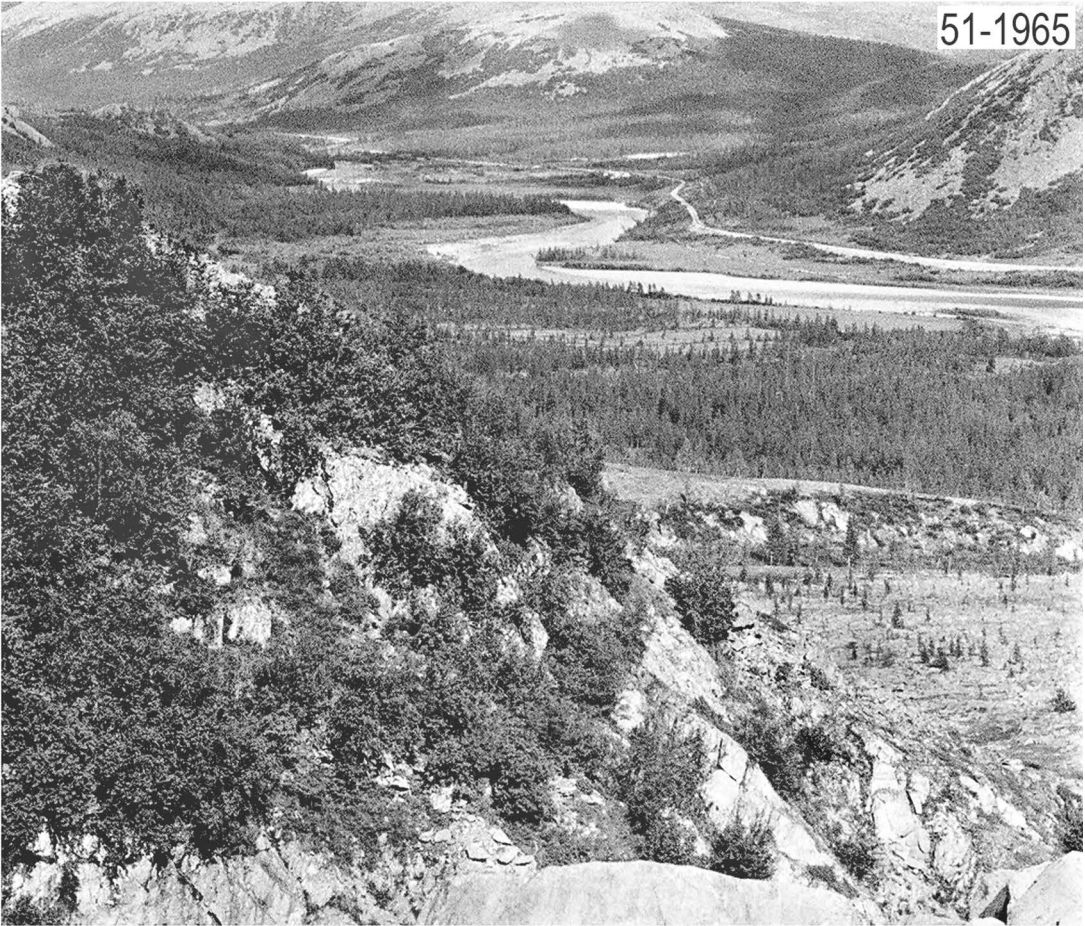


50-1965



50-2005











54-1965



54-2005



55-1962



55-2005





56-1962



56-2005



57-1962



57-2005







62-1962



62-2005



Юго-восточный отрог массива Рай-Из длиной 6 км и шириной 3 км имеет очень крутые каменистые склоны, обращенные к руслу р. Сось и оз. Перевальному. Западный склон отрога пологий, за исключением каньона, по которому течет ручей, берущий начало в районе метеостанции Ра-Из. От озера в юго-восточном направлении простирается цепь невысоких сопок длиной около 10 км и высотой 240–330 м, сложенных в основном кристаллическими сланцами. Их вершины покрыты каменными россыпями и безлесны. Ветровые условия в этом районе более благоприятные по сравнению с предыдущим районом. В связи с этим древесная растительность поднимается высоко в горы, а деревья имеют в основном одноствольную форму роста.

Повторные фотоснимки были сделаны здесь на 70 точках. Анализ изменений древесной и кустарниковой растительности произведен на 16 точках.

**Точка 63 (фото 63-1962 и 63-2004).** На этих снимках изображен крутой каменистый склон массива Рай-Из и долина р. Сось. Верхняя граница лиственничных редколесий по ложбинам стока и понижениям поднимается до высоты 300–330 м, а отдельные деревья – до высоты 400–450 м. Основным препятствием для расселения лиственницы является отсутствие на большей части поверхности склона мелкозема и почвы. Несмотря на это, за 42 года густота и продуктивность существовавших лиственничных редколесий заметно увеличились, а занимаемая ими площадь возросла незначительно. Заметно возросло количество одиночных деревьев, появившихся выше верхней границы редколесий. Небольшие островки редин, произраставшие вокруг озера, расположенного у подножия склона, превратились в более крупные островки редколесий.

**Точка 64 (фото 64-1962 и 64-2004).** Снимки сделаны с подножия очень крутого склона, покрытого крупнообломочным материалом. В связи с этим верхняя граница редколесий не поднимается выше 260 м, т. е. до высоты, где крутой склон переходит в более пологий. Расположенный на переднем плане лиственничный древостой стал более густым и высоким. Заметно увеличилось количество деревьев, произрастающих выше на крутом каменистом склоне. Как и на предыдущей точке, большая часть деревьев имеет одноствольную форму роста. Это свидетельствует о сравнительно благоприятных ветровых условиях для произрастания древесных растений.

**Точка 65 (фото 65-1961 и 65-2004).** На фотоснимках показана южная оконечность отрога массива Рай-Из, где преобладают более пологие склоны, покрытые лесной растительностью. Снимок 1961 г. сделан 17 июня, когда снеговой покров еще не сошел, а деревья не распустились. Снимок 2004 г. – в середине вегетационного периода (28 июля). Несмотря на различия в фенологическом состоянии деревьев и земной поверхности, видно, что на большинстве участков произраставшие ранее елово-лиственничные редколесья превратились в сомкнутые и более продуктивные леса. В древостоях преобладают молодые деревья, возраст которых составляет 30–80 лет. Высота деревьев увеличилась на 2–3 м. Под пологом древостоев появилось довольно много молодых елей высотой до 2–3 м.

**Точка 66 (фото 66-1962, 66-1997 и 66-2004).** Снимки сделаны с юго-восточного крутого склона массива Рай-Из, где выше верхней границы леса скапливается большое количество снега. В многоснежные зимы под действием силы тяжести он низвергается вниз по склону в виде снежной лавины, ломая, наклоняя и выворачивая с корнем деревья. На переднем плане снимка, сделанного в 1962 г., хорошо видны следы деятельности лавины в виде поваленных и поломанных де-



72 ревьев на слабооблесенном участке. Лавина сошла примерно 10–12 лет назад, т. е. в 1950–1952 гг. На снимке, сделанном в 1997 г., видно, что все существовавшие в 1962 г. более или менее крупные лиственницы были уничтожены новой лавиной. Возможно, что таких лавин было несколько. Судя по высоте молодых лиственниц, последняя лавина сошла в 1993–1994 гг.

К настоящему времени на месте схода лавины сформировалось молодое лиственничное редколесье. Хотя снежные лавины часто сходят с крутых склонов массива Рай-Из, однако они редко достигают верхней границы древесной растительности. На обследованной территории встретилось лишь несколько таких участков, при этом площадь повреждений небольшая, не более 2–3 га. Сравнение фотоизображений показывает, что лиственничные древостои, которые не испытывали разрушительного воздействия снежных лавин, стали более густыми и продуктивными. Средняя высота древостоев увеличилась на 3–4 м.

**Точка 67 (фото 67-1962 и 67-2004).** Фотографирование произведено с южной оконечности отрога массива Рай-Из, где расположена сравнительно пологая и обширная ложбина с глубоко врезанным руслом временного водотока. На втором плане тянется цепь сопков высотой 240–330 м, сложенных в основном кристаллическими сланцами. Эта цепь начинается у оз. Перевального и заканчивается у пос. Харп. На заднем плане снимков видны жилые и производственные строения пос. Харп, на месте которого в 1960-х годах находились ж.д. станция Подгорная и небольшой лагерь для заключенных. На этих фотографиях запечатлено самое высокое местонахождение лиственничных редколесий в районе исследований (400–420 м). Одиночные молодые лиственницы поднимаются до высоты 550 м. Высокое положение верхней границы распространения древесной растительности определяется благоприятными почвенно-климатическими условиями, поскольку котловина защищена от сильных ветров, а пологие склоны южной экспозиции хорошо прогреваются и на них развит почвенный покров. На пологом склоне в 2–3 раза увеличилось количество деревьев, а их высота возросла с 2–3 до 4–5 м.

На месте одиночных деревьев и их небольших групп, произраставших на пологом склоне, сформировались лиственничные редины и редколесья. При этом густота древостоев увеличивается при движении вниз по склону. Особенно большие изменения произошли на склонах и вершинах сопков. В начале 1960-х годов на перевалах сопков произрастали одиночные лиственницы и редины. К настоящему времени на их месте сформировались редколесья. На вершинах сопков, несмотря на их каменистость и ветробойность, появились небольшие группы лиственниц с одноствольной формой роста. Не менее чем в 2 раза увеличилась сомкнутость полога ольховника на склоне ближней сопки (высота 276,2 м). Редколесья, произраставшие в средней части склонов и ложбине, превратились в сомкнутые лесные сообщества.

**Точка 68 (фото 68-1983 и 68-2004).** Снимки сделаны с южного берега оз. Перевального. На них изображен южный склон массива Рай-Из. Ложбина, в которой расположено озеро (283 м над ур. м.), отделяет массив Рай-Из от цепочки невысоких сопков, которые показаны на снимках, сделанных с точки 67. На подветренном и довольно крутом склоне массива откладываются большие сугробы сдуваемого в зимнее время снега. Для распределения древесной растительности на склоне характерно ее полосное расположение, перпендикулярное господствующим ветрам. Поперек склона тянутся две узкие и одна широкая лесная полоса, разделенные двумя безлесными полосами. Безлесие этих полос, на которых произрастают разнотравные луговые сообщества, определяется тем, что здесь скапливаются сугробы снега мощностью до 6–7 м. Сход снегового покрова на таких участках происходит лишь к середине июля, что сокращает дли-

тельность вегетационного периода на 2–3 недели. На многоснежных местообитаниях имеются всходы и молодой подрост лиственницы, однако, достигнув возраста 10–20 лет и высоты 15–30 см, подрост отмирает, так как на следующей стадии роста и развития ему требуется гораздо более длительный вегетационный период.

В пределах лесных полос мощность снегового покрова не превышает 2–3 м. При такой мощности снегового покрова длительность вегетационного периода существенно не сокращается, и древесная растительность может нормально расти и развиваться. В свою очередь лесные полосы оказывают влияние на распределение сдуваемого ветром с вершин гор снега. Ветровой поток, достигнув первой лесной полосы, снижает свою скорость, и переносимый снег отлагается на ее подветренной стороне. Затем на удалении 150–250 м от первой лесной полосы скорость ветра снова возрастает, а мощность отлагаемого снегового покрова снижается. На этом месте формируется вторая лесная полоса, способствующая отложению второго мощного сугроба снега на ее подветренной стороне.

На Полярном Урале полосное распределение древесной растительности в связи с отложением мощных сугробов снега встречается сравнительно редко и лишь на тех склонах, по которым переносятся большие массы снега (Шиятов, 1969). В пределах экотона верхней границы древесной растительности обычны 1–3 лесные и 1–2 безлесные полосы. На рассматриваемых снимках имеются 3 лесные и 2 безлесные полосы, где и отлагается основная масса переносимого ветром снега. Несмотря на то что на этом склоне отлагаются большие массы снега, а повторные снимки сделаны всего через 21 год, признаки экспансии древесной растительности достаточно хорошо выражены. Древостои двух верхних лесных полос стали более густыми, а высота лиственниц увеличилась на 1,5–2 м. Наиболее заметные изменения произошли в пределах нижней лесной полосы на северном берегу озера. Расположенное в правом нижнем углу лиственничное редколесье превратилось в сомкнутое лесное сообщество.

**Точка 69 (фото 69-1962 и 69-2004).** Снимки сделаны с западной оконечности оз. Перевального. Справа виден южный берег озера, а на заднем плане – крутой и лавиноопасный склон массива Рай-Из. Древостой на южном берегу озера превратился в более густой и продуктивный. Увеличилась густота древостоев, произрастающих и на северном берегу озера. В понижениях и на более пологих участках крутого каменистого склона заметно возросли количество и размеры лиственниц, которые появились даже в верхней части склона.

**Точка 70 (фото 70-1962 и 70-2004).** На этих снимках видны ложбина с оз. Перевальным, которые отделяют перидотитовый массив Рай-Из (слева) от цепочки предгорных сопок (справа). Обращает на себя внимание значительное увеличение густоты древостоев, произрастающих на северном склоне сопки. Кроме того, не менее чем в 2 раза возросла площадь, занимаемая лиственничными редколесьями. Практически все редколесья, произраставшие на южном склоне массива (вдоль северного берега озера), превратились в сомкнутые леса. На крутом южном склоне массива Рай-Из примерно в 2 раза увеличилось количество одиночно растущих деревьев.

**Точка 71 (фото 71-1977 и 71-2004).** Фотографирование произведено у западной оконечности оз. Перевального. На переднем плане изображен северный склон сопки, а на заднем – горы Мал. Черная и Черная. За 27 лет значительно увеличились густота и высота ранее существовавших древостоев, при этом преобладают молодые лиственницы. Безлесным остался лишь небольшой пониженный и заболоченный участок, примыкающий к озеру.

**Точка 72 (фото 72-1983 и 72-2004).** На снимках изображен юго-восточный сравнительно пологий склон массива Рай-Из. По расположенному на перед-

74 нем плане глубоко врезанному каньону протекает ручей, который ограничивает юго-восточный отрог массива с запада. На этом склоне в начале 1980-х годов произрастала угнетенная лиственничная редина. К настоящему времени высота ранее росших деревьев увеличилась примерно на 1 м. Кроме того, древостой стал более густым за счет появления молодых лиственниц высотой 1–1,5 м. При этом они представлены преимущественно одноствольной формой роста, в то время как старые лиственницы имеют многоствольную форму.

**Точка 73 (фото 73-1962 и 73-2004).** Съемки произведены на юго-восточном пологом склоне массива Рай-Из. На фотоснимках крупным планом изображен фрагмент лиственничной редины, которая показана на снимках, сделанных с точки 72. Обращает на себя внимание большое количество находящихся на дневной поверхности остатков пней и стволов, которые свидетельствуют о том, что на этом участке в прошлом произрастало довольно густое лиственничное редколесье. В начале 1960-х годов здесь произрастали довольно угнетенные многоствольные деревья, которые пережили холодный период XIX в. в виде стланика. В связи с потеплением климата в XX в. стланики превратились в многоствольные деревца. К настоящему времени количество вертикальных стволиков у многоствольных деревьев увеличилось, а их высота возросла на 1–1,5 м. За последние 4 десятилетия количество живых деревьев возросло в 2 раза, в результате чего на месте одиночных деревьев сформировалась лиственничная редина.

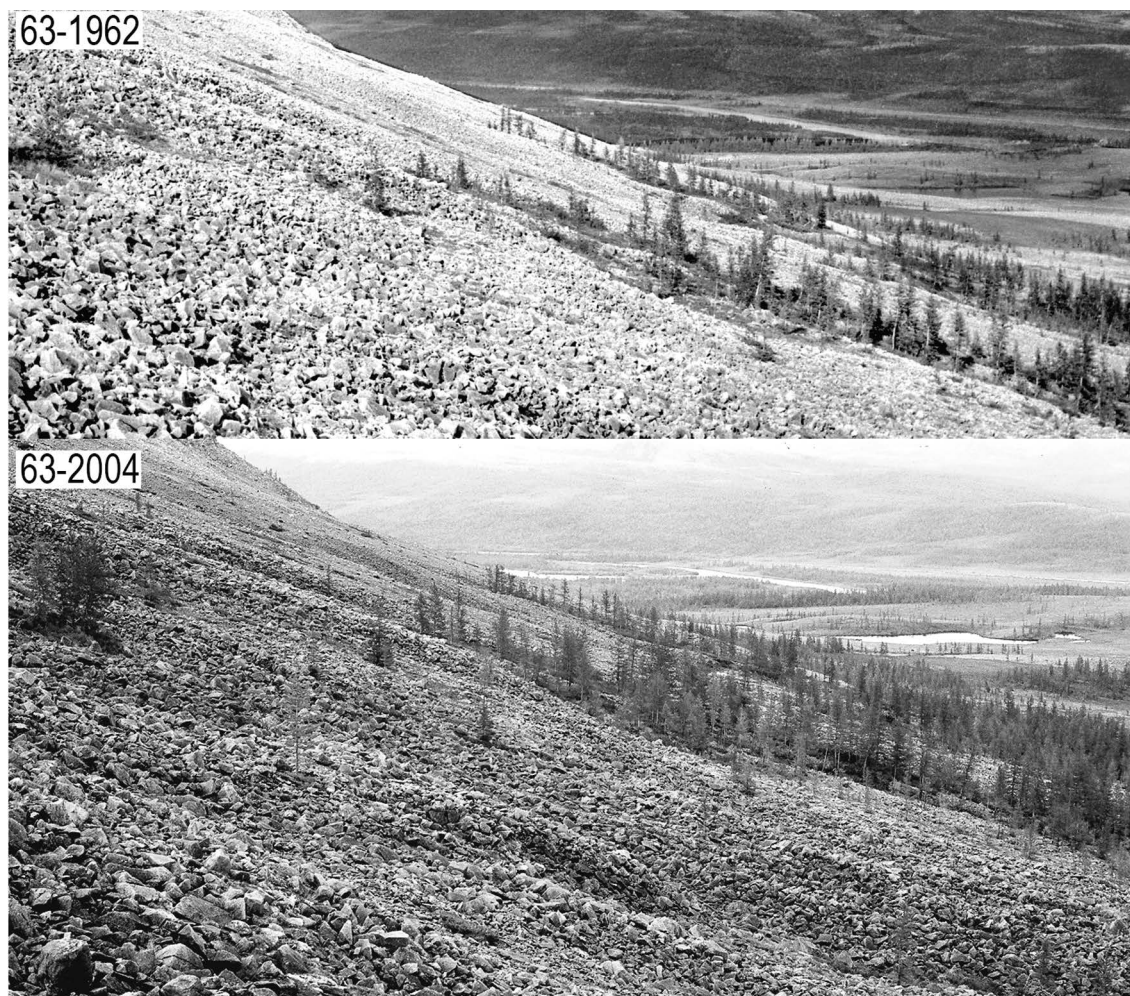
**Точка 74 (фото 74-1961 и 74-2004).** Съемка производилась с северо-западного выступа сопки 330,3 м, расположенной к югу от оз. Перевального. Первый снимок был сделан весной до начала распускания хвои (17 июня), а второй – в середине лета (19 июля). На снимках изображен юго-восточный склон сопки, где под защитой крутого склона произрастает довольно продуктивный лиственничный лес. На опушке этого леса имеется много кустов ольховника. Сравнение изображений на разновременных фотоснимках показывает, что в центральной части лесного массива густота древостоев практически не изменилась, увеличились лишь размеры деревьев и сомкнутость крон. Несколько молодых лиственниц появилось у опушки леса. Судить об экспансии ольховника затруднительно, поскольку снимки сделаны в разные сезоны года.

**Точка 75 (фото 75-1961 и 75-2004).** Снимки сделаны с заболоченной седловины, расположенной между сопками 330,3 и 276,2 м. На заднем плане виден хребет, простирающийся вдоль правого берега р. Бол. Ханмей. В начале 1960-х годов по периферии болота произрастала лиственничная редина, которая к настоящему времени превратилась в молодой сомкнутый лес. Средняя высота древостоев увеличилась на 2–3 м. Произошло продвижение лесной опушки в сторону болота, но центральная часть заболоченной седловины осталась необлесенной.

**Точка 76 (фото 76-1961 и 76-2004).** Фотографирование произведено с северного склона сопки 276,2 м. На снимках изображены северо-восточные склоны сопки, тянущихся от оз. Перевального до пос. Харп. У подножия склонов растет густой елово-лиственничный лес, который поднимается по ложбинам почти до перевалов между сопками. На переднем плане изображен северный склон сопки 278 м, а на среднем – сопки 241,3 м, которая в отличие от других сопки сложена ультраосновными породами (перидотитами). Анализ разновременных фотоизображений показал, что на пологих участках склона наблюдалась интенсивная экспансия древесной растительности. На ранее безлесных седловинах между сопками сформировались редколесные сообщества, а на крутых каменистых склонах и вершинах сопки – лиственничные редины.

**Точка 77 (фото 77-1977 и 77-2004).** Снимки сделаны с северного склона сопки 278 м. На снимках изображена та же седловина между сопками 278 м и 276,2 м, которая показана на снимках, сделанных с точки 76. На снимке, сделанном в сентябре 1977 г., видно, что на седловине между сопками появилось довольно густое молодое лиственничное редколесье, при этом средняя высота деревьев составляла около 2 м. К настоящему времени она увеличилась до 4 м. Заметно возросла густота древостоев, произрастающих на более крутых каменистых склонах как на северном склоне сопки 278 м, так и на юго-восточном склоне сопки 276,2 м.

**Точка 78 (фото 78-1977 и 78-2004).** Снимки сделаны с северного склона сопки 278 м. На переднем плане изображен крутой каменистый склон этой сопки, на заднем – южный склон массива Рай-Из в районе ложбины, по которой древесная растительность поднимается наиболее высоко в горы (420 м). Несмотря на сравнительно короткий промежуток времени (27 лет), густота и высота молодых древостоев существенно увеличились, а верхняя граница лиственничных редколесий продвинулась выше по склону. В составе елово-лиственничных лесов, произрастающих у подножия склона, заметно увеличилась роль ели сибирской.



64-1962



64-2004



65-1961



65-2004





66-1962



66-1997



66-2004







69-1962



69-2004



70-1962



70-2004



71-1977



71-2004



72-1983



72-2004





73-1962



73-2004



74-1961



74-2004



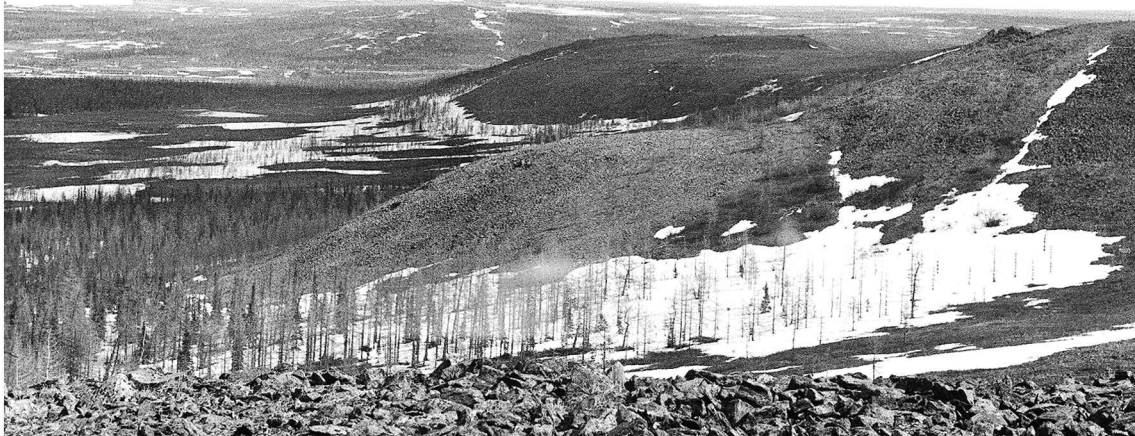
75-1961



75-2004



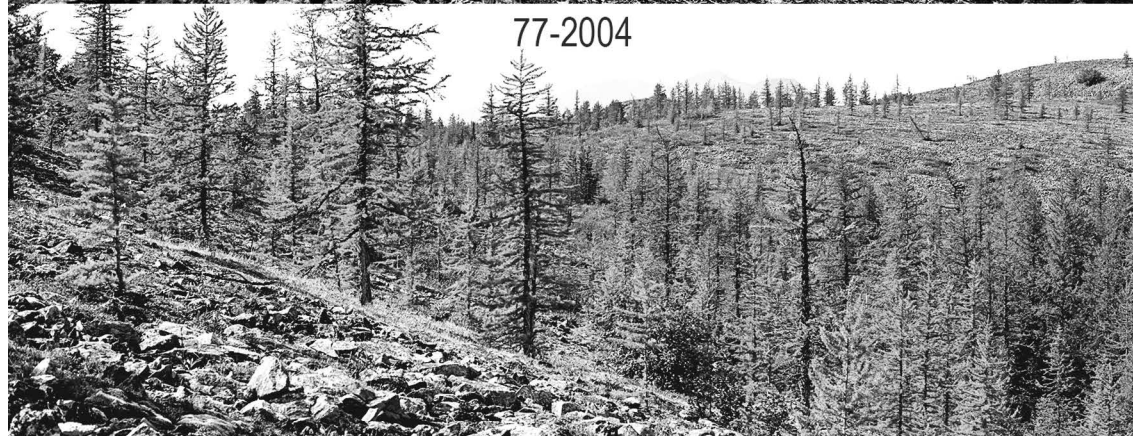
76-1961



76-2004







## Район 7. Южный и юго-восточный склоны массива Рай-Из между оз. Перевальным и руслом р. Кердоманшор (точки 79–103)

На панорамных снимках, сделанных с точек 79–82, показан южный и юго-восточный склоны массива Рай-Из. Для этих склонов характерно преобладание пологих и средних по крутизне склонов, защищенных от сильных долинных ветров. В данном районе преобладает термический тип верхней границы леса, наиболее сильные ее смещения происходили в течение последних 1500 лет. Удаленность склонов от путей прогона стад домашних северных оленей, а также их бедность кормами способствовали тому, что эта территория редко использовалась в качестве пастбищных угодий. Древесная растительность до сих пор развивается под влиянием естественных факторов, в частности климатических. На поверхности склонов находится огромное количество древесных остатков хорошей сохранности – свидетелей произрастания лесотундровых сообществ в далеком прошлом. Вдоль левого берега р. Кердоманшор сохранилось самое крупное на Полярном Урале «лесное кладбище» площадью около 200 га, расположенное на высоте 300–410 м над ур. м., т. е. выше современной верхней границы редколесий. Большое количество древесных остатков имеется и под пологом современных древостоев. Дендрохронологические датировки показали, что самые древние сохранившиеся остатки древесины датируются VII–VIII вв., а наиболее высокое положение верхней границы редколесий наблюдалось в XIII в. (Shiyatov, 1993, 2003).

У подножий южного и юго-восточного склонов массива Рай-Из проходит граница между ультраосновными (перидотиты) и основными (габбро) горными породами, которая во многих местах представлена неглубоким (3–5 м) и нешироким (10–30 м) заболоченным понижением. Она является важной фитогеографической границей, поскольку видовой состав, обилие и облик растительности на ультраосновных и основных горных породах четко различаются. В частности, на габбро обильно представлены заросли ольховника, которые полностью отсутствуют на перидотитах.

В пределах этого района повторное фотографирование было произведено на 81 точке. В работе использованы фотоснимки, сделанные на 25 точках.

**Точка 79 (фото 79-1962 и 79-2004).** С точки, расположенной на северо-восточном склоне сопки 345,5 м, сделано 3 панорамных снимка южного склона массива Рай-Из. На первой паре снимков изображены юго-восточный отрог массива и северо-западный выступ сопки 330,3 м. Древесная растительность в виде довольно широкой полосы занимает дренированную часть подножия склонов. На переднем плане находится северо-восточный склон сопки 345,5 м и нижняя часть конуса выноса стекающего с массива ручья. Прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что лиственничные редколесья, которые преобладали в начале 1960-х годов, превратились в сомкнутые и продуктивные леса. Интенсивная экспансия лиственницы наблюдалась как на более крутом участке склона, расположенном выше полосы сомкнутых лесов, так и на более пологом заболоченном участке, расположенном ниже этой полосы. Здесь на участках, где росли одиночные деревья, сформировались островки редколесий и редины. Существенно разрослись кусты ольховника, произрастающего на северо-восточном склоне сопки 345,5 м.

**Точка 80 (фото 80-1962 и 80-2004).** На этих снимках также изображен южный, но более крутой склон массива Рай-Из. В начале 1960-х годов в облесенной полосе преобладали лиственничные редколесья, которые к настоящему времени превратились в густые лесные сообщества. Существовавшие ранее необлесенные участки покрылись лесом. Лесная полоса расширилась как вниз,



так и вверх по склону. Верхняя граница распространения редколесий на отдельных участках склона сместилась выше в горы на 40–60 м.

**Точка 81 (фото 81-1962 и 81-2004).** Изображена западная оконечность лесной полосы, расположенной у подножия южного склона массива Рай-Из. Редколесья в правой части лесной полосы превратились в сомкнутые лесные сообщества, при этом островки сомкнутых и редколесных сообществ поднялись до высоты, где сравнительно пологий склон переходит в крутой. В левой части хорошо видно полосное распределение древесной растительности, обусловленное отложением мощных сугробов снега, сдуваемого с расположенных выше участков склона. На фотоснимке, сделанном в 2004 г., видны 3 лесные полосы, чередующиеся с 3 безлесными, на которых скапливается снеговой покров мощностью до 5–6 м, однако, несмотря на это, древостои, произрастающие в пределах лесных полос, стали более густыми и высокими. На северо-восточном склоне высоты 345,5 м (передний план) высота разросшихся кустов ольховника увеличилась примерно на 1 м.

**Точка 82 (фото 82-1962 и 82-2004).** На этих снимках изображен классический конус выноса крупнообломочного материала при выходе ручья из каньона на юго-западном склоне массива Рай-Из. Снимки сделаны с северо-восточного склона высоты 345,5 м. Во время таяния снега и интенсивных дождевых осадков по многочисленным ложбинам стока текут бурные ручьи, поэтому древесная растительность приурочена лишь к повышенным участкам, площадь которых в пределах конуса выноса составляет не более 30 %. В связи с этим за 42 года количество лиственниц увеличилось незначительно, но зато размеры деревьев стали заметно больше.

**Точка 83 (фото 83-1977 и 83-2006).** На снимках изображена нижняя часть отмершего массива лиственничных редколесий площадью около 200 га, расположенного на левом берегу р. Кердоманшор выше современной верхней границы редколесий. Протяженность «лесного кладбища» составляет около 4 км, а ширина колеблется от 150 м до 1 км. Эти редколесья произрастали на сравнительно пологом склоне юго-западной экспозиции. Склоны защищены от сильных долинных ветров, поэтому преобладала одноствольная форма роста деревьев. Лиственницы достигали высоты 13–15 м и диаметра 40–50 см. По мере продвижения выше в горы размеры деревьев постепенно снижались. С нескольких десятков древесных остатков были взяты спилы для дендрохронологического анализа, который показал, что эти лиственницы произрастали во время Средневекового потепления климата, т. е. в VIII–XIII вв. Наступившее затем длительное похолодание климата (с XIV по XX в.) привело к гибели этого массива редколесий. Сохранилось лишь около 10 стланиковых лиственниц, которые в XX в. превратились в многоствольные формы и уже приступили к семеношению. К настоящему времени в пределах бывшего массива редколесий появилось свыше 50 молодых лиственниц, при этом ее расселение идет не снизу вверх, а сверху вниз. На заднем плане снимка, сделанного в 2006 г., видна современная верхняя граница редины и редколесий на конусе выноса, о котором шла речь при анализе снимков, сделанных с точки 82.

**Точка 84 (фото 84-1962 и фото 84-2004).** В центральной части снимков изображен изолированный остров леса размером 300×400 м, расположенный на южном пологом склоне массива Рай-Из. В начале 1960-х годов здесь произрастало 11 старых лиственниц высотой 5–6 м, уцелевших после окончания похолодания климата (см. снимок 85-1961). В начале 1920-х годов в связи с потеплением климата вокруг этих деревьев появилось большое количество подроста, который через 40 лет образовал второй густой ярус высотой около 2 м. К настоящему времени молодое поколение лиственницы вышло в первый ярус (см. фо-

86 то 86-2004). Лесной остров разделился на две части: густой древостой занимает наветренную его половину (справа), а угнетенный – подветренную (слева). Это связано с тем, что густой древостой снижает скорость ветра, и сдуваемый с расположенных выше участков склона снег откладывается в виде сугробов мощностью 5–6 м на подветренной стороне острова. Оседающий во время таяния плотный снег ломает и изгибает ветви, а также тонкие стволы деревьев, и древесный ярус деградирует (см. фото 87-1983 и 87-2004). За 42 года остров леса расширился в сторону господствующих ветров и вверх по склону. Кроме того, вокруг острова на удалении нескольких сотен метров появилось довольно много молодых одиночных лиственниц.

**Точка 85 (фото 85-1961 и 85-2004).** На этих снимках показан тот же лесной остров, что и на предыдущих. Съемка производилась с точки, расположенной от острова ниже по склону. Фотоснимок 85-1961 сделан 17 июня, когда снег сошел лишь с наиболее малоснежных местообитаний и вегетация растительности еще не началась. На нем показаны все старые деревья (11 шт.) и обильное молодое поколение лиственниц, появившихся в непосредственной близости от обсеменителей. Кроны молодых лиственниц, средняя высота которых составляет 2 м (см. фото 86-1962), возвышаются над поверхностью снегового покрова примерно на 1 м. Это свидетельствует о том, что в пределах лесного острова мощность снегового покрова к моменту его интенсивного таяния составляла около 1 м. Мощных сугробов снега на подветренной стороне острова еще не было. Повторный снимок с этой точки был произведен 27 июля 2004 г., т. е. во второй половине вегетационного периода. На подветренной стороне лесного острова хорошо видна коричневая полоса, свидетельствующая о том, что вегетация кустарникового и травяно-кустарничкового ярусов еще не началась из-за того, что снег стаял лишь несколько дней назад. По-видимому, отложение мощных сугробов снега началось в середине 1970-х годов, когда средняя высота яруса молодых лиственниц превысила 4 м.

**Точка 86 (фото 86-1962 и 86-2004).** На снимках изображена средняя часть этого же лесного острова, чтобы показать изменения в древесной растительности с близкого расстояния. В начале 1960-х годов древостой состоял из двух возрастных поколений. Перестойное поколение лиственницы (280–330 лет) было представлено 11 живыми особями. Большая часть деревьев этого поколения отмерла к началу XX в., о чем свидетельствуют довольно многочисленные остатки деревьев такого же размера в виде сухостоя и валежа. Высота перестойных деревьев составляла 6–7 м, а диаметр – 20–30 см. К 2004 г. в пределах острова сохранилось 7 таких лиственниц. Перестойные деревья обильно обсеменяли этот участок, в результате чего сформировался густой второй ярус, высота которого в начале 1960-х годов составляла около 2 м. К настоящему времени молодое поколение лиственницы по высоте сравнялось с перестойным, а некоторые особи на 1–2 м превзошли по высоте старые деревья. Успешному возобновлению и формированию молодого поколения лиственницы в пределах острова способствовали наличие достаточного количества доброкачественных семян, слабая степень задернения поверхности почвы и благоприятные климатические условия, наблюдавшиеся в XX в.

**Точка 87 (фото 87-1983 и 87-2004).** На этих снимках крупным планом показана подветренная сторона этого лесного острова, где в настоящее время скапливается сугроб снега мощностью 5–6 м, который сходит лишь во второй половине июля. Находящиеся в толще плотного снега ветви и стволы молодых деревьев испытывают сильное механическое воздействие в период его таяния и оседания, в результате чего искривляются и обламываются. Поскольку такое воздействие происходит ежегодно, это приводит к сильному повреж-

дению деревьев и их отмиранию через некоторый промежуток времени. У более толстых и высоких деревьев обычно отсутствуют боковые ветви от поверхности почвы до максимальной высоты снегового покрова. Кроме того, они имеют угнетенный вид из-за сильного сокращения длительности вегетационного периода.

Следует отметить такой интересный факт, как отсутствие связи между началом вегетации высоких лиственниц, кроны которых возвышаются над поверхностью снега, и мощностью снегового покрова. На Полярном Урале начало вегетации высоких деревьев (распускание хвои, цветение, рост побегов) происходит почти одновременно (разница составляет 1–3 дня) независимо от того, сошел или нет снег под пологом древостоев. Пусковым механизмом этого является накопление определенной суммы температур воздуха на высоте крон деревьев, которая практически одинакова на разных участках. В многоснежных местообитаниях, которые обычно занимают небольшую площадь, вегетация деревьев начинается при наличии в основании стволов снегового покрова мощностью до 1,5 м. Сход снега может задержаться на 10–15 дней, и в это время деревья вегетируют, используя влагу, запасенную в стволах и крупных ветвях (Шиятов, 1969).

Повреждение молодых лиственниц началось примерно 10 лет назад, т. е. с середины 1970-х годов. Если условия снегонакопления на этом участке не изменятся, то большая часть поврежденных деревьев усохнет.

**Точка 88 (фото 88-1983 и 88-2004).** Съемка произведена на южном пологом склоне массива Рай-Из, в нижней части «лесного кладбища» площадью 44 га. Здесь выше современной верхней границы лиственничных редколесий имеется большое количество остатков крупных деревьев, свидетельствующих о том, что в прошлом древесная растительность произрастала на более высоких гипсометрических уровнях. На этом участке склона верхняя граница древесной растительности может быть отнесена к термическому типу. Для количественной оценки пространственно-временной динамики лиственничных редколесий в прошлом в 1983 г. здесь был заложен высотный профиль II протяженностью 430 м и шириной 20 м. Он начинался на высоте 340 м, где сохранились самые верхние остатки деревьев, и заканчивался на высоте 280 м, где проходит современная верхняя граница редколесий. Профиль был разбит на квадраты размером 10×10 м, в пределах которых были закартированы и описаны все остатки деревьев, а также живые лиственницы. С каждого древесного остатка взяты спилы для определения календарного времени жизни дерева при помощи дендрохронологического метода. Всего на профиле оказалось 252 остатка деревьев различной степени перегнивания и 16 живых молодых лиственниц. Результаты этих исследований опубликованы (Shiyatov, 1993, 2003; Шиятов, Мазепа, 2007). В 2004 г. на этом профиле был проведен пересчет вновь появившихся лиственниц.

Наиболее древняя древесина, сохранившаяся до настоящего времени, принадлежит деревьям, которые появились в начале и середине VIII в. С начала VIII в. и до конца XII в. происходило непрерывное поднятие верхней границы редколесий – с 310 до 340 м над ур. моря. Наиболее высокое положение эта граница занимала в течение всего XIII в. и в начале XIV в. Затем начались массовое отмирание деревьев и снижение верхней границы редколесий. Это происходило вплоть до начала XX в., причем наиболее интенсивно верхняя граница снижалась в XV и XIX вв. К началу XIX в. на профиле II не осталось ни одного живого дерева, а верхняя граница редколесий снизилась до 280 м над ур. м.

Снижение верхней границы редколесий было неравномерным во времени. Более того, во второй половине XVII в. и большей части XVIII в. произошло не-

88 большое ее поднятие за счет формирования ныне перестойного поколения лиственницы. Ситуация изменилась на противоположную в 1920-х годах, когда на профиле II стал появляться жизнеспособный подрост. По данным перечетов 1983 г., в нижней половине профиля II было обнаружено всего 16 молодых лиственниц, самая старая из которых появилась в начале XX в. Повторный пере-чет, проведенный в 2004 г., показал, что в течение 1983–2004 гг. на этом скло-не происходило интенсивное расселение лиственницы – ее численность, вклю-чая молодые деревья и подрост, увеличилась с 16 до 145 шт. При этом две са-мые верхние лиственницы возрастом 10 лет появились уже на высоте 330 м над ур. м., т. е. достигли почти того же высотного уровня, до которого поднималась древесная растительность в XIII в. Верхняя граница редколесий в XX в. в преде-лах профиля II поднялась с 280 до 310 м, а выше встречаются лишь одиночные молодые деревья и подрост.

Фотоснимки, сделанные в нижней части профиля II в 1962 и 2004 гг., пока-зывают, насколько интенсивно расселялась лиственница на этом склоне. В на-чале 1960-х годов здесь было лишь несколько одиночно растущих молодых ли-ственниц высотой до 1 м. В 1983 г. таких лиственниц появилось гораздо боль-ше, некоторые из них достигали высоты 2–3 м. К настоящему времени в ниж-ней части профиля сформировалось молодое редколесье, отдельные особи ли-ственницы высотой 4–6 м начали плодоносить. Верхняя часть профиля занята рединой и одиночными деревьями. Как видно из снимка 88-2004, лиственницы имеют одноствольную форму роста и хороший прирост в высоту и по диамет-ру. Верхняя граница редколесий на этом склоне поднялась выше в горы на 30 м, а вдоль склона – на 200 м.

**Точка 89 (фото 89-1983 и 89-2004).** На снимках показана нижняя часть скло-на массива Рай-Из, на котором был заложен высотный профиль II. Сравнение фотоизображений показывает, что если в начале 1980-х годов склон был без-лесным, то к настоящему времени здесь сформировалась молодая лиственнич-ная редица. Расположенная в правой части снимков небольшая куртина листв-венниц разрослась, а произрастающее за озером редколесье стало более высо-ким и густым.

**Точка 90 (фото 90-1983 и 90-2004).** Снимки сделаны на пологом южном склоне массива Рай-Из, южнее профиля II. На них изображена верхняя грани-ца распространения молодого лиственничного редколесья. За сравнительно ко-роткий промежуток времени (20 лет) почти в 2 раза возросла густота древо-стоя, а высота деревьев увеличилась на 1,5–2 м. Верхняя граница распростране-ния редколесий продвинулась в горы примерно на 50 м вдоль склона.

**Точка 91 (фото 91-1962 и 91-2004).** Фотографирование произведено на юж-ном склоне массива Рай-Из крутизной 8–10°. На заднем плане видна вершина г. Черной. В защищенной от ветров ложбине в начале 1960-х годов на высоте 365 м над ур. м. произрастала одиночная лиственница высотой 6 м, сохранившая-ся на месте ранее существовавшего редколесья. Около нее появилось доволь-но большое количество подростка высотой до 1 м. Возобновление в непосред-ственной близости от плодоносящего дерева обусловлено тем, что вылет семян лиственницы урожая прошлого года в этом районе происходит в июне–июле, когда наступает жаркая сухая погода, способствующая раскрытию шишек. Тя-желые семена лиственницы разносятся ветром не далее чем на 40–60 м от ис-точника обсеменения, оседают в подстилке и дальше не распространяются. По-этому обильное возобновление наблюдается лишь вблизи от плодоносящих де-ревьев или опушек лесотундровых сообществ. Эти снимки демонстрируют тот факт, что жизнеспособные семена лиственницы формируются и при отсутствии перекрестного опыления.



К настоящему времени на этом участке сформировалось типичное лиственничное редколесье, максимальная высота деревьев молодого поколения достигает 7 м. В прогалах между деревьями продолжают появляться молодые лиственницы. Верхняя граница редколесий поднялась выше в горы с 290 до 360 м.

**Точка 92 (фото 92-1962 и 92-2004).** На этих снимках показана та же ложбина, что и на предыдущих. Расположенная на первом плане редица удалена от одиночной лиственницы на 150 м ниже по склону. На месте лиственничной редицы сформировалось редколесье, густота которого продолжает увеличиваться за счет появления молодых особей. Заметно увеличилась густота древостоев, произрастающих ниже по склону.

**Точка 93 (фото 93-1962 и 93-2004).** Снимки сделаны с южного склона массива Рай-Из. Здесь в начале 1960-х годов выше верхней границы леса существовала полоса усохших деревьев, в пределах которой появился довольно многочисленный подрост лиственницы. К настоящему времени в пределах полосы сформировался молодой лиственничный лес, и верхняя граница его распространения поднялась выше в горы на 15–20 м. Выше этой границы имеется много молодого подроста, что свидетельствует о продолжающемся процессе наступления древесной растительности на тундровые сообщества.

**Точка 94 (фото 94-1977 и 94-2004).** Фотографирование произведено на южном склоне массива Рай-Из, недалеко от точки 93. В конце 1970-х годов этот склон был практически безлесным. На нем имелось огромное количество древесных остатков различной степени перегнивания и несколько живых лиственниц высотой до 2–3 м. К настоящему времени здесь сформировался густой лиственничный древостой, в результате чего верхняя граница сомкнутого леса на этом участке склона поднялась выше в горы на 20–30 м. Обращают на себя внимание интенсивный прирост молодых деревьев и их хорошая жизненность.

**Точка 95 (фото 95-1977, 95-1997 и 95-2004).** С этой точки сделано 3 разновременных снимка, чтобы показать, насколько быстро происходит облесение тундровых сообществ на защищенных от ветров, хорошо прогреваемых и слабозатененных местообитаниях. В 1977 г. на этом участке имелось большое количество древесных остатков, а в его нижней части росли две лиственницы многоствольной формы роста высотой 2–3 м и одна молодая лиственница одноствольной формы роста высотой около 1 м. Через 20 лет (см. снимок 95-1997) здесь возник молодой древостой, средняя высота его деревьев составляла около 2,5 м, а максимальная – 5 м. К настоящему времени (см. снимок 95-2004) высота древостоя увеличилась до 4 м, при этом сомкнутость древесного яруса значительно возросла. Верхняя граница распространения лиственничного редколесья на этом участке склона поднялась не менее чем на 30 м.

**Точка 96 (фото 96-1962 и 96-2002).** Точка съемок расположена в 300 м к западу от трех предыдущих, где склон средней крутизны переходит в более крутой и каменистый. В начале 1960-х годов на переднем плане снимка древесная растительность практически отсутствовала (имелось лишь несколько молодых лиственниц высотой до 0,5 м), а на среднем плане произрастало редколесье, древостой которого был представлен средневозрастным поколением лиственницы. К 2002 г. это редколесье превратилось в сомкнутый лес, а высота древостоя увеличилась на 2–3 м. На ранее безлесном участке появилось много молодых лиственниц, и вскоре здесь может сформироваться редколесное сообщество. Для этих лиственниц характерен чрезвычайно высокий темп прироста в высоту (15–20 см в год). На этом участке склона дальнейшее продвижение древесной растительности выше в горы затруднено из-за наличия крутого каменистого склона.

**Точка 97 (фото 97-1977 и 97-2004).** На снимках изображена западная оконечность лесной полосы, расположенной у подножия южного склона массива Рай-Из. В конце 1970-х годов здесь произрастало молодое лиственничное редколесье. Деревья среднего возраста имеют многоствольную форму роста, и это свидетельствует о том, что они подвергались воздействию сильных зимних ветров. К настоящему времени большинство редколесных сообществ превратилось в сомкнутый лес. Высота растущих на переднем плане древостоев увеличилась на 2–3 м. У многих лиственниц, изображенных на переднем плане снимка, обломаны сучья в нижней половине ствола из-за отложения здесь сугроба снега мощностью 3–4 м.

**Точка 98 (фото 98-1977 и 98-2004).** Снимки показывают верхний предел распространения молодых лиственниц у подножия юго-западного склона массива Рай-Из. На снимке, сделанном в сентябре 1977 г., видно наличие достаточно большого количества молодых лиственниц различной высоты и возраста на ранее безлесном участке. Через 27 лет на этом участке сформировалось лиственничное редколесье. Деревья, особенно молодые, имеют угнетенный вид (изогнутые стволы, обломанные ветви и вершинки) в связи с тем, что здесь в последнее время стал откладываться снеговой покров мощностью 3–4 м. Расположенные на среднем плане редины превратились в редколесья, а редколесья – в сомкнутый лес.

**Точка 99 (фото 99-1962 и 99-2004).** На этих снимках показана верхняя граница распространения древесной растительности на юго-западном склоне массива Рай-Из в районе конуса выноса, за которым находится подножие северо-восточного склона высоты 345,5 м. Небольшой островок лиственничной редины, расположенный в центре снимка, превратился в довольно крупный остров редколесий, а расположенный в левой части снимка остров редколесий – в массив сомкнутого леса. Выше этого массива появился отсутствовавший в начале 1960-х годов участок редколесий, представленный разновысотными молодыми деревьями. На переднем плане видно довольно много одиночных лиственниц высотой до 1 м, свидетельствующих о том, что этот участок склона постепенно заселяется древесной растительностью. Произрастающие на заднем плане лесные и редколесные массивы стали значительно более густыми и продуктивными.

**Точка 100 (фото 100-1962 и 100-2004).** Снимки сделаны с юго-западного склона массива Рай-Из, с западной оконечности лесной полосы, тянущейся по подножию склона. В начале 1960-х годов здесь произрастали более или менее изолированные островки редколесий, приуроченные к понижениям рельефа. К настоящему времени на большинстве участков редколесья трансформировались в сомкнутые лесные сообщества, при этом облесенность экотона верхней границы древесной растительности увеличилась с 60 до 90 %. На этом склоне верхняя граница распространения сомкнутых лесных сообществ поднялась выше в горы не менее чем на 75 м. Дальнейшему продвижению древесной растительности препятствуют крутые каменистые склоны.

**Точка 101 (фото 101-1983 и 101-2004).** Фотографирование произведено у подножия южного склона массива Рай-Из, на контакте основных и ультраосновных горных пород. За короткий промежуток времени (21 год) произошло существенное увеличение сомкнутости крон и высоты древостоев. Если в начале рассматриваемого периода на большинстве участков произрастали типичные редколесья, то к настоящему времени они превратились в сомкнутые сообщества. Высота древостоев увеличилась на 2–3 м. В нижней части склона в первом ярусе появилось довольно много елей, которые раньше находились под пологом лиственницы.

**Точка 102 (фото 102-1961 и 102-2004).** Снимки сделаны в нижней части южного склона массива Рай-Из, где в начале 1960-х годов на подветренной опушке лиственничного редколесья скапливался мощный сугроб снега. В результате того, что выше по склону произошло превращение редколесий в сомкнутые леса, а верхняя граница древесной растительности продвинулась в горы, на этом участке стало скапливаться меньше снега и создались благоприятные условия для возобновления лиственницы. На месте сугроба снега и чуть ниже по склону произошло обильное возобновление лиственницы. Здесь сформировался густой молодой лес, а подветренная сторона опушки леса продвинулась ниже по пологому склону примерно на 50 м. Облесение разнотравно-ерниковой тундры, изображенной на переднем плане, продолжается и вскоре здесь может сформироваться лиственничное редколесье, а возможно, и сомкнутое лесное сообщество.

**Точка 103 (фото 103-1983 и 103-2004).** На снимках изображен юго-западный склон массива Рай-Из, где в настоящее время откладывается сугроб снега мощностью 5–6 м. До начала 1960-х годов мощность снегового покрова не превышала 2–2,5 м, и он не повреждал появившийся обильный подрост лиственницы высотой до 1 м. Отложение больших масс снега на этом участке началось в конце 1960-х – начале 1970-х годов. К этому времени молодые лиственницы достигли высоты 1,5–2 м. Оседание мощного и плотного снега во время таяния вызвало искривление и обламывание тонких стволиков и ветвей. К 1983 г. все молодые лиственницы были повреждены и имели угнетенный вид. К настоящему времени большая их часть отмерла, живыми сохранились лишь наиболее высокие лиственницы.

Многоснежные местообитания благоприятны для появления и произрастания молодых лиственниц возрастом до 15–20 лет и высотой до 20–30 см, поскольку на первых этапах роста и развития они способны произрастать при вегетационном периоде длительностью 25–30 дней. С началом этапа интенсивного роста в высоту молодым лиственницам требуется более длительный вегетационный период, и если этого не произойдет, то они отомрут. Произраставшие в начале 1980-х годов древостой лиственничных редколесий, где отсутствует скопление больших масс снега, превратились в более густые и продуктивные.



79-1962



79-2004



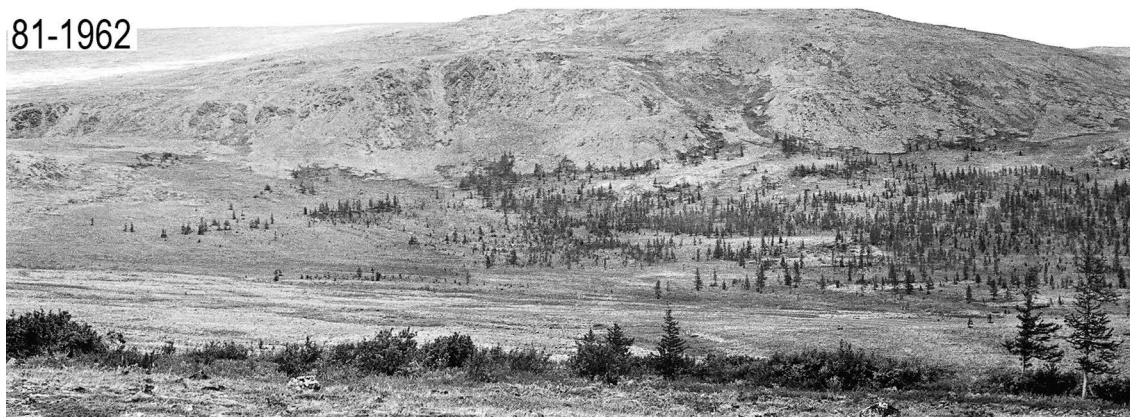
80-1962



80-2004



81-1962



81-2004



82-1962



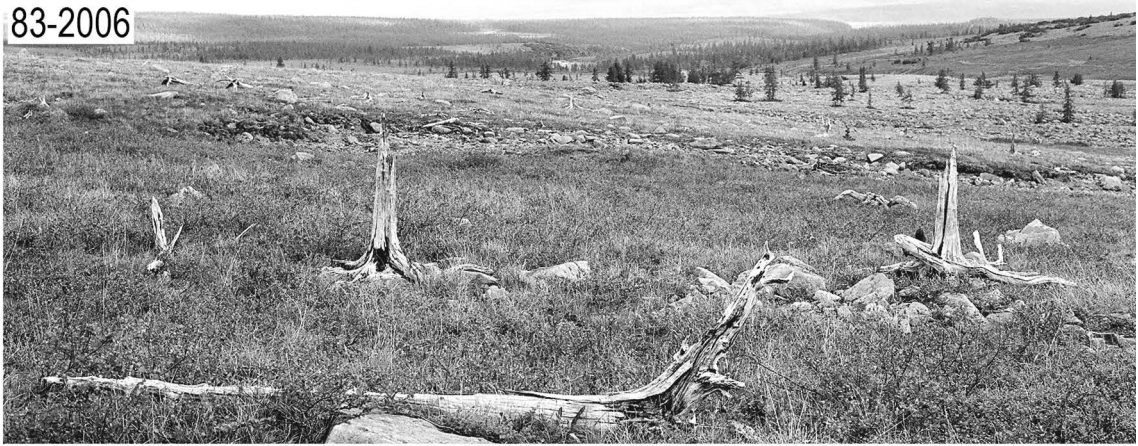
82-2004



83-1977



83-2006



84-1962



84-2004





85-1961



85-2004



86-1962



86-2004



87-1983



87-2004



88-1983



88-2004





89-1983



89-2004



90-1983



90-2004



91-1962



91-2004



92-1962



92-2004







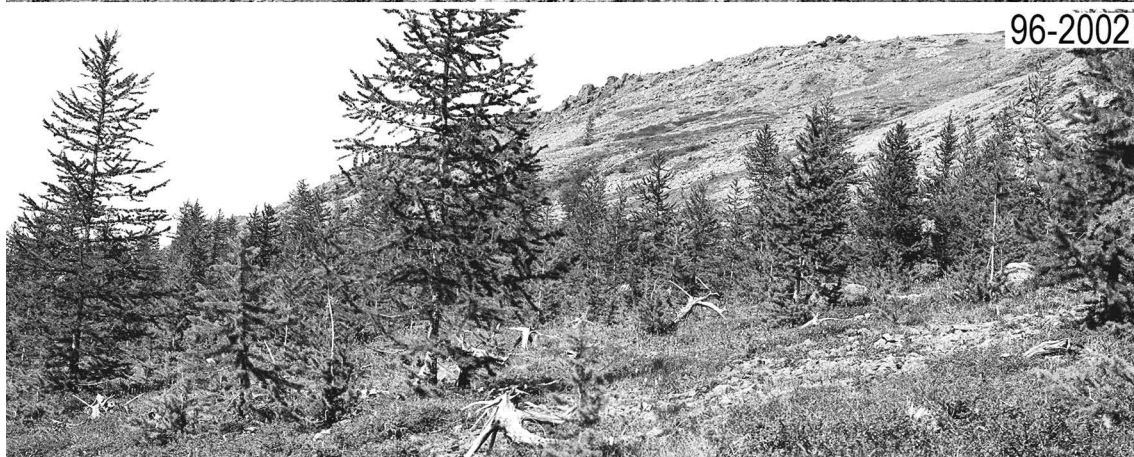






96-1962

101



96-2002

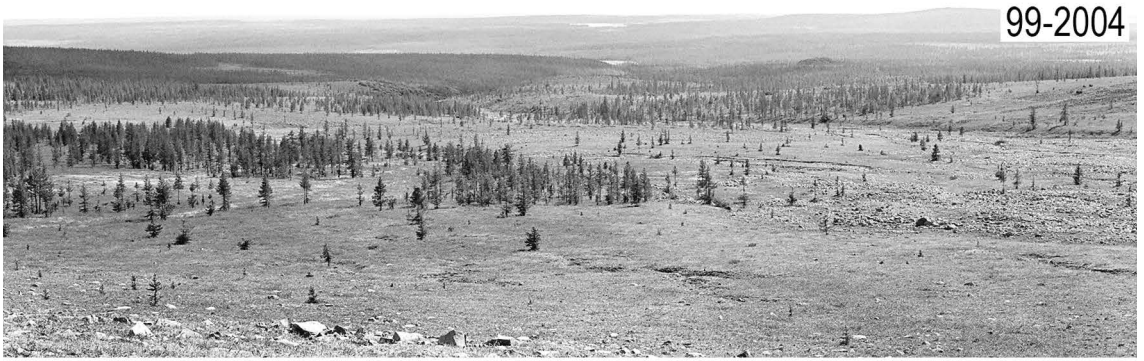
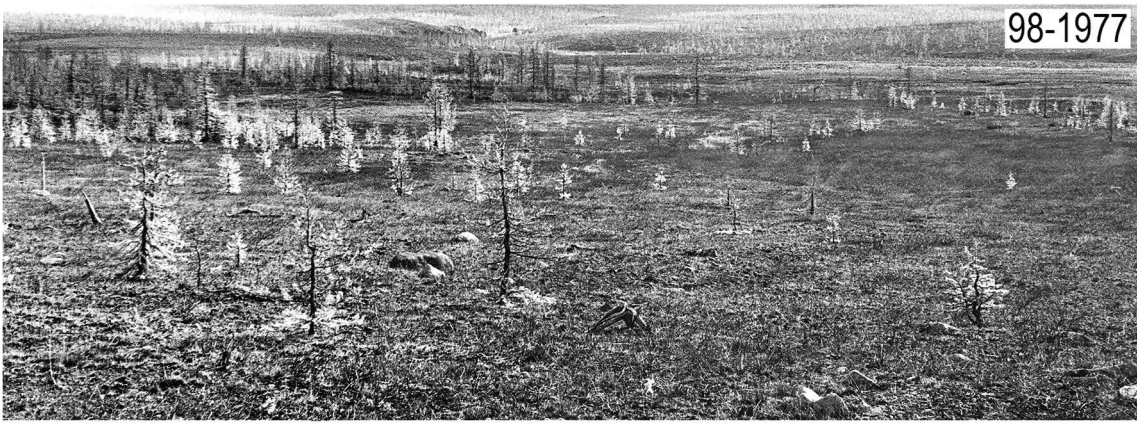


97-1977



97-2004

АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ИСТОРИЧЕСКИХ И СОВРЕМЕННЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ФОТОСНИМКАХ





100-1962 103



100-2004

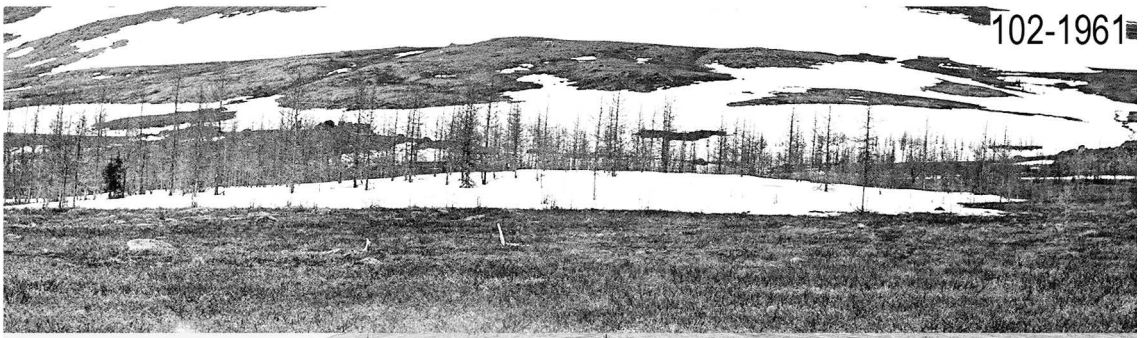


101-1983



101-2004





102-1961



102-2004



103-1983



103-2004



Для этого района характерно наличие контрастных почвенно-грунтовых и микроклиматических условий, связанное с наличием свежих моренных отложений последнего горно-долинного оледенения, окаймленных с северной стороны выходами на поверхность коренных пород из габбро (сопка 345,5 м). Ледник двигался из верховьев р. Кердоманшор. Моренные отложения представлены многочисленными грядами и холмами, понижения между которыми заняты небольшими озерами и заболоченными участками. Район подвергается воздействию сильных ветров, дующих из верховьев р. Енгаю. При этом по мере удаления от подветренного склона г. Мал. Черной скорость ветра увеличивается, а степень облесенности моренных отложений снижается. Куртины и островки листовенничных редколесий приурочены к подветренным частям моренных гряд и понижениям.

В пределах этой территории повторные фотоснимки были сделаны на 39 точках, в данной работе использованы снимки, полученные для 9 точек.

**Точка 104 (фото 104-1962 и 104-2004).** Снимки сделаны с юго-западного склона сопки 345,5 м. На среднем плане изображен юго-восточный склон г. Мал. Черной, а на заднем – г. Черная. За рассматриваемый промежуток времени древесный ярус листовенничного редколесья, которое образует верхнюю границу леса, стал более сомкнутым и высоким. Произошло сильное разрастание кустов березы извилистой, произрастающих на каменистой части склона.

**Точка 105 (фото 105-1962 и 105-2004).** На снимках изображена обширная ложбина, расположенная примерно в 1 км южнее вершины сопки 345,5 м. На заднем плане видны г. Мал. Черная (справа) и г. Черная (слева). Обращает на себя внимание хорошо сохранившаяся нижняя часть ствола громадной листовенницы диаметром без коры около 50 см. Подобные деревья в настоящее время растут примерно на 100–120 м ниже по высоте в наиболее благоприятных местообитаниях. Это дерево росло во время средневекового потепления климата (VIII–XIII вв.) и до сих пор не вывалилось потому, что крупные корни оголились и расположены на поверхности каменного окна. В начале 1960-х годов слева от сухостойного дерева находилась живая молодая листовенница высотой около 80 см. В настоящее время ее высота составляет около 6 м. В ложбине произрастает густая ивняково-ерниковая тундра, что препятствует возобновлению листовенницы. На повышенных местах, где кустарники не такие густые и высокие, произошло значительное увеличение густоты, высоты и сомкнутости древесного яруса.

**Точка 106 (фото 106-1960 и 106-2002).** Снимки сделаны с моренных отложений, расположенных между сопкой 345,5 м и руслом р. Кердоманшор. На заднем плане виден южный склон г. Мал. Черной, которая находится на правом берегу этой реки. На моренных отложениях, расположенных вокруг озера, значительно увеличилась густота и сомкнутость крон древостоев, при этом редины превратились в редколесья – а редколесья в сомкнутые сообщества. Средняя высота древостоев на всей территории увеличилась на 2–3 м. На южном склоне г. Мал. Черной заметно возросла сомкнутость полога ольховника, особенно на верхнем пределе его произрастания.

**Точка 107 (фото 107-1983 и 107-2002).** На этих снимках изображены моренные отложения, представленные в основном перидотитами, расположенные как на левом берегу р. Кердоманшор (передний план), так и на правом (задний план). Даже за сравнительно короткий промежуток времени (20 лет) существенно увеличилась высота, густота и сомкнутость древостоев. Жизненное со-

106 стояние деревьев хорошее и можно ожидать, что в скором будущем здесь сформируются сомкнутые лесные сообщества.

**Точка 108 (фото 108-1960 и 108-2002).** Эти снимки показывают общий вид моренных отложений, расположенных по левому берегу р. Кердоманшор. На заднем плане видны отроги массива Рай-Из в верховье р. Кердоманшор. По вершине пологого возвышения (средний план) проходит верхняя граница распространения лиственничных реди и редколесий. В 1960 г. на моренных отложениях произрастали редкие и угнетенные деревья преимущественно многоствольной формы роста, высота которых не превышала 3–4 м. К настоящему времени редины превратились в редколесья, а максимальная высота деревьев составляет 7–8 м. Несмотря на неблагоприятные почвенно-грунтовые и микроклиматические условия (дефицит влаги, бедные почвы, сильные ветры, малая мощность снегового покрова), произошло существенное облесение склона. В последние десятилетия процесс облесения стал более интенсивным, о чем свидетельствует наличие большого количества подростов лиственницы (см. передний план на фото 108-2002). В значительной степени это обусловлено защитной ролью более старого поколения лиственницы, способствующего снижению скорости ветра и отложению более мощного снегового покрова.

**Точка 109 (фото 109-1962 и 109-2005).** Снимки сделаны с возвышения высотой около 200 м, расположенного на левом берегу р. Кердоманшор, на котором отсутствуют моренные отложения последнего горно-долинного оледенения. В начале 1960-х годов здесь проходила верхняя граница распространения лиственничного редколесья. В настоящее время редколесье превратилось в сомкнутый лес, а на ранее безлесном участке (передний план) наблюдается интенсивное возобновление лиственницы.

**Точка 110 (фото 110-1962 и 110-2004).** Фотографирование произведено с юго-восточного подножия г. Мал. Черной в сторону высоты 345,5 м, находящейся на левом берегу р. Кердоманшор. 40 лет назад здесь преобладали редины и горные тундры с одиночными деревьями и лишь на более крутом склоне западной экспозиции произрастало довольно чахлое лиственничное редколесье. К настоящему времени это редколесье превратилось в сомкнутый и продуктивный лес. Увеличились густота и, особенно, размеры деревьев, произрастающих на моренном возвышении и у подножия высоты 345,5 м. Значительно возросла сомкнутость и высота ольховника, произрастающего у подножия г. Мал. Черной (см. передний план).

**Точка 111 (фото 11-1962 и 111-2004).** Снимки сделаны с той же точки, что и на предыдущей. На них видны изменения в древесной и кустарниковой растительности на большой территории (у подножия г. Мал. Черной и на моренных отложениях, расположенных вдоль левого берега р. Кердоманшор). В начале 1960-х годов на возвышенной части моренных отложений произрастали одиночные деревья и небольшие куртины деревьев и лишь вдоль левого берега простиралась полоса лиственничных редколесий шириной 100–200 м. За 42 года большая часть этих редколесий превратилась в сомкнутые и продуктивные лесные сообщества. Полоса лесных сообществ поднялась выше вдоль берега реки еще на 500–600 м (см. фото 110-2004). Постепенное облесение происходило и на возвышенной части моренных отложений, где сформировались многочисленные куртины и островки лиственничных редколесий, приуроченные к подветренным частям моренных гряд и понижениям рельефа. Расположенные у подножия г. Мал. Черной лиственничные редины превратились в продуктивные редколесья, а сообщества ольховников и березы извилистой (передний план) стали более сомкнутыми и высокими.

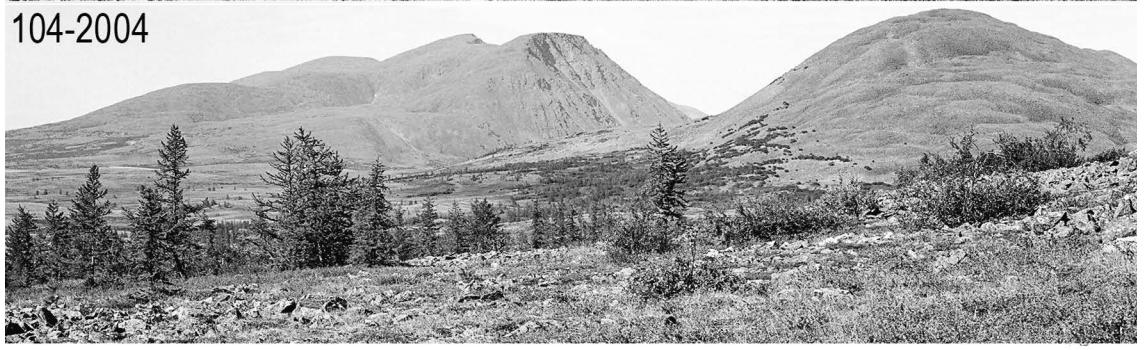
**Точка 112 (фото 112-1962 и 112-2004).** На снимках крупным планом показан участок левого берега р. Кердоманшор, где в настоящее время проходит верхняя граница распространения сомкнутого леса (см. фото 110-2004). Местообитание защищено от сильных западных ветров, поэтому здесь преобладает одноствольная форма роста лиственницы. За рассматриваемый промежуток времени почти в 2 раза увеличилась густота древостоя, в результате чего редколесье превратилось в сомкнутый лес. Средняя высота древостоя возросла с 4 до 6,5 м.



104-1962



104-2004



105-1962



105-2004







106-1960

109



106-2002



107-1983



107-2002

108-1960



108-2002



109-1962



109-2005







110-1962



110-2004



111-1962



111-2004