

Анализ ландшафтных разновременных фотоснимков, полученных для значительной территории Полярного Урала, показал, что в течение 1960–2007 гг. в ЭВГДР происходили интенсивная смена лесотундровых сообществ в направлении от тундры к сомкнутому лесу и увеличение облесенности территории. Однонаправленный характер этих смен на склонах разной экспозиции, а также в местообитаниях, различающихся почвенно-грунтовыми и микроклиматическими условиями, свидетельствует о том, что данные процессы проходили под воздействием общего внешнего фактора. Поскольку в районе исследований антропогенная нагрузка на лесотундровые сообщества до сих пор незначительная, а пожары отсутствовали, по крайней мере, в течение последних 1500 лет, такими факторами могут быть только климатические.

Мы считаем, что на Полярном Урале современная экспансия древесной и кустарниковой растительности в первую очередь обусловлена значительным улучшением летних и зимних температурных условий. Это подтверждает и анализ инструментальных данных по метеостанции Салехард за последние 120 лет, которая расположена в 55 км к востоку от района исследований. Существенное потепление и увлажнение климата, которые отмечались в 1920-х годах, продолжают до настоящего времени. Температура летних месяцев (июня–августа) в 1883–1920 гг. составляла 10,7 °С, в 1920–2004 гг. – 11,4 °С, т. е. возросла на 0,7 °С, а зимних (ноябрь–март) – на 1,1 °С (с –20,8° до –19,7 °С). Количество выпавших осадков в летние месяцы увеличилось на 32 мм (с 147 до 179 мм), а зимних – на 46 мм (с 67 до 113 мм). Как показало сравнение реконструированных летних температур по ширине годовых колец лиственницы в разных районах Сибирской Субарктики (Ваганов и др., 1998), в XX в. на Полярном Урале происходило наиболее значительное потепление климата по сравнению с севером Западной Сибири и Таймыром. Существенное значение для интенсивной экспансии древесной и кустарниковой растительности имело более раннее начало вегетационного периода, о чем свидетельствует значительное повышение температуры мая. Если в 1883–1920 гг. она составляла –2,4 °С, то в 1920–2004 гг. она была равна –1,1 °С, т. е. возросла на 1,3 °С. Учитывая, что высотный градиент температуры летних месяцев для Полярного Урала составляет 0,7 °С, температурная граница, при которой возможно существование древесной и кустарниковой растительности, поднялась выше в горы примерно на 100 м.

Дешифрирование разновременных ландшафтных фотоснимков показало, что на более или менее пологих склонах, где имеются слой мелкозема или горно-тундровая почва, верхняя граница произрастания редины, редколесий и сомкнутых лесов за рассматриваемый промежуток времени поднялась выше в горы в среднем на 20–30 м, а максимально – до 70 м. Результаты анализа картографического материала показали, что за последние 80–90 лет вертикальный сдвиг составил для редколесий 41 м (с 231 до 257 м над ур. м.), для сомкнутых лесов – 35 м (с 195 до 230 м), а горизонтальный сдвиг для редколесий – 290 м, для сомкнутых лесов – 520 м, т. е. за исследуемый период скорость вертикального сдвига границ составила 0,3 и 0,4 м в год, а горизонтального – 3,2 и 5,8 м в год соответственно. Максимальный вертикальный сдвиг для редколесий составил 78 м, для сомкнутых лесов – 56 м, максимальный горизонтальный сдвиг для редколесий – 1190 м, для сомкнутых лесов – 2030 м (Шиятов и др., 2007). На

194 большинстве склонов древесная растительность еще не достигла своего климатически обусловленного предела.

В основном это объясняется слабой обеспеченностью семенами тундровых участков, расположенных в верхней части ЭВГДР. Ранее нами (Шиятов, 1966) было показано, что вылет семян лиственницы из шишек происходит здесь не в год их формирования, а в июне–июле следующего календарного года, когда отсутствует снеговой покров. Тяжелые семена разносятся ветром не далее чем на 40–60 м от плодоносящих деревьев и застревают в мохово-лишайниковом покрове и подстилке. Их дальнейшее распространение вверх по склону происходит в незначительных количествах с помощью животных. Кроме того, в зимние месяцы во время сильных ветров небольшие веточки с шишками, содержащими семена, отрываются от дерева и переносятся по поверхности плотного снегового покрова на значительное расстояние. Это приводит к появлению одиночных деревьев в тундровых сообществах в благоприятные по климатическим условиям периоды. Через 20–40 лет молодые деревья начинают плодоносить, и вокруг них формируются небольшие куртины и островки редины и редколесий.

Поэтапный процесс продвижения древесной растительности в горную тундру в периоды внутривековых и вековых потеплений климата иллюстрируют фотоснимки, полученные на точке 180. Первая волна возобновления наблюдалась в 1920–1940-х годах, в результате чего левее вездеходной дороги на месте отдельно растущих деревьев сформировалось лиственничное редколесье. До начала 1970-х годов по правую сторону дороги древесная растительность отсутствовала. Когда начали плодоносить 30–40-летние лиственницы, процесс возобновления деревьев стал происходить и на этой стороне дороги, где к настоящему времени сформировалась молодая лиственничная редина.

Из-за недостатка семенного материала многие пригодные для произрастания древесной растительности местообитания до сих пор остаются безлесными или слабооблесенными. Поэтому наиболее существенное облесение тундровых территорий и более интенсивная трансформация редкостойных древостоев в более густые произошли в средней и нижней частях ЭВГДР, где, кроме более благоприятных микроклиматических и почвенно-грунтовых условий, лучше и обеспеченность семенами. Переход тундры и редины в сомкнутый лес, минуя стадию редины и редколесья, происходил, как правило, на участках, примыкающих к лесным опушкам (см. снимки, сделанные на точках 93–95). За последние 90 лет степень облесенности ЭВГДР, учитывая площади, занятые рединой, редколесьями и сомкнутыми лесами, увеличилась почти в 2 раза (Шиятов и др., 2005).

Практически на всех современных фотоснимках отмечено повышение продуктивности ранее существовавших древостоев, которое выражается в увеличении размеров деревьев в высоту и по диаметру, густоты и сомкнутости крон древостоев. Молодое поколение лиственницы, сформировавшееся в благоприятный климатический период, заметно отличается по форме и темпам роста от более старых поколений, особенно перестойного, которое появилось и большую часть жизни просуществовало в более суровых климатических условиях. В настоящее время основу древесного яруса в большинстве лесотундровых сообществ составляет молодое поколение лиственницы, возраст которого не превышает 90 лет. Наиболее старые особи этого поколения по высоте уже превосходят перестойное, а на многих участках и средневозрастное поколение.

В нижней части ЭВГДР под пологом лиственничных древостоев наблюдаются успешное внедрение ели сибирской и продвижение ее верхней границы распространения выше в горы. Молодые деревья ели обычно имеют высокий прирост по диаметру и, особенно, в высоту. Здесь ель успешно вытесняет лист-

венницу, в результате чего сначала формируются двухъярусные елово-лиственничные, а затем лиственнично-еловые леса северотаежного типа. В последних возобновление лиственницы практически прекращается.

Одним из важных показателей улучшения условий существования древесной растительности является переход стланиковых форм роста лиственницы и ели в многоствольную, а также преобладание одноствольной формы роста у деревьев молодого поколения. Анализ изображений на многих фотоснимках показывает, что даже в наиболее экстремальных местообитаниях, в частности ветробойных и малоснежных, у подроста и молодых лиственниц преобладает одноствольная форма роста. Это обусловлено улучшением климатических условий как в летний, так и в зимний периоды. Большая теплообеспеченность и увеличение длительности вегетационного периода способствуют успешному завершению цикла роста и развития ростовых побегов, и они уходят в зиму более подготовленными. Кроме того, зимы стали более мягкими, что также способствует выживанию молодых побегов и интенсивному приросту древесных и кустарниковых растений.

Способность лиственницы и ели менять форму роста в течение онтогенеза имеет важное значение для выживания при наступлении очередного холодного периода. Наиболее жизнестойкой считается стланиковая форма, которая в зимнее время защищена от сильных ветров и низких температур слоем снега мощностью 10–30 см, а в летнее время использует более благоприятный микроклиматический режим приземного слоя воздуха. В периоды похолоданий в первую очередь отмирают одноствольные и многоствольные формы, а стланики выживают, сохраняя занятые ранее территории. При наступлении благоприятного климатического периода стланики превращаются в многоствольные деревья и начинают обсеменять прилегающую территорию. Примером такой трансформации является изолированный остров редколесий, представленный исключительно многоствольной лиственницей, находящийся на южном склоне высоты 312,8 м (см. фотоснимки с точки 131).

Многоствольная форма роста дерева может превратиться обратно в стланиковую при наступлении более холодного периода, если у первой сохранились прикрываемые снегом приземные ветви. В результате сравнительно небольшого и непродолжительного похолодания в 1940–1950-х годах стволы у некоторых многоствольных лиственниц усохли, остались живыми лишь приземные ветви (см. фото 29-1962). К настоящему времени стланики снова превратились в многоствольные деревья. Следует отметить, что во время этого похолодания усохло довольно много подроста лиственницы, достигшего таких критических высот, как высота яруса кустарников и зона метелевого переноса снега (Шиятов, 1965).

На приведенных разновременных фотоснимках четко прослеживается экспансия не только древесной, но и кустарниковой растительности. Наиболее удобным объектом для такой оценки является ольховник, кусты и заросли которого широко распространены в районе исследований на основных горных породах (кристаллических сланцах и габбро). Кроме того, листья ольховника имеют темно-зеленую окраску, в связи с чем кусты и заросли ольховника на снимках хорошо отличаются от других типов кустарниковой растительности. Анализ показал, что за 45 лет повсеместно увеличилась сомкнутость полога и высота кустов, а также площадь, занимаемая куртинами и массивами ольховника. На склонах, где между каменными россыпями имеются хотя бы небольшие участки, покрытые мелкоземом, верхняя граница распространения ольховника продвинулась выше в горы на 10–20 м. Особенно интенсивно заселялись ольховником хорошо увлажняемые конусы выноса крупнообломочного материала

196 горных пород (см. снимки на точках 6, 216 и 217). Прослеживается тенденция заселения ольховником ранее малоснежных местообитаний в связи с увеличением количества зимних осадков и снижением скорости ветра в зимний период. Оценка экспансии других видов крупных кустарников (ивы шерстистопобеговой, ивы мохнатой, ивы филиколистной, карликовой березки) во многих случаях оказалась невозможной из-за трудностей дешифрирования их сообществ на ландшафтных фотоснимках.

Результаты реконструкции пространственно-временной динамики лесотундровых сообществ, выполненной на основе абсолютной дендрохронологической датировки времени жизни отмерших лиственниц, остатки которых сохранились на дневной поверхности до настоящего времени в виде сухостоя и валежа, показали, что в течение последних 1300 лет на Полярном Урале происходили существенные сдвиги верхней границы редколесий и изменения в структуре и продуктивности древостоев в связи с длительными изменениями температурных условий летних месяцев (Шиятов, Мазепа, 2007; Shiyatov, 1993, 1995, 2003; Mazepa, 2005). С начала VIII в. и до конца XII в. происходило непрерывное поднятие верхней границы редколесий. Наиболее высокое положение она занимала в течение всего XIII в. и в начале XIV в. Затем началось массовое отмирание деревьев, и верхняя граница редколесий снижалась вплоть до начала XX в. в связи с похолоданием климата в течение Малого ледникового периода. Наиболее интенсивно этот процесс происходил в XV и XIX вв. Во времени снижение верхней границы редколесий было неравномерным. Более того, в периоды сравнительно небольших потеплений во второй половине XVII в. и XVIII в., а также в середине XIX в. наблюдалось ее небольшое поднятие.

Экспансия древесной и кустарниковой растительности в связи с современным потеплением климата началась на Полярном Урале в 1910–1920-х годах и продолжается до настоящего времени. Реконструкция температуры летних месяцев, произведенная при помощи анализа радиального прироста лиственницы, показала, что на Полярном Урале современное потепление климата было более интенсивным по сравнению с севером Западной Сибири и Таймыром (Ваганов и др., 1998). Тем не менее к настоящему времени древесная растительность на многих склонах еще не достигла тех высотных отметок, которые она занимала в XIII в.

Хотя на большей части изученной территории четко прослеживается экспансия древесной и кустарниковой растительности, обусловленная современным потеплением климата, однако на некоторых участках наблюдалась ее деградация в связи с воздействием некоторых климатических, биотических и антропогенных факторов. Возрастание их роли в функционировании лесотундровых сообществ связано с происходящим в настоящее время потеплением и увлажнением климата.

Важнейший из этих факторов – скопление сугробов снега мощностью до 5–7 м на тех участках склонов, где раньше его мощность не превышала 1,5–2 м и произрастали молодые лиственничные древостои. В связи с продвижением верхней границы древесной растительности выше в горы и увеличением густоты и сомкнутости ранее существовавших древостоев постоянно происходит процесс перераспределения отлагаемого в пределах ЭВГДР снега. Древесный ярус снижает скорость приземного ветра, и на некотором расстоянии от наветренной опушки леса происходит отложение плотного снега в виде мощного сугроба. Во время таяния и оседания такого сугроба погребенные в его толщу стволы и ветви молодых лиственниц и подроста ломаются, и поврежденные особи отмирают (см. снимки на точках 87 и 103). На многоснежных местообитаниях снег сходит лишь к середине июля, что сокращает длительность вегета-

ционного периода до 2–3 недель. Хотя на таких участках обычно имеется достаточно большое количество молодого подростка лиственницы, однако, достигнув высоты 20–30 см и возраста 15–20 лет, подрост отмирает в связи с тем, что для следующей стадии его роста и развития требуется большая длительность вегетационного периода. Впоследствии на этом месте формируются тундровые и луговые сообщества.

Крупные деревья, верхняя часть кроны которых находится выше уровня отлагаемого снега, меньше страдают от больших скоплений снега, поскольку их вегетация (распускание хвои, цветение и рост побегов) начинается одновременно с деревьями, растущими на малоснежных местообитаниях, т. е. когда воздух прогреется до 15–20 °С. Другими словами, деревья на многоснежных местообитаниях начинают вегетацию при наличии в основании стволов снегового покрова мощностью до 2–3 м. У таких деревьев отсутствуют сучья от поверхности земли до высоты снегового покрова (см. фотоснимки на точке 123). По высоте бессучковой зоны легко определяется максимальная мощность снегового покрова.

Продвижение верхних границ лесотундровых сообществ выше в горы, а также увеличение густоты и сомкнутости ранее существовавших древостоев привели к тому, что основная масса переносимого ветром снега стала откладываться выше по склону. Снижение мощности снегового покрова в нижней части ЭВГДР видно на фотоснимках, сделанных на точке 119. На тех участках, где мощность сугробов снега уменьшилась, длительность вегетационного периода увеличилась и в настоящее время на них успешно возобновляется лиственница (см. фотоснимки на точке 144). Следует подчеркнуть, что в районе исследований особо многоснежных местообитаний немного, они занимают менее 1 % от общей площади ЭВГДР и поэтому не влияют на общую картину экспансии древесной растительности. Кроме того, произошло лишь перераспределение особо многоснежных местообитаний в пределах ЭВГДР, а их общая площадь остается примерно одинаковой в холодные и теплые периоды.

В связи с потеплением и увлажнением климата на пологих террасах и склонах, а также в ложбинах активизировался болотообразовательный процесс, что привело к ухудшению гидротермического режима почв. Поверхностные корневые системы деревьев и кустарников, произрастающих на таких местообитаниях, заглубляются и оказываются со временем в многолетнемерзлом слое, что отрицательно сказывается на их жизненном состоянии. Если лиственница и ель способны образовывать придаточную корневую систему, а расположенные у поверхности земли ветви укореняться и тем самым продлевать свое существование на заболоченных местообитаниях, то ольховник такой способностью не обладает. Довольно большие площади усохших кустов и куртин ольховника встречены нами на заболоченном пологом перевале между г. Сланцевой и г. Яр-Кеу, а также в долине р. Бол. Ханмей. Угнетенные лиственницы довольно часто встречаются на слабопроточных и переувлажненных местообитаниях, а усыхающие лиственницы были обнаружены лишь на двух небольших участках общей площадью около 3 га у подножия сопки 416,1 м, расположенной на северо-восточном склоне массива Рай-Из. На некоторых заболоченных участках, в частности у подножия южного склона г. Сланцевой, состояние древесной растительности даже несколько улучшилось (см. снимки на точке 18). Таким образом, процесс заболачивания оказал существенное влияние лишь на деградацию зарослей ольховника и не привел к заметному ухудшению состояния лиственничных и еловых древостоев.

В последние десятилетия в районе исследований усилилась циклоническая активность, что привело к увеличению количества гроз, сопровождающихся

198 сильными порывами ветра. Поскольку в последние десятилетия размеры и па-
русность крон деревьев значительно возросли, а корневая система осталась по-
верхностной, то во время сильных порывов ветра довольно часто происходят
одиночные и групповые ветровалы. Например, сильный ветровал произошел в
июле 2001 г., когда повалило много крупных деревьев одноствольной и много-
ствольной форм роста на сопке Верховье Орехъёган и в долине р. Енгаю. За-
метно увеличилось количество разбитых молнией деревьев по сравнению с на-
чалом 1960-х годов (см. фотоснимок 134-2003). Однако эти факторы оказали
влияние лишь на густоту и сомкнутость крон некоторых древостоев, но не при-
вели к снижению верхних границ произрастания реди́н, редколесий и сомкну-
тых лесов.

Из биологических факторов отрицательное влияние на состояние деревьев
и древостоев оказывают массовые вспышки численности мышевидных грызу-
нов и грибковые заболевания хвои. В годы массового размножения мышевид-
ные грызуны в зимнее время кормятся побегами, лубом и корой кустарничков,
кустарников и древесных растений. При этом они используют лишь те части
растений, которые находятся под снегом: выедают луб и камбий в нижней ча-
сти ствола, оголяя поверхность древесины. Иногда они уничтожают луб по
всей окружности ствола (окольцовывают), в результате чего оно усыхает. Из
древесных растений обычно повреждаются лиственница сибирская и береза
извилистая, из кустарников – ольховник, можжевельник сибирский и карлико-
вая березка. У ели сибирской таких повреждений не было отмечено. Значи-
тельное количество лиственниц пострадало от погрызов зимой 2000/01 гг. по-
сле одной из наиболее сильных вспышек размножения мышевидных грызунов,
наблюдавшихся в этом районе за последние 40 лет (личное сообщение зооло-
га В.Г. Штро). Характерная особенность таких повреждений – ее очаговый ха-
рактер, связанный с концентрацией грызунов в определенных стациях.

В районе исследований находятся также очаги размножения микроскопиче-
ских грибов, которые повреждают хвою лиственницы и ели. У лиственницы
признаком такого повреждения является раннее пожелтение хвои у подроста и
нижних ветвей у крупных деревьев, которые находятся зимой под снегом. Если
крупное дерево переносит такое повреждение без видимых признаков угнете-
ния, то мелкий подрост, у которого вся хвоя поражена грибом, обычно усыха-
ет. Один из таких очагов повреждения находится на сопке Верховье Орехъёган.
У ели к концу августа соридиями покрывается хвоя прошлых лет. Вся поражен-
ная хвоя опадает, что сильно снижает жизнеспособность подроста и деревьев. Наи-
более крупный очаг размножения паразитических грибов, поражающих ело-
вую хвою, находится у подножия южного склона г. Сланцевой.

Как указывалось выше, древесная и кустарниковая растительность, произ-
растающая на верхнем пределе своего распространения в районе исследований,
до сих пор испытывала относительно слабое воздействие антропогенных фак-
торов. Основными видами деятельности человека в бассейне р. Собь являются
прогон и выпас стад домашнего северного оленя, геологоразведка, строитель-
ство и эксплуатация построенной в 1947 г. железной дороги, рекреация. Наибо-
лее сильному воздействию подвергалась растительность надпойменных террас
р. Собь в связи с вырубкой леса во время прокладки полотна железной дороги,
а также строительства и эксплуатации поселков вдоль этой дороги (см. фото-
снимок 19-1962). Однако, несмотря на это, древесная и кустарниковая расти-
тельность в долине р. Собь пострадала незначительно.

Более значимым фактором, оказывающим влияние на высокогорную рас-
тительность, является прогон и выпас стад домашнего северного оленя. Основ-
ные виды воздействия на древесную и кустарниковую растительность – исполь-

зование оленеводами древесины для хозяйственных нужд и топлива, а также 199
ошмыгивание побегов и ветвей лиственницы оленями. Наиболее интенсивному
пастбищному воздействию подвергаются районы, расположенные севернее до-
лины р. Собь (горы Сланцевая и Яр-Кеу, долина р. Бол. Ханмей и окружающие
ее хребты), где проходят пути прогона оленьих стад весной и осенью. Террито-
рия, расположенная южнее долины р. Собь, особенно в пределах районов 5–13,
в настоящее время редко используется для прогона и выпаса оленей из-за бед-
ности пастбищных угодий на ультраосновных горных породах. Кроме того, ис-
пользование данной территории в качестве пастбищных угодий и прогона оле-
ньих стад резко снизилось после 1947 г., когда была построена железная доро-
га Сейда–Лабытнанги. В связи с этим в этих районах сохранилось большое ко-
личество древесины в виде сухостойных деревьев и валежа, которая использу-
ется оленеводами в качестве топлива.

В 1950–1960-е годы в районе исследований проводились интенсивные геоло-
го-разведочные работы с использованием гусеничного транспорта, во время
которых была повреждена в основном тундровая растительность. Древесная и
кустарниковая растительность испытала меньшее воздействие, так как основ-
ные работы проводились в безлесной части гор. В настоящее время наиболее
существенное воздействие на растительность оказывает грунтовая дорога, про-
ложенная в 2001–2002 гг. от пос. Харп до массива Рай-Из для транспортировки
хромитовых руд при помощи тяжелого автотранспорта. Дорога пересекает
р. Кердоманшор вблизи ее устья, затем проходит по северному склону сопки
312,8 м и идет по долине р. Енгаю и далее вверх на вершину одного из отрогов
массива Рай-Из. Во время проезда большого количества грузовых машин под-
нимается пыльное облако, которое относится ветром на расстояние до 500–800
м от дороги, и пыль толстым слоем оседает на растениях и поверхности почвы.
Кроме того, при сооружении этой дороги была уничтожена древесная расти-
тельность в полосе протяженностью около 1 км и шириной 100 м на правом бе-
регу р. Кердоманшор.

Несмотря на то что в последние горы антропогенный пресс в районе иссле-
дований усилился, древесная и кустарниковая растительность, произрастающая
в пределах ЭВГДР, до сих пор развивается в основном под воздействием естест-
венных факторов, главными из которых являются климатические. Представ-
ленные нами фотоматериалы подтверждают этот вывод.