

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Б. А. ТИХОМИРОВ

БЕЗЛЕСЬЕ

ТУНДРЫ

ЕГО ПРИЧИНЫ

И ПУТИ

ПРЕОДОЛЕНИЯ



Ставилов

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

Б. А. ТИХОМИРОВ

**БЕЗЛЕСЬЕ ТУНДРЫ,
ЕГО ПРИЧИНЫ
И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА—1962—ЛЕНИНГРАД

B. A. Tikhomirov

*THE TREELESSNESS OF TUNDRAS, ITS REASONS
AND MEANS FOR OVERCOMING*

АННОТАЦИЯ

В книге дается характеристика особенностей Крайнего Севера в свете использования его природных ресурсов. Анализируя причины безлесья тундры, автор считает его вполне преодолимым. Уделяя большое внимание мероприятиям по охране леса на его северных рубежах, автор намечает и конкретные меры по облесению тундры — важнейшего фактора изменения климата Крайнего Севера и создания благоприятных условий для продвижения земледелия и животноводства на север и повышения эффективности оленеводства и охотничьего хозяйства.

Книга рассчитана на ботаников, зоологов, экологов, лесоводов и агрономов.

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р

А. П. ТОЛМАЧЕВ

« беспечно срубая крайние лесные криворосли, эту созданную самой природой защиту от ветра, человек быстро содействует дальнейшему распространению тундр».

(А. Ф. Миддендорф, 1867).

ПРЕДИСЛОВИЕ

Почти в каждой области человеческих знаний существуют проблемы, которые в течение длительного времени остаются неразрешенными. Есть такая проблема и в тундроведении. Почему лес не растет в тундре? Каковы взаимоотношения леса и тундры на их границе? — вот вопросы, которые более столетия занимали ботаников-географов и вызвали много различных гипотез и предположений, иногда весьма противоречивых и даже исключающих друг друга.

К этим сложным, спорным и мало разработанным вопросам за последнее время прибавился еще один: возможно ли искусственным путем продвинуть лесную границу к северу и способствовать развитию леса на его полярных пределах? Или иначе: каковы пути преодоления безлесья тундры? Эти коренные вопросы тундроведения приобретают особое значение, если принять во внимание огромные территории, которые заняты в СССР тундрами, протянувшимися широкой полосой вдоль Северного Ледовитого океана от Кольского полуострова до северо-восточных рубежей нашей страны.

Занимая около 15% материковой площади СССР, эти территории имеют исключительное народнохозяйственное значение в связи с тем, что они граничат с Северным Ледовитым океаном, по которому проходит величайший в мире Северный морской путь, соединяющий порты запада нашей страны с морскими портами в устьях сибирских рек и на Дальнем Востоке.

Местное население на огромной территории Крайнего Севера СССР занято совершенно специфической формой хозяйства — кочевым оленеводством в сочетании с охотничьим, рыбным и морским промыслами. Такого сочетания в хозяйственной деятельности человека на земном шаре нигде, кроме Арктики, нет.

За годы Советской власти в северную тайгу, лесотундру, а местами и в тундру проникло земледелие, молочное животноводство и звероводство. В связи с этим расширились и усложни-

лись формы использования природных ресурсов Крайнего Севера. В особенности остро стоит вопрос о рациональном использовании лесных ресурсов в притундровых лесах и редколесьях.

Следует иметь в виду, что природные условия для хозяйственной деятельности человека в северной тайге, в полосе лесотундры, а тем более в тундре крайне различны.

Лес, хотя бы и разреженный, перемежающийся в виде перелесков с безлесными тундровыми пространствами, избавляет население от многих природных невзгод Крайнего Севера и облегчает ведение хозяйства. Например, лесотундра используется для пастбы оленей большую часть года, тогда как тундра — лишь в короткий период полярного лета. К наиболее ответственному для оленеводческого хозяйства периоду отела олени перегоняются в лесотундру. Особенно важно отметить, что лесотундра является в известной мере естественной границей земледелия открытого грунта.

Все сказанное заставляет нас признать, что граница леса и полоса лесотундры выступают на севере как важный природный рубеж, имеющий как биогеографическое, так и хозяйственное значение.

Таким образом, теоретические вопросы советского тундроведения, связанные с выяснением причин безлесья тундры и изучением взаимоотношения леса и тундры, приобретают большой практический интерес.

В предлагаемой вниманию читателя работе сделана попытка подвести некоторые итоги в разработке проблемы безлесья тундры и на основе вскрытых биогеографических закономерностей наметить пути преодоления безлесья тундровых территорий и охраны притундровых лесов. Данная работа является развитием и конкретизацией взглядов, высказанных автором в лекциях по курсу тундроведения в Петрозаводском и Ленинградском университетах. Позднее эти взгляды были резюмированы в докладе на заседании Ученого совета Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР 5 XI 1952 и опубликованы в виде краткой статьи (Гихомиров, 1953).

Автор будет испытывать чувство глубокого удовлетворения, если поставленные в данной работе вопросы вызовут у читателей интерес и послужат стимулом для дальнейших работ в этом направлении.

При подготовке рукописи к печати автор постоянно пользовался советами своих товарищей по работе и стремился их учесть. За ценные указания, а также за предоставление фотографий и некоторых материалов искренне благодарю В. Д. Александрову, В. Н. Андрееву, Г. И. Галазия, В. Г. Карпова, И. Д. Кильдюшевского, А. Н. Лукичеву, Б. Н. Норина, Л. Н. Тюлину и В. С. Штепа. За помощь в подготовке рукописи к печати выражаю благодарность Е. В. Дорогостайской.

ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Наиболее характерной чертой взаимосвязей между человеком и природой является ведущая, активная, преобразующая роль человека, целенаправленное изменение и охрана им природных ресурсов в целях их рационального использования, сохранения и приумножения для будущих поколений.

Уменьше человека покорять и использовать любые, в том числе и враждебные, силы природы особенно отчетливо проявляется на северных рубежах нашего материка — в Арктике.

Характерная для Крайнего Севера суровость или жестокость климата накладывает неизгладимый отпечаток на всю органическую жизнь, а поэтому и формы использования и преобразования природных ресурсов здесь иные, чем в любой другой географической зоне.

Возникает необходимость рассмотреть некоторые вопросы, связанные с природными особенностями Крайнего Севера в целях определения путей наиболее рационального воздействия человека на природу тундры.

Начиная с конца третичного и в особенности в начале четвертичного периода в связи с резким похолоданием климата здесь начал формироваться комплекс суровых природных условий. В дальнейшем, после отступления ледника, условия жизни организмов значительно улучшились, но и до сих пор на приполюсных территориях земли природная обстановка для их существования характеризуется крайней суровостью.

Климат Крайнего Севера характерен продолжительной холодной зимой, коротким и холодным летом с резкими переходами от положительных температур до отрицательных, скудостью атмосферных осадков, большой облачностью, высокой относительной влажностью воздуха и сильными ветрами муссонного типа, часто достигающими штормовой силы. В летнее время ветры не только несут на материк холодные воздушные массы Северного Ледовитого океана, но и значительно иссушают тундровые местобитания.

Длительная (8—10-месячная) зима с ее полярной ночью и короткое лето с круглосуточным солнечным освещением создают

своеобразные условия для жизни растений. Непродолжительное лето и еще более короткая, едва заметная осень с быстрым, почти внезапным переходом к зиме¹ вызывают своеобразный ритм развития растений в течение вегетационного периода. Холодные, большей частью переувлажненные почвы с высоким уровнем вечной мерзлоты и бедность субстрата, связанная с малой микробиологической активностью почв, создают своеобразные условия роста и развития растений на Крайнем Севере. В этой обстановке у растений ограничена ежегодная биологическая продуктивность как надземных, так и подземных частей, а также и накопление общей биомассы.

Вечная мерзлота почвы и перенасыщенность грунтов водой создают постоянное их перемещение (солифлюкция, или текучесть), что внешне выражается в разрыве дернины и образовании голых пятен. Пятнистые тундры, являясь характерной особенностью природного комплекса Арктики, могут служить примером исключительно быстрой смены термических условий на небольших пространствах (Тихомиров, 1957).

Наибольшее распространение получают почвы глеевого и торфянисто-глеевого типов с маломощным торфяным горизонтом, что связано с малой пористостью почвенных горизонтов; подзолообразование маскируется глеевым процессом.

Маломощный, но плотный снежный покров распределен крайне неравномерно. Наряду с оголенными от снега участками на возвышенностях, в пониженных элементах рельефа имеются значительные снежные залежи, подчас тающие только к концу вегетационного периода. Скопление снега, частью уходящего не растаявшим в зиму (перелетки) — нередкое явление, особенно на севере тундровой зоны.

Перечисленный выше комплекс условий создает мозаику экологической обстановки для существования растений. В процессе длительного приспособления дикие растения Арктики приобрели ряд экологических и биологических особенностей, обеспечивающих их существование в этих суровых условиях.

Тундра безлесна, и лишь на южной ее окраине деревья, принимая форму стлаников, встречаются небольшими группами. Кустарники не достигают крупных размеров и распространены по наиболее защищенным местам — депрессиям и долинам, находящимся под прикрытием достаточно мощного снежного покрова. Главенствующая роль в сложении растительного покрова принадлежит зеленым (гипновым) мхам, лишайникам, распростертым по земле кустарничкам, приземистым многолетним травянистым растениям и водорослям.

¹ Более затяжная осень наблюдается в западных районах тундровой зоны СССР.

В зоне полярных или арктических пустынь, которая наиболее отчетливо выражена на островах Северного Ледовитого океана (северный остров Новой Земли, Земля Франца-Иосифа, острова архипелага Северная Земля, Новосибирские острова, о. Врангеля), условия для жизни растений и животных еще более суровы.

К югу от безлесной тундры, на границе между лесной и тундровой зонами, выявлена переходная зона — лесотундра, простирающаяся по всему северу СССР полосой от 20—30 до 200 км

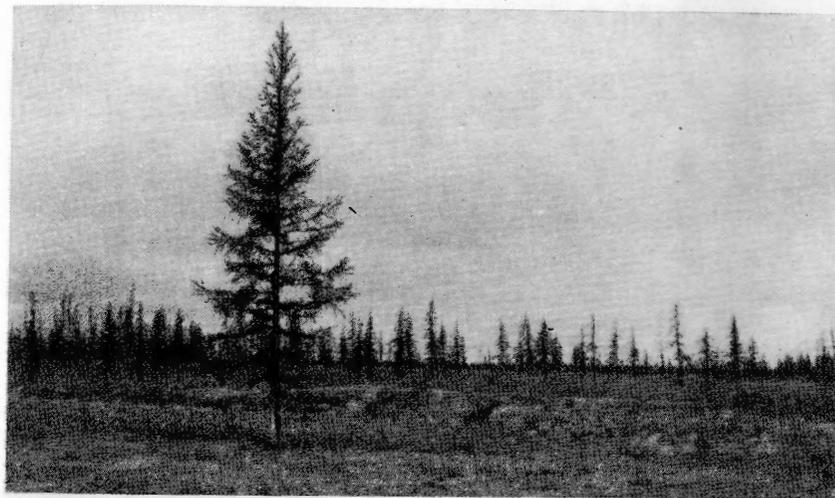


Рис. 1. Редколесье из сибирской лиственницы. Фото Б. Н. Норина.

ширины. Для лесотундры характерны редколесья — растительные сообщества, где деревья угнетены и растут на значительном расстоянии друг от друга (рис. 1). В промежутках между деревьями распространен тундровый (лишайниково-моховой и кустарничковый с участием многолетних травянистых криофитов) растительный покров. Нередко деревья на северной границе своего распространения растут небольшими островками или куртинами, принимая форму стлаников и полустлаников (рис. 2).

Полоса лесотундры достаточно резко отличается по комплексу климатических условий от безлесной тундры.

В тундре господствуют сильные ветры, часто достигающие штормовой силы (35 м/сек.), в лесотундре они умеряются перелесками. Средняя годовая сила ветра в лесотундре составляет 6 м/сек., в тундре она возрастает до 8 м/сек. В тундре маломощный снежный покров уплотняется сильными ветрами и препятствует использованию подснежных кормов оленем. Снежный

панцирь тундры, под которым проводят длинную полярную ночь лемминги, защищает их и делает недоступными для песка.

В лесотундре снежный покров, хотя и более глубокий, но рыхлее, а поэтому корма более доступны. Кормовые лишайники здесь достигают лучшего развития, а подснежные зеленые корма сохраняются в значительном количестве довольно продолжительный отрезок первой половины зимы. Температура воздуха в лесотундре выше, а горизонт оттаивания вечной мерзлоты летом становится более мощным, вследствие чего активнее развиваются



Рис. 2. Стланики и полустланики. Низовья р. Лены. Фото Б. Н. Норина.

микробиологические процессы и формируются более плодородные почвы, на которых развивается более пышная растительность. В силу отмеченных различий в природной обстановке тундры и лесотундры условия для жизни растений и животных в этих зонах также весьма различны. Тундра малодоступна для жизни животных в зимнее время; лесотундра, напротив, является ареной жизни многих животных и в зимний период.

Отличия природной обстановки северной тайги, лесотундры и тундры значительны, что видно из приведенной схемы (рис. 3). Суровая природная обстановка тундры потребовала специфических приемов использования ее растительных, почвенных и животных ресурсов.

Основная отрасль народного хозяйства Севера — оленеводство — издавна и наиболее интенсивно использует растительные ресурсы тундры. Этот путь использования связан с организацией и рациональной эксплуатацией пастбищных территорий и в первую очередь (исходя из динамики и ритмики отрастания лишайников)

с регулированием режима выпаса на зимних лишайниковых пастбищах (Андреев, 1954а). Ягельные пастбища до сих пор являются наиболее уязвимым местом в организации кормовой базы оленеводства. На ягельные корма в оленеводстве по-прежнему должно быть обращено основное внимание.

В этом направлении проделаны многочисленные исследования (главным образом Институтом сельского хозяйства Крайнего

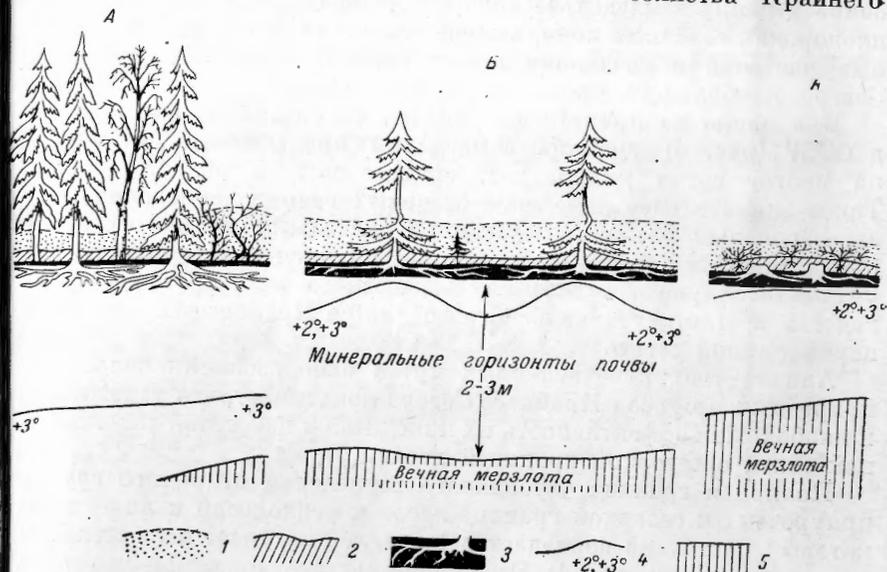


Рис. 3. Схема распределения основных экологических факторов на северной лесной зоне, в лесотундре и в тундре (по В. С. Говорухину, 1956).

А — север лесной зоны (средняя температура июля больше $10-12^{\circ}$, среднегодовая сила ветра 5 м/сек.); Б — лесотундра (средняя температура июля около $10-12^{\circ}$, среднегодовая сила ветра 6 м/сек.); В — тундра (средняя температура июля меньше 10° , среднегодовая сила ветра 8 м/сек.).
1 — снежный покров зимой; 2 — моховой покров (A_0); 3 — торфянистый горизонт (A_1) с корнями деревьев; 4 — ход почвенных изотерм в конце августа; 5 — вечная мерзлота.

Севера Министерства сельского хозяйства РСФСР), в результате которых разработаны пути рационального построения пастбищного хозяйства на Севере.²

Использование территорий Крайнего Севера в целях развития домашнего животноводства связано с организацией и, в особенности, с созданием высокопродуктивных сенокосов для обеспечения животноводства кормами на продолжительный зимний период.

Для домашнего животноводства продолжительная северная зима является наиболее трудным периодом. Создание высокопродуктивных сенокосов для обеспечения кормами домашнего жи-

² См. сб. «Северное оленеводство», Сельхозгиз, М., 1961.

вотноводства в зимний период должно быть одной из важнейших задач организации этой отрасли хозяйства на Севере.

Работы в направлении создания многолетних лугов и пастбищ и залужения тундры в последние годы проводятся в целом ряде пунктов Советского Союза (Дыдина, 1954; Савкина, 1951, 1954; Прянишников, 1954, и др.).

Использование территорий Крайнего Севера и их преобразование в целях земледельческого освоения связано с повышением плодородия северных почв, акклиматизацией различных культурных растений и созданием новых сортов, дающих в условиях Севера наибольший производственный эффект.

Как видно из прилагаемой карты, за последние десятилетия в СССР (рис. 4) граница земледелия продвинулась к северу на многие сотни километров, оставив позади область тайги. Такое значительное изменение северных границ земледелия обязано, главным образом, неустанной деятельности практиков социалистического земледелия, а также научной работе коллектива ученых Полярного отделения Всесоюзного института растениеводства и Института сельского хозяйства Крайнего Севера с его периферийной сетью.³

Анализ трех перечисленных путей использования человеком природных ресурсов Крайнего Севера показывает, что успешность и наибольшая эффективность их находится в известной закономерной связи с северной границей леса.

Полярная граница устойчивого земледелия открытого грунта приурочена к северной границе лесов и редколесий и лишь в некоторых местах не совпадает с ними, а выступает несколько севернее (см. карту, рис. 4). Это свидетельствует о важной защитной роли леса для земледелия.

Отсюда, конечно, нельзя делать вывод о прямой зависимости границы земледелия только от природных факторов. Природные особенности полярных границ земледелия с успехом преодолеваются сельскохозяйственной практикой, однако с обязательным учетом тех закономерностей, которые имеют место в природном комплексе северных окраин европейско-азиатского материка. Нам известны примеры вполне успешного земледелия открытого грунта в некоторых районах к северу от полярной границы лесов. Однако успешность этих опытов связана с предохранением посевов зерновых культур (овса на зеленый корм и др.) и посадок овощей от северных морских ветров с помощью деревянных щитов или с использованием наиболее благоприятных местных микроклиматических условий (южные склоны, защищенные от ветров и т. д.). Вместе с тем совпадение северных пределов лесов с грани

³ Мы не ставим себе целью подробное изложение истории земледелия на Севере СССР. Соответствующие данные имеются в работах Цинзерлинг (1925), Эйхфельда (1937, 1938), Дадькина (1947, 1952), Гульчака (1947) и др.

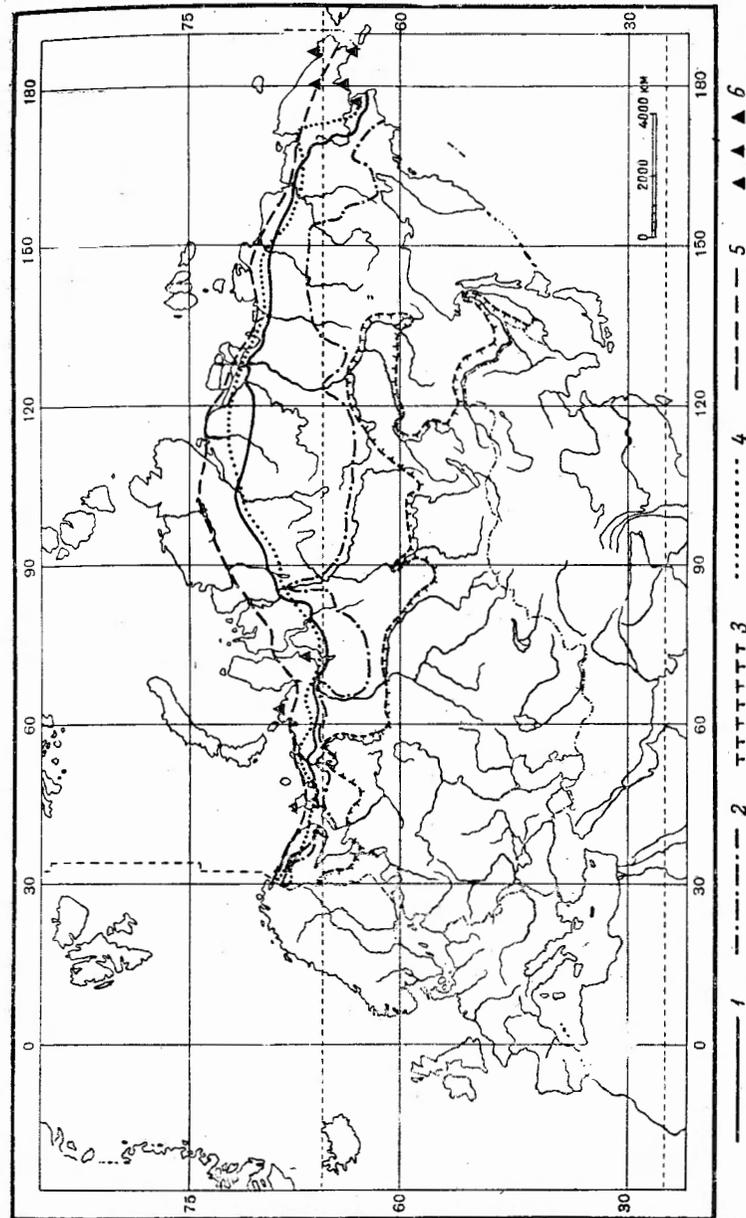


Рис. 4. Динамика северного земледелия в пределах СССР.

1 — современная северная граница земледелия; 2 — граница земледелия в 1939 г.; 3 — граница земледелия в 1916 г.; 4 — современная северная граница лесотундры; 5 — северная граница древесной растительности в период последнего ледникового теплового максимума; 6 — пункты реконструктивных удачных опытов.

цей устойчивого земледелия открытого грунта не является простой случайностью. Эта граница связана с той благоприятной для земледелия микроклиматической обстановкой и почвенной средой, которую создает лес на Севере.

Лес и редколесье являются также существенным фактором оленеводческого хозяйства. Б. Н. Городков постоянно отмечал эту зависимость. Он писал: «Не следует забывать, что леса на северном своем пределе имеют большое значение для оленеводов, которые укрываются в них во время метелей со своими стадами, не говоря о том, что они доставляют материал для поделок и топлива» (1935а, стр. 30). Как было отмечено выше, тундра является ареной оленеводства в основном только в летний, сравнительно короткий период, наиболее же продолжительное, суровое и ответственное зимнее время оленеводы проводят в лесотундре, на северном пределе лесов.⁴ Редколесья также являются хорошими весенними пастбищами и местами для проведения отела оленей. Кроме того, именно к лесотундре и к южным пределам тундры приурочено наибольшее распространение кормовых лишайников (*Cladonia alpestris*, *C. sylvatica*, *C. rangiferina*, *Cetraria islandica* и др.), а рыхлый снег этих районов позволяет полнее и с меньшими усилиями их использовать. Наличие даже одиночно стоящих деревьев позволяет успешно эксплуатировать пастбище с уплотненным снежным покровом, так как олени начинают раскопки около стволов, где снег более рыхлый.

Наконец, создание прочной кормовой базы для домашнего животноводства на Севере теснейшим образом связано с правильным использованием деревьев и кустарников как средства предохранения от ветров и создания снежной защиты, столь необходимой для жизни луговых трав и повышения их урожайности. Как показала З. П. Савкина, «правильно используемая древесно-кустарниковая растительность позволит изменить в нужном направлении почвенно-климатические условия и преобразовать природу лугов пойм северных рек» (1951, стр. 23). В естественных условиях Севера долинные луга с относительно высокими урожаями злаковых и злаково-разнотравных травостоев также приурочены к лесотундре. За ее пределами травостой долинных лугов мельчают и их урожайность резко снижается.

Следовательно, мы можем сделать вполне определенный вывод о том, что исторически сложившиеся пути развития оленеводства, молочного животноводства и земледелия на Севере теснейшим образом связаны с полярными пределами лесов и редколесий. Природные особенности притундровых лесов (редкостойные леса, лесотундра, редколесья) наиболее благоприятны для развития этих отраслей сельского хозяйства и жизни человека.

⁴ Можно лишь отметить выезды на оленях в это время в пределы тундры на охоту за песцами.

Безлесные же пространства Севера в связи с исключительной суровостью их природы не подвергались до последних лет активному сельскохозяйственному освоению или подвергались лишь частично.

И. Г. Эйхфельд (1937, 1938), много сделавший для продвижения земледелия на Север, справедливо выделяет районы океанического побережья и крайних пределов материковой суши в зону орошения исключительно в защищенном грунте.

Вряд ли найдется на Земле другая арена жизни, где природные процессы до сих пор с такой силой вставали бы на пути человека, как это имеет место на крайних пределах суши — в безлесных пространствах Севера.

Аборигенное население Севера приурочило свою жизнь и хозяйство к южным пределам тундры, используя леса для защиты от климатических невзгод как в летний, так особенно в продолжительный зимний период, часть которого проходит во мраке полярной ночи. Линия современных северных пределов земледелия, как было показано выше, также проходит по северной границе лесов и редколесий.

Задача биологической науки заключается в том, чтобы вскрыть закономерности природных процессов на Крайнем Севере, найти пути преодоления безлесья тундр и наиболее эффективно использовать ресурсы местной природы на пользу общества. Следовательно, охрана леса и лесоразведение имеют исключительное значение в мероприятиях по воздействию на природные процессы в тундре и прежде всего на изменение микроклимата. Развитие земледелия, оленеводства и домашнего животноводства на Севере настоятельно требует воздействия на микроклимат тундры с помощью лесных сообществ, главным образом, в целях защиты от ветра и повышения температуры воздуха и почвы, а следовательно, и создания необходимых условий для жизни сельскохозяйственных растений. Древонасаждение должно явиться также важной частью в проведении комплекса озеленительных мероприятий в городах и поселках Севера.

Успешное решение задач охраны притундровых лесов и облесения тундры вызывает необходимость рассмотрения вопроса о причинах отсутствия леса в тундре, о факторах и направлении современной динамики лесной границы, а также о биологических предпосылках преодоления безлесья тундры в целях более эффективного использования ее природных ресурсов. Ниже мы рассмотрим те представления о причинах безлесья тундр, которые складывались в ботанической географии и геоботанике.

БЕЗЛЕСЬЕ ТУНДР И ЕГО ПРИЧИНЫ

Громадные пространства безлесных ландшафтов, раскинувшихся на севере нашей страны, уже более столетия привлекают внимание ученых к проблеме безлесья тундры.

В нашей отечественной ботанико-географической и геоботанической литературе вопрос о безлесье тундр в течение многих десятилетий активно обсуждался. По своему значению проблема безлесья тундр может сравниться с проблемой безлесья степей в учении о степной растительности.

И если вопрос о безлесьи степей является в полном смысле слова вопросом нашей отечественной науки, разрешавшимся преимущественно нашими исследователями, то не в меньшей степени активно обсуждались и проблемы безлесья тундр именно у нас в стране. По своему теоретическому значению и тот и другой вопросы совершенно равноценны. Для правильного понимания закономерностей в природе Севера проблема безлесья тундр должна быть рассмотрена всесторонне.

Мы не ставим своей задачей дать полный обзор всех взглядов и точек зрения на безлесье тундр, что уже было выполнено рядом исследователей (Танфильев, 1911; Городков, 1929, 1935а; Григорьев, 1924; Сочава, 1940; Hein, 1932; Дадыкин, 1952, и др.). Мы вынуждены ограничиться лишь кратким освещением содержания вопроса, чтобы далее сосредоточить внимание читателя на рассмотрении проблемы преодоления безлесья тундровой зоны.

Различные толкования причин безлесья тундр

Взгляды на причины безлесья тундровых ландшафтов отличаются большим разнообразием и противоречивостью.

Долгое время в науке господствовали взгляды, трактующие безлесье как непосредственное следствие климатических причин. Основоположниками этих взглядов были русские натуралисты, последователи М. В. Ломоносова, впервые с научными целями посетившие в начале семидесятых годов XVIII в. север нашей страны — Н. Я. Озерецковский и В. Ф. Зуев.

Озерецковский (1805) считал, что угнетение деревьев на Севере «приписывать должно действию холодных с моря ветров, которые воспрещают распространяться сучьям и вершины нежной лиственницы так, как хлебные колосья, холодом своим побивают».

Зуев (1947)¹ приписывает угнетение деревьев на Севере климатическим условиям, так как «... тонкость их и малость доказывает особенности тамошнего климата».

Впоследствии климатические причины объяснения безлесья тундр, выдвинутые первыми русскими учеными, использовались многими исследователями. Например, А. Шренк (1855) причину безлесья видел в морозных зимах с сильными северными сухими ветрами. А. Ф. Миддендорф (1867) также находил причину безлесья в холодных сырых ветрах, дующих с Ледовитого океана.

¹ Работа выполнена В. Ф. Зуевым после его путешествия на север Сибири в конце XVIII века и впервые опубликована в 1947 г.

и препятствующих росту деревьев своей влажностью. Лес среди тундры может существовать, по мнению Миддендорфа, только в местах, наиболее защищенных от ветра. Миддендорф, как никто из исследователей, делал попытку всесторонне подойти к решению вопроса о безлесьи. Он писал: «Чем более мы приближаемся к полярному пределу лесной растительности, тем важнее для последней становится вопрос о благоприятности или неблагоприятности места произрастания деревьев, о положении местности, об окрестностях ее, о степени удобства почвы, о воде в подпочве, даже о цвете почвы и т. п. Совокупное действие множества мелких обстоятельств (выделено мною, — Б. Т.), а в особенности более или менее полная защита от ветров, дующих с северной половины, решают там вопрос о жизни, хилости и смерти дерев» (1867, стр. 557). Как мы видим, здесь климатические причины безлесья тундры тесно связываются с причинами экологическими.

Приуроченность леса к речным долинам и их прогреваемым склонам, отмеченная Миддендорфом и впоследствии возведенная В. Л. Комаровым (1922) в «закон Миддендорфа», точно так же признавалась А. Бекетовым (1874, 1896), А. Норденшельдом (Nordenskjöld, 1882), а также Г. И. Танфильевым (1911). Последние рассматривали реку на Севере как огромную осушительную канаву, улучшающую гидрологические условия на ее берегах, понижающую уровень вечной мерзлоты и т. д.²

Миддендорф комплексно подходил к объяснению безлесья тундр и признавал, что северная граница леса определяется почвенно-грунтовыми условиями, так как склоны со стоками воды осушают почву, повышают температуру вегетационного периода и тем самым благоприятствуют произрастанию деревьев. Миддендорф вслед за Озерецковским также обратил внимание на летние заморозки, побивающие верхушки деревьев и тем самым способствующие отмиранию лесов на Севере. Против этого возражал С. Сомье (Sommer, 1885).

А. Гризбах (1874) в качестве причины безлесья тундр выдвигал краткость вегетационного периода в северных районах при повышенной потребности в тепле у древесных пород. По его мнению, пониженные температуры и почвенная влага на Севере не дают возможности произрастать древесным породам.

Е. Е. Рубинштейн (1927, 1946) сделала попытку выяснить зависимость северной границы произрастания дровяной растительности от климатических факторов (температура, влажность и др.). Однако эта зависимость, по мнению автора, имеет местное значение.

² Наличие леса на Севере не только в долинах, но и по междуречьям, особенно в сибирских тундрах, заставляет нас критически огнестись к «закону Миддендорфа» (см. также Говорухин, 1956).

По А. А. Каминскому (1924), тундровая зона имеет высокую относительную влажность вегетационного периода. При замедленном высыхании почв идет медленное прогревание их, а также и медленное поступление воды в корни деревьев. Высокая влажность воздуха и почвы понижает всхожесть семян древесных пород.

Таким образом, климатические условия, по Каминскому, и в частности влажность, влияют не столько на произрастание взрослых древесных пород, сколько на их возобновление.

Каминским прослежена связь северного предела лесов с изотермами летнего периода, в частности, с июльской изотермой от +10 до +12°. Однако связь с изотермами зимнего периода не установлена.

Некоторые авторы объясняли отсутствие леса на Севере недостатком света (Wiesner, 1907; Морозов, 1949), но Л. А. Иванов (1946) показал, что световые условия на Крайнем Севере более благоприятны, чем считалось ранее. По его мнению, отсутствие древесной растительности объясняется здесь главным образом недостатком света, а неблагоприятными температурными условиями, поэтому морозостойкость древесных пород определяет распространение их на север.

В самое последнее время попытку рассмотрения вопросов о пределе леса и причинах безлесья тундр Азии сделал П. М. Медведев (1952), который особенное внимание обращает на зависимости крайних пределов леса от климатических факторов. Хотя автор и критикует климатологов (Рубинштейн, Каминский), «механически объяснявших причины безлесья тундр путем лишь поверхностного совпадения линий отдельных климатических показателей с линией лесной границы» (стр. 233), однако и сам он не вскрывает глубоких биогеографических и ландшафтных закономерностей. В сущности, лишь по частному вопросу о безлесье в Охотском и Кольском тундровых районах он приводит результаты своих наблюдений и считает причиной безлесья этих районов долго задерживающуюся сезонную мерзлоту, хотя при этом он лишь подтвердил мнение Городкова о том, что позднее оттаивание мерзлоты ведет к безлесью (Городков, 1929).

А. Воейков (1889) выдвинул снежный покров в качестве фактора, лимитирующего распространение леса на север, однако как справедливо отметил еще Танфильев (1911), отсутствие снега в тундрах является скорее не причиной, а следствием их безлесья как одного из условий, способствующих сильным ветрам.

Таким образом, многие авторы указывали на разные стороны климата как на причину безлесья тундр, часто противореча друг другу. Например, Миддендорф и в особенности Каминский высокую влажность воздуха тундр считали определяющим фактором безлесья, а Шренк и Бекетов, напротив, причиной безлесья считали сухие ветры.

Но объяснение безлесья тундр одними лишь климатическими причинами не могло быть правильным, так как климатические факторы являются только частью всего природного комплекса Крайнего Севера.

Некоторые исследователи объясняли отсутствие лесов в тундре почвенно-грунтовыми факторами. Еще в начале прошлого века один из первых русских натуралистов, посетивших Север, И. И. Лепехин, в своих «Дневных записках» (1805), говоря об угнетении деревьев на Севере, объяснял это почвенными условиями. По его словам, деревья там «искривленные, малорослые, как будто на неудобство произведенной их почвы жалуются».

Эдафическую точку зрения на отмирание лесов позднее высказал также Сомье (Sommier, 1885), который признавал, что в отмирании лесных опушек огромное значение имеет заболоченность, низкая температура почв и связанная с этими факторами мерзлота.

Наиболее последовательным сторонником этой точки зрения был Танфильев (1911). Он считал, что охлаждение почв и подъем уровня летнего оттаивания мерзлоты происходит в результате прогрессивного заболачивания. Для подтверждения своих взглядов он приводит многочисленные доказательства из литературных источников и из своих наблюдений в Тиманской тундре.³

Надо, однако, сказать, что исследования Танфильева относятся преимущественно к южным районам тундровой зоны, где весьма значительная заболоченность действительно имеет место. Как было сказано, большое внимание экологическим факторам в объяснении безлесья тундр уделял также и Миддендорф.

После работ А. Чильмана (Kihlman, 1890) на Кольском полуострове для объяснения отмирания лесных опушек стали привлекаться физиологические причины. Чильман считал, что главным фактором, задерживающим рост дерева на Севере, является испарение. По его мнению, северную границу леса определяет не механическое воздействие ветра, не холод и не влажность воздуха, а высыхание молодых побегов в то время, когда возмещение испарившейся влаги невозможно, т. е. зимой.

«До исследований Чильмана, — пишет Городков, — можно было спорить, что угнетает рост деревьев на границе тундры: ветры, заболоченность, низкая температура почв, отсутствие снегового покрова и пр. После работы Чильмана стало совершенно ясно, что все эти метеорологические и грунтовые факторы, как связанные между собой, так и независимые, более или менее

³ Наблюдения В. С. Говорухина (1956) показывают, что разреженность деревьев в лесотундре зависит не столько от мохового покрова (способствующего заболачиванию), сколько от температурного режима талой почвы, что в значительной степени определяется ее механическим составом.

равноценны потому, что они одинаково могут служить во вред древесной растительности, влияя на ход испарения» (1929, стр. 22).

Таким образом, ведущая физиологическая потребность древесных растений во влаге и несоответствие между расходом и приходом ее, которое якобы испытывают растения Арктики, как причина отмирания лесных опушек, впоследствии стала приниматься для объяснения безлесья тундры. На это обстоятельство в свое время обратил внимание В. Б. Сочава (1940).

Взгляды Чильмана на гибель древесных пород в результате высыхания молодых побегов в зимнее время, однако, были корректированы К. Вигге (Wigge, 1927), который считал, что древесные растения гибнут по причине несоответствия между количеством поступающей влаги и количеством испаряемой влаги, но именно в летний период.

Б. Н. Городков (1929, 1935а, 1938) считает, что гибель древесных пород на крайней северной границе их произрастания происходит главным образом на весеннее время. По мнению Городкова, когда начинается распускание листьев и происходит усиленная жизнедеятельность, корневые системы еще находятся в мерзлом грунте и не могут подавать достаточного количества влаги древесному растению. Начавшаяся жизнедеятельность листьев происходит в условиях обычной на севере ветреной погоды, что усиливает транспирацию. На известном пределе весь запас подвижной влаги в дереве испаряется, и оно начинает пытаться физиологическую сухость, в результате которой и возможны случаи гибели деревьев. Имели место попытки экспериментально подтвердить соображения о физиологической сухости и гибели деревьев от недостатка влаги зимою, правда, для районов умеренных широт. А. Я. Гордягин (1925) выяснил возможность (в районе Казани) значительного зимнего испарения влаги древесными породами и гибели их по этой причине. К противоположному выводу пришли А. В. Рязанцев и О. А. Кычанова (1946), указав, что безлесье тундры не может быть объяснено значительным повышением зимней транспирации под влиянием особо сильных зимних ветров и зависит от других причин.

Весьма важные закономерности выявлены Л. А. Ивановым (1925, 1946) при изучении зимней транспирации на 60 древесных породах в Ленинграде. Автор взял за единицу потери воды в течение зимы потерю воды годичным побегом лиственницы (минимальная транспирация) и для сравнения выявлял аналогичную транспирацию у других древесных пород. Выяснилось, что «порода распространена тем дальше к северу, а в горы тем выше, чем ближе она стоит в этом ряду к лиственнице, т. е. транспирирует зимою слабее» (Иванов, 1946, стр. 41). Эта связь между интенсивностью зимней транспирации и северным пределом распространения деревьев и кустарников была подтверждена и другими

исследователями (Михин, 1928; Рязанцев, 1934; Васильев, 1930; Раскатов, 1939).

В связи с тем, что зимою деревья теряют незначительное количество влаги (не более 3—5%, а южные виды до 10—15%) и эти потери далеки от губительного минимума (по Раскатову гибель наступает при потере не менее 50% воды), Иванов (1946) считает, что имеющиеся у древесных пород приспособления (образование пробкового слоя на побегах, слоя кутикулы на иглах, закрытие устьиц и пр.) гарантируют их от губительных потерь влаги зимою. Деревья могут гибнуть от недостатка влаги в конце зимы и начале весны. Этот вывод расходится с точкой зрения данного автора, которую он высказывал ранее, признавая гибель побегов древесных пород от физиологической засухи зимою (Иванов, 1925). В настоящее время возможности гибели деревьев и побегов зимою Иванов относит за счет вымерзания. В соответствии с современным учением о морозостойкости это свойство тесно связано с сопротивлением плазмы отдаче воды. Ивановым установлена следующая закономерность: «Чем меньше способность к транспирации побега зимой, чем труднее он отдает воду, тем более он морозостоек и тем дальше может продвигаться к северу» (Иванов, 1946, стр. 44). Понятно, что установленная зависимость должна быть экспериментально проверена в условиях северного предела древесной растительности.

Исходя из представлений о физиологической сухости тундровых почв, П. М. Медведев (1952, стр. 235) считает, что «для естественного распространения лесных ландшафтов с лиственницей за ее пределы (т. е. в тундру, — Б. Т.) нужно, следовательно, сначала растопить почвенную мерзлоту, нагреть воду до нужной для работы корней температуры, а излишнюю перевести в паробразное состояние. Вот это условие, наряду с испаряющей силой ветров, и определяет современное положение границы леса и тундры (не считая, конечно, влияния человека)».

Таким образом, теория физиологической сухости тундровых почв до самого последнего времени служила основанием для объяснения причин безлесья тундр, вернее, для объяснения причин гибели деревьев на Севере.

В. Н. Андреев (1954б) считает, что теория физиологической сухости холодных почв в свое время сыграла положительную роль, так как с помощью ее стало возможным обобщение различных частных причин безлесья. Вместе с тем следует учесть, что эта теория, которую использовали для универсального объяснения причин гибели деревьев на северной границе их распространения, значительно затормозила разработку проблемы безлесья тундры, как сложного биогеоценотического явления.

Справедливости ради нужно отметить, что, выдвигая эту теорию, исследователи вопроса безлесья тундры не сделали на северной границе леса ни одного физиологического эксперимента.

Никто не видел ни одного дерева, погибшего от физиологической сухости. Нам неизвестны состояние окончаний корней древесных растений и термические условия в зоне, непосредственно примыкающей к ним. Для тундровых условий теория физиологической сухости экспериментально не доказана, все заключения о ней основывались на предположениях и чисто априорных рассуждениях. Поэтому необходимость физиологических экспериментов, вскрывающие жизнедеятельность корневых окончаний у древесных пород, особенно весной, когда корневая система находится еще в мерзлой почве, а ассимиляционная деятельность уже началась.⁴

Не имея возможности подробно анализировать затронутый вопрос, укажем только, что теория физиологической сухости достаточно определено отвергается для болотных местообитаний (Montfort, 1921) и для северных холодных почв (Данилов, 1948; Дадыкин, 1952, и др.).

Мы не можем отрицать того, что в условиях Крайнего Севера действительно имеет место глубокий конфликт между потребностями древесных растений и комплексом жизненных условий. Однако нет оснований это противоречие относить лишь к водному питанию растений.

Древесные растения, находясь в условиях значительного ограничения потребностей в отношении всего жизненного комплекса, за исключением света (тепло, влага, минеральная пища),⁵ вместе с тем непрерывно приспосабливаются к постоянным изменениям среды. Теория физиологической сухости односторонне решала вопрос, не вскрывала возможности приспособительных процессов у деревьев.

Некоторые ученые видели причину безлесья тундр в равнинности рельефа (Краснов, 1894; Григорьев, 1924). Как уже отметил Сочава (1940), геоморфологическое объяснение безлесья тундры, выдвинутое упомянутыми авторами, не может быть принято, так как геоморфологические особенности территории (рельеф) не являются для жизни растений прямодействующим фактором.

Известно, например, что деревья на крайнем северном пределе их распространения приурочены к склонам, резким выпуклостям и другим местоположениям, где осуществляется хороший дренаж почвы, где достаточно глубокий снежный покров сочетается с быстрым его таянием весной и, наконец, где одновременно наблюдается некоторая защита от ветров. Все в совокупности факторы создают относительно благоприятные гидротермические и биологические режимы почво-грунтов и экологические сочетания.

⁴ На необходимость организации таких эколого-физиологических экспериментов неоднократно указывал Б. Н. Городков.

⁵ Как показали исследования В. П. Дадыкина с сотрудниками (Дадыкин, 1952), в условиях холодных почв растения особенно испытывают недостаток в азотной пище, что, по-видимому, и является одной из причин медленного роста древесных пород на северном пределе их распространения.

ния местообитаний, удовлетворяющие жизненные потребности древесных пород. Указанное обстоятельство должно быть принято во внимание и при разработке мероприятий, обеспечивающих посадку древесных пород в тундре.

Все вышеупомянутые исследователи рассматривали только отдельные факторы, влияющие на жизнь древесных пород на их крайнем северном пределе. В. Л. Комаров (1922) сделал попытку объединить многочисленные и разноречивые точки зрения, считая, что граница северного предела лесов определяется «сложным влиянием близости моря, топографией суши, гипсометрическими данными, влиянием рек, уровнем мерзлоты и грунтовых вод в связи с явлениями заболачивания, наконец, продолжительностью периода вегетации и изотермами июля» (стр. 18).

Однако ни каждая из упомянутых точек зрения в отдельности, ни соединенные вместе не смогли объяснить истинных причин безлесья тундры. Считая причинами безлесья тундры отдельные факторы, трудно поддающиеся воздействию человека (климат, почвенно-экологические условия и проч.), исследователи в прошлом и выдвинули теоретическую концепцию о непреодолимости безлесья тундр. Миддендорф отчетливо сформулировал это в следующих словах: «Человек с теми жалкими средствами, которыми он может распоряжаться, тщетно стал бы предаваться надежде, что усилиями его различные древесные породы... могут быть разведены еще гораздо дальше теперешних их пределов» (1867, стр. 574), так как «климат дальнего севера вообще уже присудил к гибели всякую древесную растительность» (стр. 557).

Многие другие исследователи Севера придерживались таких же взглядов и считали безлесье непреодолимым. Этот вывод возник еще и потому, что из поля зрения исследователей тундры выпала биогеоценологическая трактовка вопроса безлесья. Выпал анализ жизненных условий, а также роста и развития как древесных пород, так и их сочетаний. Рассматривались физико-географические условия в отрыве от биологических особенностей древесных растений, от их жизнедеятельности. Средообразующая роль деревьев и древесных растительных сообществ совершенно игнорировалась. Правда, ряд отдельных высказываний в этом направлении имел место, но до последнего времени биологическая сторона в трактовке вопроса безлесья не находила должного отражения в соответствующей литературе.

Впервые биологические, вернее, биоценотические данные к объяснению безлесья тундры были привлечены К. Бэр (Ваг, 1838), который отмечал угнетение деревьев на Севере и признавал за мхами и лишайниками в борьбе с древесными породами всегда преимущественное значение.

В дальнейшем Миддендорф (1867), как бы развивая эту мысль Бэра, усматривает огромную защитную роль самих деревьев для развития леса на крайнем северном пределе, говоря, что «нигде

лес не бывает до такой степени сам себе защитой как на дальнем севере» (стр. 677). Или в другом месте: «Под защищающим и охраняющим влиянием сплошных лесных пространств деревья выдвигаются дальше, нежели в небольших рощах» (стр. 580).

В нашей отечественной науке, в анализе причин безлесья тундр и динамики лесной границы на Севере особое место принадлежит Танфильеву (1911). Он, наряду с экологическим объяснением безлесья, достаточно отчетливо оформил взгляды на эволюцию тундрового ландшафта и тундровой растительности как на процесс саморазвития.

Смена лесов тундровыми формациями трактовалась Танфильевым как следствие развития мохового покрова, вызывающего прогрессивное заболачивание, которое вместе с понижением температуры почвы и нарастанием мерзлоты приводит к гибели деревьев.

Лично не знакомый с тундрой, но, однако, глубоко анализируя процессы развития растительного покрова, И. К. Пачоский (1921), по-видимому, используя взгляды Танфильева, писал: «Ничтожные, казалось, мхи, играющие во многих случаях последнюю роль, при наличности известных условий, могут быть причиной гибели таких мощных представителей растительного покрова, какими являются деревья. У полярной границы последних мхи, поселяясь в лесу и разрастаясь в сплошной ковер, могут не только нарушать правильность дыхания корней, но и изменить тепловой режим почвы до того, что последняя летом будет оттаивать лишь на очень непродолжительный срок или даже на известной глубине станет вечно мерзлой. Лес тогда, понятно, погибнет» (стр. 170).

Отсюда видно, какое важное значение придавал Пачоский процессам саморазвития, связанным с жизнью мхов и изменением всей совокупности экологических условий этими компонентами растительного покрова в лесах, на северном их пределе.

Как бы продолжая мысли Миддендорфа и отчасти Танфильева, во всяком случае их используя, процесс саморазвития лесной растительности на контакте с тундрой трактует В. Р. Вильямс (1950). Он считает победу леса над тундрой неизбежным результатом саморазвития лесной растительности у ее северного предела. По мнению этого автора, отраженный от опушки полярного леса ветер тундры наносит перед ней сугробы снега, а вместе с ними и отмершее органическое вещество с высокой тундры. Под защитой снега отодвигается вечная мерзлота — самый опасный враг леса, задерживающий его продвижение в тундру. Весьма важным обстоятельством во взаимоотношении лесной и тундровой формации, по Вильямсу, является создание пионерами древесной растительности в тундре благоприятной обстановки для возобновления молодого подроста.

Присутствие молодого подроста под пологом старых деревьев у северной границы леса и частое перерастание молодым поко-

лением отмирающих деревьев свидетельствует о победе леса над тундрой.

Изменение крайними лесными опушками условий тундры и закономерное продвижение леса на север в процессе саморазвития подтверждено исследованиями многих советских ботаников-тундроведов, особенно Л. Н. Тюлиной (1936, 1937). К сожалению, попытки подойти к решению вопроса о безлесье тундры комплексно с биогеоценологических позиций не нашли должного отражения и развития в советском тундроведении.

Таким образом, во взглядах на безлесье тундры мы можем отметить общую отрицательную черту, препятствующую разработке путей по преодолению безлесья. Такой общей чертой является отсутствие анализа сложных взаимосвязей различных факторов естественноисторического процесса в условиях Крайнего Севера.

Факты, которые можно было привлечь для объяснения безлесья тундры, изучались оторванно друг от друга, затрагивались только отдельные стороны явления. Вследствие этого выдвигались климатические, почвенно-грунтовые, физиологические или, наконец, геоморфологические причины безлесья тундровых ландшафтов. Взаимосвязи организмов различных биологических групп оставались без анализа. Средаобразующая роль редколесных растительных сообществ на северном пределе почти не учитывалась.

Таким образом, безлесье тундры как сложное явление, связанное с развитием всего природного комплекса в целом, изучалось по частям, без докучаевского генетического подхода, без учета сложных биогеоценологических соотношений. Получило широкое распространение мнение о невозможности преодоления безлесья тундры. Хотя отдельные исследователи (Бэр, Миддендорф, Танфильев и др.) и делали попытки объяснить внутренние противоречия этого процесса, однако единой теоретической концепции, объясняющей безлесье тундр, создано не было.

Анализ причин безлесья тундр

Весьма интересный подход к объяснению причин отсутствия леса в тундре мы находим в работе В. Б. Сочавы (1940). По мнению Сочавы, большинство авторов, занимавшихся вопросами безлесья тундры, в сущности объясняли не безлесье тундры, а причины отмирания опушек леса на северном пределе. Анализ же причин безлесья, в частности, не может быть отнесен к тундре, так как «деревья в тундре отсутствуют, следовательно, вовсе не испаряют и вовсе влагу не поглощают» (1940, стр. 181). Для выяснения причин безлесья, по мнению Сочавы, надо решить вопрос: почему лес не растет в тундре? Отвечая на этот вопрос, автор рассматривает возобновление древесных пород, в частности, семенное. Он отме-

чает довольно удовлетворительное плодоношение древесных пород на Севере, даже их стланиковых форм. Всхожесть семян хотя и низка, но, по мнению Сочавы, она не сыграла бы отрицательной роли в безлесье, так как имеются факты приноса семян южными ветрами на сотни километров, а кроме того, имеются всходы лиственницы у 72° северной широты (Тюлина, 1937). В свое время Городков (1935а) также считал, что не затруднения в семенном возобновлении обуславливают исчезновение лиственницы, ели и березы на Севере. Он ссылаясь на находки отдельных экземпляров древесных пород за пределами их распространения, а также и на мнение Миддендорфа, который признавал занос семян с юга птицами причиной появления лесных островов в тундре. Однако как соображения Городкова, так и Сочавы не основаны на фактических исследованиях семенной репродукции у деревьев крайнего северного предела, а базируются лишь на случайных и малочисленных наблюдениях. Во всяком случае, Сочава принимает достаточность семенного материала и считает основной причиной отсутствия леса в тундре неблагоприятные условия для прорастания семян. Так, например, для прорастания семян лиственницы в нормальных условиях автором принимается средний срок 3—4 недели, в тундре же — еще более продолжительный. Учет ход положительных температур, автор предполагает, что можно ожидать появления всходов лиственницы на крайнем северном пределе леса лишь в августе.⁶ Следовательно, остается очень малый промежуток времени для того, чтобы всходы окрепли до осенних заморозков. В большинстве же случаев, по мнению Сочавы, осенние заморозки уничтожают молодые всходы, не дав им развиться. Таким образом, по соображениям этого автора, для того чтобы достаточно укрепились всходы, необходимы минимум 2 года подряд с наиболее благоприятными погодными условиями, способствующими всходам, их развитию, укреплению и благоприятному перезимованию.

В заключение Сочава приходит к выводу, что «в безлесном тундровом фитоценозе возможность для дерева развиваться из семени представляется лишь в результате случайного совпадения благоприятных обстоятельств. В этом мы и видим основную причину безлесья тундры» (1940, стр. 187). Данный вывод и до сих пор не потерял своего значения. При условии, если эти благоприятные обстоятельства каким-либо образом выявляются и если всходы имеют возможность окрепнуть и достигнуть 4—5-летнего возраста, дальнейшее их развитие в виде ли деревца или стланика во многих случаях, по мнению Сочавы, не встречает препятствий.

⁶ По нашим наблюдениям, всходы древесных пород у северного предела их распространения появляются весной, после таяния снега, а не осенью.

Это положение автора нельзя считать доказанным. В связи с малыми размерами прироста на Крайнем Севере в течение 4—5 лет всходы достигают миниатюрных размеров, едва возвышаясь над моховым покровом. По данным Б. Н. Норина (1958), на М. Ямале ежегодный прирост в высоту как для лиственницы, так и для ели не превышает 3.5 см. (табл. 1). Деревья в возрасте 20—25 лет лишь чуть возвышаются над травяно-кустарничковым покровом.

В связи с тем, что Сочава (1940) использовал лишь малочисленные и случайные наблюдения, некоторые его другие выводы также стоят в противоречии с накопившимися фактами. В частности, данный автор при рассмотрении возобновления древесных пород принимает удовлетворительное плодоношение на Севере даже стланика и считает, что низкая всхожесть семян не сыграла бы отрицательной роли в безлесье, так как имеются факты приноса семян южными ветрами даже на сотни километров.

Действительно, ряд исследователей (Миддендорф, 1867; Толмачев, 1931; Тюлина, 1937) указывал на обильное плодоношение стлаников на Таймыре. Наши наблюдения над даурской лиственницей в пределах Хатангской лесотундры также свидетельствуют об обильном плодоношении этого дерева в течение ряда лет. Большое количество шишек отмечалось как на прямоствольных деревьях, так и на стланиках, как для лет наблюдений (1947 и 1948), так и для предыдущих (по остаткам шишек). Однако проведенные исследования качества семян урожая 1947 и 1948 гг., собранных в Хатангской лесотундре на деревьях и стланиках, показали их полную невсхожесть (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, образцы обоих лет сбора, оказавшись совершенно невсхожими, содержали значительное количество пустых и гнилых и ничтожный процент семян с завязавшимся эндоспермом.⁷

Пока еще трудно определить причины низкого качества семян (неполноценность, невсхожесть), для чего требуются специальные, в том числе эмбриологические исследования. Во всяком случае, совершенно отчетливо отмечается уменьшение абсолютного веса семян древесных пород при продвижении их от умеренных широт к северу, что можно иллюстрировать данными, приведенными в таблице 3.

К сожалению, семенная репродукция древесных пород на их северном пределе, периодичность плодоношения, качество семян и другие важные факторы, определяющие естественное возобновление, не подвергались тщательному исследованию.

⁷ Наличие всходов даурской лиственницы на голых пятнах в районе наших наблюдений может быть отнесено или за счет приноса семян с юга или вызревания их в особо благоприятные годы на здоровых и достаточно высоких деревьях, растущих на легких почвах с пониженным уровнем вечной мерзлоты.

Таблица 1

Прирост подроста древесных пород на М. Ямале
(по данным Норина, 1958)

| № модельного дерева | Место взятия образца | Возраст (годы) | Высота (см) | Диаметр у корневой шейки (мм) | Средний прирост по высоте (в см) | | | | | за период жизни подроста |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|-------------------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| | | | | | за 5 л. | за 10 л. | за 15 л. | за 20 л. | за 25 л. | |
| | | | | | | | | | | |
| Лиственница сибирская | | | | | | | | | | |
| 1 | Приматериковая часть долины реки Ныды. Лишайниково-кустарничковое лиственнично-березовое редколесье. | 20 | 34.5 | 6.24 | 1.50 | 1.40 | 1.33 | 1.72 | — | 1.72 |
| 3 | Там же. | 24 | 34.5 | 4.84 | 1.40 | 1.15 | 1.03 | 1.10 | — | 1.44 |
| 4 | Приматериковая часть долины реки Ныды. Лишайниково-кустарничковое лиственнично-березовое редколесье. | 28 | 53.5 | 8.80 | 0.90 | 1.00 | 1.33 | 2.28 | 2.08 | 1.91 |
| 3 | Коренной берег реки Ныды в среднем ее течении. Лишайниково-моховое елово-лиственничное редколесье. | 29 | 99 | 11.08 | 1.50 | 1.35 | 1.33 | 2.50 | 3.60 | 3.41 |
| 6 | Там же. | 26 | 90 | 7.22 | 2.7 | 2.20 | 2.67 | 3.22 | 3.36 | 3.46 |
| 7 | » | 19 | 59 | 4.82 | 3.20 | 2.70 | 3.53 | — | — | 3.10 |
| Ель сибирская | | | | | | | | | | |
| 4 | Долина р. Ныды в среднем ее течении. Елово-березовое редколесье с примесью лиственницы. | 18 | 44.5 | 5.32 | 2.00 | 2.65 | 2.67 | — | — | 2.47 |
| 5 | Там же. | 22 | 51 | 5.80 | 2.00 | 2.65 | 2.40 | 2.22 | — | 2.32 |
| 2 | » | 24 | 53 | 6.98 | 1.20 | 1.70 | 2.00 | 2.12 | — | 2.20 |
| 3 | Коренной берег р. Ныды. Кустарничковое елово-лиственнично-березовое редколесье. | 18 | 35 | 5.48 | 2.00 | 2.00 | 1.97 | — | — | 1.94 |
| 6 | Там же. | 22 | 41.5 | 5.54 | 0.80 | 1.15 | 1.50 | 1.77 | — | 1.88 |
| 8 | » | 28 | 27 | 5.50 | 0.50 | 0.70 | 0.80 | 0.83 | 0.92 | 0.97 |

Таблица 2

Результаты исследований качества семян даурской лиственницы (*Larix dahurica*), собранных в Хатангской лесотундре

| № модельного дерева | Семена урожая 1947 г. | | | | | Семена урожая 1948 г. | | | | |
|---------------------|----------------------------|--------------------|--------|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------|--------|---------------|--|
| | количество изученных семян | фракции семян, в % | | | № модельного дерева | количество изученных семян | фракции семян, в % | | | |
| | | пустых | гнилых | с эндоспермом | | | пустых | гнилых | с эндоспермом | |
| 1 | 100 | 64 | 26 | 10 | 2 | 20 | 40 | 60 | 0 | |
| 1A | 100 | 100 | — | — | 3 | 20 | 10 | 75 | 15 | |
| 2 | 100 | 94 | 1 | 5 | 5 | 20 | 5 | 75 | 20 | |
| 3 | 100 | 91 | 1 | 8 | 6 | 20 | 40 | 45 | 15 | |
| 4 | 100 | 93 | 2 | 5 | 8 | 20 | — | 90 | 10 | |
| | | | | | 9 | 10 | 20 | 70 | 10 | |

Примечание. При проращивании всхожих семян не оказалось. Всхожесть определялась весной следующего после сбора года В. Г. Юдиным с применением стратификации при температуре от 0 до +10° в течение месяца.

Таблица 3

Изменение абсолютного веса семян древесных пород в зависимости от места произрастания

| Место произрастания | Вес 1000 штук чистых (обескрыленных) семян (в г) | Автор |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
| Лиственница сибирская | | |
| Хакасский массив . . . | 7.2—9.5 | Верховцев (1938) |
| | 7.7—8.6 | Верховцев (1940) |
| М. Ямал | 2.6—5.6 | Норин (1958) |
| Ель | | |
| Брянское опытное лесничество | 3.16—7.57 | Тимофеев (1939) |
| Кольский полуостров { | 1.78—2.72 | Некрасова (1948) |
| | 2.9 | Новиков (1940) |
| М. Ямал | 1.08—1.92 | Норин (1958) |
| Нарьян-Мар | 0.5—3.5 | Андреев (1954а) |

в сколько-нибудь значительных масштабах и до сих пор далеки от окончательного выяснения. Лишь для кольского севера мы имеем весьма интересные наблюдения, проведенные Г. А. Новиковым (1940) и Т. П. Некрасовой (1948, 1949). По данным последнего автора, репродукционная способность ели на Севере чрезвычайно ослаблена. Урожайные годы повторяются через 6—7 лет, а в промежутке между ними урожай семян настолько низок,

Урожай шишек и семян ели (на 1 га) в различных географических районах

| Районы | Годы учета | Урожай | | | Авторы |
|-------------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------------------------------|
| | | шишек (тыс. штук) | чистых семян | | |
| | | | тыс. штук | кг | |
| Орловская обл. | 1911—1930 (средние данные) 1913 | — | 1503.4 | 6.54 | } Тимофеев (1939) |
| Белорусская ССР | 1925—1936 (средние данные) 1925 | — | 16724 | 72.75 | |
| Московская обл. | 1933 | 22.8 | 5118.0 | 28.12 | } Юркевич, Лубяко и Кругликов (1940) |
| Калининская обл. | 1936 | 27.0 | 3291 | 23.03 | |
| Ленинградская обл. | 1904 | 122.5 | 21046 | 90.77 | } Фомичев (1908) |
| | 1928 | 105.2 | 9133.7 | 42.66 | |
| Вологодская обл. | — | 5.5—77.8 | — | 1.23— —39.81 | Данилов (1944) |
| Архангельская обл. | 1937 | — | 2500 | 13.2 | } Алексеев и Молчанов (1938) |
| Мурманская обл. | 1938 | 19.1 | 889.5 | 2.24 | |
| Окрестности Нарьян-Мара | — | — | 20—25 | — | Андреев (1954б) |

Примечание. Более полные данные об урожае семян ели приводятся Б. Н. Норным (1958) и Д. Н. Даниловым (1950, 1952).

что для возобновления леса не может иметь никакого значения. По наблюдениям Некрасовой, в особенно благоприятные годы даже угнетенная часть насаждений плодоносит и дает урожай (количество плодоносящих стволов достигает 89.6—98%). Однако, если учесть низкое качество семян (всхожесть от 3% в малоурожайные годы, до 43.7% в высокоурожайные), а также огромную естественную утерю их (некоторая часть семян не выпадает, так как приклеивается к шишке смолой из-за повреждения вредителями, значительная часть сбивается клестами и не участвует в возобновлении, или в сухую осень выпадает вблизи дерева и т. д.), то вывод Некрасовой о недостаточности семян на Крайнем Севере для естественного возобновления ели можно считать вполне обоснованным. Данные Некрасовой совпадают с материалами для севера Финляндии А. Ренвалля (Renwall, 1912), П. Тикка (Tikka, 1928), А. Рейникайнена (Reinikainen, 1937), а также А. Чильмана (Kihlman, 1890) для Кольского полуострова о затухании репродукционной способности ели в направлении к северу. Это особенно хорошо иллюстрируется сравнительными данными урожая шишек и семян ели для южных и северных районов СССР (табл. 4).

Примеры пониженных величин урожайности ели сибирской можно привести из наблюдений Норина на М. Ямале (табл. 5).

Как видно из таблицы 5, урожайность семян ели сибирской несколько повышена в более благоприятных долинных условиях, но и здесь она очень низка.

Слабую семенную репродукцию и ничтожную всхожесть семян ели (менее 1%), собранных на северном пределе леса в районе Нарьян-Мара, отмечает Андреев (1954б). Лишь у семян, собранных с деревьев, обитающих в долине р. Печоры, обнаружена несколько более высокая всхожесть (от 1% до 36%). Многочисленные данные о слабом семенном возобновлении, объясняющимся низким качеством семян древесных пород на севере Скандинавии, приводит К. Регель (Regel, 1949, 1950).

Кроме слабой репродукции и пониженной всхожести семян, на Севере урожайные семенные годы бывают крайне редко. Если в таежной зоне урожайные годы у ели отмечаются через 3—4 года, то на северном пределе распространения этого дерева, в районе Нарьян-Мара, по наблюдениям Андреева, они повторяются приблизительно только через 10 лет. Слабой семенной репродукцией деревьев на их крайнем северном пределе, пониженной всхожестью семян и редкими семенными годами объясняется и весьма ограниченный подрост.

Сравнительное представление о подросте в ельниках средне-таежной зоны и в северных лиственничных редколесьях и редицах дает таблица 6.

Из сказанного можно сделать заключение, что не только неблагоприятные условия для прорастания семян, но и недостаток

доброкачественного семенного материала является одной из причин безлесья тундры.

При рассмотрении вопроса о причинах плохого возобновления леса на границе с тундрой следует также учитывать тот ущерб, который наносят там урожаям семян древесных пород представители животного мира.

Весьма сложны и мало изучены взаимосвязи животного мира и древесных пород именно на крайнем северном пределе распространения последних. Прежде всего важно знать, каково влияние животных на семенную продуктивность хвойных пород на Севере. То, по-видимому, весьма ограниченное количество доброкачественных семян, которое продуцируют на Крайнем Севере деревья, в какой-то степени идет в пищу животным. Издавна отмечено увеличение численности грызунов (например, белки)

Таблица 5

Урожайность семян ели сибирской на М. Ямале
(по Норину, 1958)

| Растительные сообщества | Количество деревьев (в %) по классу уро- жайности | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| | I (шишек нет) | II (шишек очень мало) | III (шишек мало) |
| Лишайниковое елово-лиственничное редколесье (ко- ренной берег р. Ныды) | 16 | 82 | 2 |
| Мохово-разнотравный лиственничник с подростом из кустарников (долина р. Ныды) | 50 | 42 | 8 |

Примечание. В обоих растительных сообществах определение урожайности семян ели производилось глазомерно, путем осмотра в бинокль 50 модельных деревьев.

Таблица 6

Подрост ели и лиственницы в различных географических условиях
(по наблюдениям В. Г. Карпова (ель) и Б. Н. Норина (лиственница))

| Район наблюдений и тип леса | Количество подроста на га |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Ель | |
| 1) Вологодская область. Онежский геоб. округ. Стацио- нар Института леса АН СССР. | 7000—10000 |
| Ельник-кисличник | 4000—5000 |
| Ельник-черничник | 2500—3500 |
| Ельник травяно-болотный | 3500—4000 |
| Ельник сфагновый | |
| Лиственница | |
| 2) М. Ямал. | 0—1500 |
| Лишайниковые лиственничные редколесья | 1000—5000 |
| Лишайниковые лиственничные редины | |

в годы урожаяв хвойных. По указанию А. Рейникайна (Reinikainen, 1937), увеличение количества клестов приурочено к годам обильных урожаяв семян ели.

Вопросы, связанные с использованием урожая семян хвойных млекопитающими, птицами и энтомофаунами, освещались в ряде работ (Данилов, 1937, 1944; Reinikainen, 1937; Молчанов, 1938; Некрасова, 1948; Новиков, 1940, 1948, и др.).

По данным Новикова (1940, 1948), клесты в Лапландском заповеднике сбивают до 96% шишек ели. Хотя клесты и не полностью уничтожают семена из сброшенных шишек, но оставшиеся семена практически не участвуют в обсеменении территории (Некрасова, 1948). Из грызунов основными расхитителями семян хвойных следует признать белку, бурундука, мышевидную землеройку и др. Большое количество истребителей семян древесных пород может быть названо среди орнитофауны.

Известна и многократно описана взаимосвязь кедровки (*Nucifraga caryocatactes*) с хвойными Севера, особенно с кедром сибирским и кедровым стлаником (Городков, 1916; Тихомиров, 1949). К числу особенно активных собирателей дани с хвойных следует отнести клестов: еловика, сосновика и белокрылого. Более или менее определено можно рассматривать в качестве расхитителей семян хвойных — шура, трехпалого дятла, большого пестрого дятла и др. Семена лиственных пород (особенно березы и ольхи) поедаются целым рядом представителей пернатых, среди которых можно упомянуть: чечетку, тетерева, пегла, а также, вероятно, белую куропатку, рябчика, чижа и некоторых других. Особенно хорошо заметны семена березы и ольхи на снегу, где они и поедаются пернатыми. Конечно, следует учитывать и известную положительную роль животного населения для распространения семян, однако на Севере ее нельзя преувеличивать. Вряд ли, например, можно согласиться с Миддендорфом (1867) и Вильямсом (1950), что в тундре семена ели и пихты заносятся пернатыми обитателями соседней области тайги. Наконец, также следует учитывать и беспозвоночных, повреждающих семенную продукцию хвойных (ели, кедр, лиственница). Среди энтомофауны следует особенно упомянуть шишковую огневку (может встретиться и на сосне) и шишковую листовертку, вгрызающихся в шишки и питающихся семенами. По данным Новикова (1940), этими вредителями в Лапландском заповеднике в 1938 г. поражалось до 90% шишек. Обильное выделение смолы при поражении, как упоминалось, препятствует выпадению семян из шишки.

При решении вопросов об отсутствии леса в тундре нельзя упускать и этого весьма значительного фактора уменьшения запасов семян как в естественных насаждениях, так и при лесопосадках. До сих пор, к сожалению, данные о расхищении семян животными не привлекались для решения вопроса о безлесии тундры.

Одной из причин того, что лес не растет в тундре, следует также считать недостаточную естественную транспортировку всхожих семян за пределы леса и неблагоприятные лесорастительные условия. Указание Сочавы (1940) на находки отдельных семенных экземпляров древесных пород далеко за границей леса не может убедительно свидетельствовать о постоянном пополнении тундры доброкачественными семенами древесных пород.

К сожалению, здесь мы также сталкиваемся с почти полным отсутствием экспериментальных данных для районов северной границы леса. В нашем распоряжении имеются лишь некоторые указания лесоводов о дальности переноса ветром семян древесных пород лесных сообществ умеренных широт, которые приводятся в таблице 7.

Таблица 7

Дальность распространения семян некоторых древесных пород ветром

| Древесные породы | Дальность переноса семян | Автор |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|
| Лиственные породы | | |
| Береза, ивы, тополи, ольха | На сотни метров. | Ткаченко (1952) |
| Береза, ивы, тополи | На несколько километров. | Эйтинген (1949) |
| Хвойные породы | | |
| Лиственница | На десятки и сотни метров. | Ткаченко (1952) |
| Ель | На десятки метров. | Ткаченко (1952) |
| | Свыше 100 м. | Эйтинген (1949) |
| | Свыше 80 м. | Алексеев (1932) |
| | Несколько километров (по насту). | Гуман (1931) |
| Сосна | Десятки и сотни метров. | Колпиков (1944) |
| | На расстояние, равное двойной высоте материнского дерева. | Тимофеев (1943) |
| Сосна | На десятки и сотни метров. | Ткаченко (1939) |
| | На 100 м. | Эйтинген (1949) |
| | До 50 м. | Пронь (1940) |
| | На десятки и сотни метров. | Колпиков (1944) |
| Сосна | На расстояние, равное двойной высоте материнского дерева. | Тимофеев (1943) |

Приведенные данные мы можем рассматривать лишь как самые общие показатели порядка тех величин расстояний, на которые распространяются семена древесных пород ветром в условиях лесного растительного сообщества. Следует принять во внимание, что дальность разноса зависит также от условий погоды (влажность воздуха, осадки, сила и направление ветра и т. д.). Попадая в ручьи и реки, семена, особенно лиственных

пород, уносятся на десятки, сотни и тысячи километров. Таким образом, из приведенных данных можно заключить, что семена древесных пород при созревании распространяются как вблизи от материнских деревьев, так и на значительные расстояния от них. Если учесть, что на Севере в зимнее время дуют, главным образом, южные, юго-западные и юго-восточные ветры, то можно быть уверенным, что вызревшие на крайнем северном пределе семена имеют возможность беспрепятственно попадать на далекие расстояния в тундру. А если же принять во внимание наст, который способствует продвижению семян на Севере, то естественно, что в возможности попадания зрелых семян в тундру у нас не может быть никаких сомнений. Об этом, собственно, свидетельствует целый ряд прямых наблюдений, приведенных в работе Сочава (1940).

В конкретных условиях различных участков тундровой зоны направление ветров в момент раскрытия шишек хвойных (весной и в конце зимы) может быть различным и не всегда способствует переносу семян в пределы тундры. Так, например, по наблюдениям В. Н. Андреева (1954б), в западной части Крайнего Севера СССР весной, в момент выпадения семян из шишек, стоит штилевая погода или дуют северо-восточные ветры, что препятствует переносу семян древесных пород в безлесную тундру в массовых количествах. Вместе с тем следует иметь в виду, что даже подхваченные ветром и унесенные далеко за пределы северной лесной опушки семена пропадают бесследно для лесовозобновления в тундре, так как не находят надлежащих условий для своего дальнейшего развития. Только семена, попавшие в благоприятные лесорастительные условия, в непосредственной близости от материнских деревьев, под их защитой, могут служить источником семенных всходов. Поэтому весьма важным является вопрос о прорастании и нормальном дальнейшем развитии семян, попавших в тундровые растительные сообщества.

Этот вопрос представляется нам более сложным, чем рисует его Сочава (1940). Нельзя сводить его только к благоприятным климатическим условиям в течение 2—3 лет после появления всходов. Конечно, климатические условия для прорастания семян имеют важное значение, отрицать которое невозможно. Наши наблюдения в природе указывают, что на границе тундры семенные всходы появляются не в августе, как это предполагает Сочава, а в первые теплые дни весны или в начале лета. Поэтому за лето молодые всходы становятся достаточно окрепшими, чтобы начать зимовку.

Однако важно также отметить и ту фитоценоотическую обстановку, в которую попадают семена в пределах тундровых растительных сообществ. Для нас совершенно неясны условия прорастания семян в природной обстановке тундры: температура,

влажность и их колебания в моховой и лишайниковой дерновине в течение летнего периода, а также и в течение ряда лет.

А. И. Лесков (1940), характеризуя редколесье бассейна реки Полуя, отмечает достаточно хорошее возобновление ели и отсутствие лиственничного подроста в лишайниковом покрове при лучшем плодоношении лиственницы сравнительно с елью. Этот автор считает, что «отсутствие лиственничного подроста в лишайниковых редколесьях обусловлено, по-видимому, сплошным лишайниковым покровом, создавшим условия, неблагоприятные для укоренения проростков лиственницы» (стр. 262).

По наблюдениям Норина (1958) на М. Ямале, при сплошных лишайниковых покровах в редколесьях подрост почти совершенно отсутствует.

В числе неблагоприятных причин Лесков указывает переменность влажности лишайникового покрова и рассматривает его как механическое препятствие для прорастания семян лиственницы. Не исключена возможность, что одновременно проявляется неблагоприятное действие той и другой причины. Также неблагоприятное влияние оказывает лишайниковый покров на возобновление сосны и кедра.

По-видимому, мнение А. И. Лескова не лишено основания. Если мы его примем во внимание, то лишайниковые субстраты в кустарниково-лишайниковых и кустарничково-лишайниковых формациях за северными пределами леса могут рассматриваться как неблагоприятные условия для произрастания семян древесных пород и в особенности лиственницы. Моховой покров также является неблагоприятным субстратом для прорастания семян древесных пород и развития их молодых всходов.

«Молодые корешки всходов из семян, застрявших в моховом слое, — пишет А. П. Шенников (1941), — долго не могут дотянуться до почвы и, таким образом, в самом нежном возрасте подвержены смертельным опасностям, то голодая, то высыхая, то задыхаясь от избытка влаги после каждого дождя» (стр. 276).

Сказанное можно полностью отнести и к условиям развития семян древесных пород в моховом ковре тундры. Влияние мохового покрова на лесовозобновление до некоторой степени затронуто изучением лишь для условий лесной зоны. «Как показали, например, наблюдения Товстолеса, число всходов ели находится в обратной зависимости от мощности мохового покрова и густоты травы. Рыхлый и маломощный моховой покров не препятствует возобновлению леса» (Морозов, 1949, стр. 240). Весьма ограничены сведения по этому вопросу в отношении северных пределов лесов.

Для редколесий бассейна реки Полуя Лесков (1940) указывает, что моховой покров (по-видимому, незначительный, — Б. Т.), по сравнению с лишайниковым, обеспечивает более равномерное увлажнение, т. е. создает более благоприятные условия для семенного возобновления древесных пород. Сочава

(1940) высказывает противоположную точку зрения. Он пишет: «В южных частях тундровой зоны мы никогда не находим даже на покровах тундры, очень близких к покровам лесов (например, моховые тундры, моховые тундры с кустарником и пр.), всходов лиственницы и других древесных пород» (стр. 183).

По наблюдениям Норина (1958), мощный моховой покров препятствует возобновлению лиственницы и березы, однако разреженный не ослабляет возобновления.

По данным Т. Контуниеми (Kontuniemi, 1932), семенное возобновление древесных пород в субальпийской зоне в районе Петсамо (Печенга) различно в зависимости от характера мохового покрова. Сплошные ковры из *Pleurozium Schreberi* или *Rhytidium rugosum* подавляют всходы, но рыхлые дерновины из *Mnium* или *Climacium dendroides* не препятствуют семенному возобновлению древесных пород. Некрасова (1949), исследовавшая условия естественного возобновления еловых насаждений на Кольском полуострове, отмечает для зеленомошных ельников, что «особенно мощный и рыхлый растительный покров из мхов и лишайников оказывает отрицательное влияние и чисто механически, являясь преградой для достижения семенами почвы» (стр. 45).

Вместе с тем этот же автор вскрывает существенную защитную роль мохового ковра (от ветров и заморозков) для молодых древесных сеянцев. На последнее обстоятельство нами было обращено внимание в специальной статье (Тихомиров, 1952).

По нашим наблюдениям, всходы даурской лиственницы в окрестностях с. Хатанги совершенно отсутствуют на моховых участках и довольно хорошо развиваются на голых пятнах.

Из всего сказанного отчетливо выступает отрицательная роль лишайникового и мохового покровов, ограничивающая естественное возобновление древесных пород на северном пределе леса.⁸

В случае уничтожения мохово-лишайниковой дерновины, например, пожаром, как это наблюдалось нами в Пенжинском районе (Тихомиров, 1933), а также Овсянниковым (1930) в бас-

⁸ Небезынтересно отметить, что вопрос о влиянии эпифитных лишайников на рост и развитие древесных пород у их северного предела совершенно не решен. Медленный рост древесных пород и значительный рост эпифитных лишайников на границе с тундрой создают особые ценоотические отношения, отличные от тех, которые имеют место в лесной зоне. Как указывает А. А. Еленкин (1921), вопрос о том, не причиняют ли лишайники вреда деревьям, «не раз горячо обсуждался в лихенологической литературе» (стр. 86), однако и до сих пор мнения остаются весьма противоречивыми. Не касаясь по существу этого вопроса, который должен быть предметом рассмотрения лихенологов, со своей стороны полагаю, что наряду с тем несомненным вредом, который приносят лишайники угнетенным деревьям Крайнего Севера (закупорка устьиц, содействие грибным заболеваниям, приют энтомофитов и т. д.), они могут играть и известную положительную защитную роль предохранения против кородирующего влияния снеговой шлифовки, для уменьшения испарения и т. д.

сейне реки Анадыря и Нориным (1958) на М. Ямале, возобновление древесных пород в тундровых условиях успешно осуществляется.⁹ Все эти наблюдения показывают, что изменение пожаром экологической обстановки и в частности тепловых условий почвы, но главным образом фитоценологических соотношений, вызывают появление на горях сообществ березового леса. Налет семян березы, вероятно, имел место в том же количестве, как и до пожара, но освобожденная пожаром территория дала возможность им прорасти, развиваться всходам и образовать значительные лесные рощи. А. Л. Биркенгоф (1932, 1934) также отмечает дружное возобновление лиственницы в бассейне Индигирки после пожаров. Норин (1958), исследовавший возобновление древесных пород на их крайнем северном пределе (М. Ямал), отмечает, что на сухих местообитаниях пересыхание верхних горизонтов почвы и лишайниково-моховой дерновины в летний период губительно сказывается на молодых всходах, а также на подросте. В литературе неоднократно приводились данные о наблюдениях пересыхания верхних горизонтов почвы и подстилки в сухие периоды вегетации при сильных ветрах в тундре (Городков, 1935б; Григорьев, 1946; Рихтер, 1954; Пьявченко, 1956; и др.). Однако исследования Норина (1958) показали, что недостаток влаги в верхних горизонтах тундровых почв вполне закономерное явление, которое следует учитывать при дальнейшем изучении вопросов естественного возобновления древесных пород на их северном пределе.

Следовательно, если семена древесной породы найдут вполне благоприятную почву для своего прорастания, а сеянец преодолеет неблагоприятную обстановку в первый период жизни и разовьется в достаточно мощный молодой экземпляр, то дальнейшее его развитие в тундре будет в значительной степени зависеть от фитоценотической обстановки, созданной древесной порослью.

Многочисленные наблюдения свидетельствуют, что деревья на полярных форпостах лучше развиваются в группах (куртинах), где создаются наиболее благоприятные условия и для развития молодых всходов (рис. 5). Как показывают данные Тюлиной (1936, 1937) для бассейна рр. Анадыря и Хатанги, а также наши наблюдения в Хатангской лесотундре, наиболее дружное возобновление и лучшее развитие всходов происходит или на участках, ближайших к материнскому насаждению, или под защитным пологом кустарников (рис. 6).

По наблюдениям Тихомирова и Штепы (1956), после вырубki крупных деревьев лиственницы на острове Тит-Ары (Якутия)

⁹ Следует отметить, что мощный моховой покров угнетающе влияет и на рост взрослых деревьев. По наблюдениям Андреева (1954б), в Малоземельской тундре удаление мохового покрова под небольшой группой угнетенных елей высотой 1.5—2 м при диаметре 3—5 см через 5 лет вызвало существенные изменения в экологических условиях (мерзлота понизилась с 45 до 125 см) и повысило прирост елей по диаметру почти вдвое.

остался семенной подрост в возрасте 30—45 лет, который появился за счет семенного материала материнских деревьев и развился под их пологом.

Н. И. Пьявченко (1956) указывает на приуроченность елового подростка к зарослям карликовой березки и отмечает важную роль этого кустарника для успешного расселения ели.

Карликовая березка, по мнению автора, создает среду, пригодную для поселения ели. Опад *Betula nana* вместе со мхами, лишайниками и остатками травянистых растений составляет «тун-

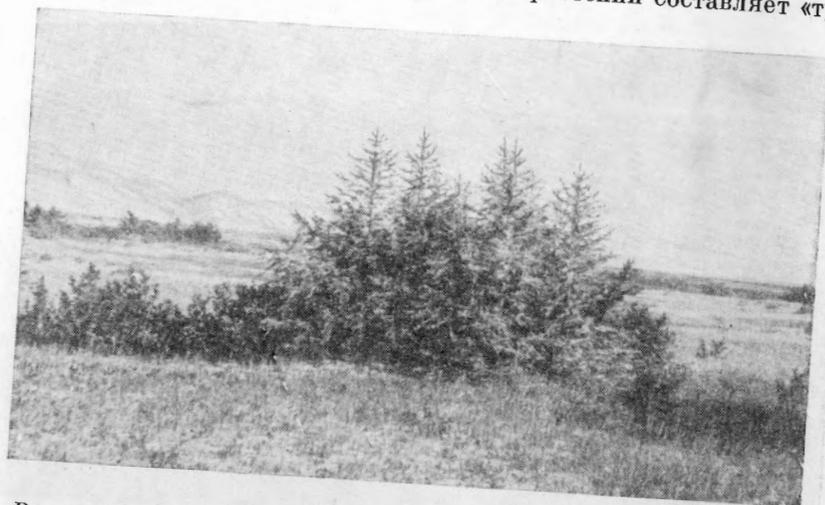


Рис. 5. Куртины даурской лиственницы при переходе к тундровой зоне. Фото Б. Н. Норина.

дровую подстилку», которая благоприятствует прорастанию семян и последующему развитию всходов ели. Ярус карликовой березки играет защитную роль для молодых особей ели, а возможно, служит для них подгоном. Таким образом, если многие отечественные ботанико-географы для степных районов считали, что кустарники являются предвестниками леса в степи, то подобное же положение можно высказать и в отношении тундры. Кустарники в тундре, задерживая снег, накапливая его, защищая участки между кустами от ветров, дренируя почвы своими корнями, в общем, способствуют более глубокому оттаиванию почвенной мерзлоты и повышению активности биологических процессов в почве. Вследствие этой естественной тепловой и биологической мелиорации подготавливаются условия для дальнейшего развития древесных пород. Поэтому кустарники или стланиковые формы деревьев можно рассматривать как предвестники леса в тундре.

Таким образом, все сказанное свидетельствует о том, что безлесье тундры является сложной биогеоэкологической проблемой, требующей многих дальнейших усилий для ее разрешения.¹⁰

В итоге можно высказать следующие заключительные положения о том, почему лес не растет в естественной обстановке тундры.

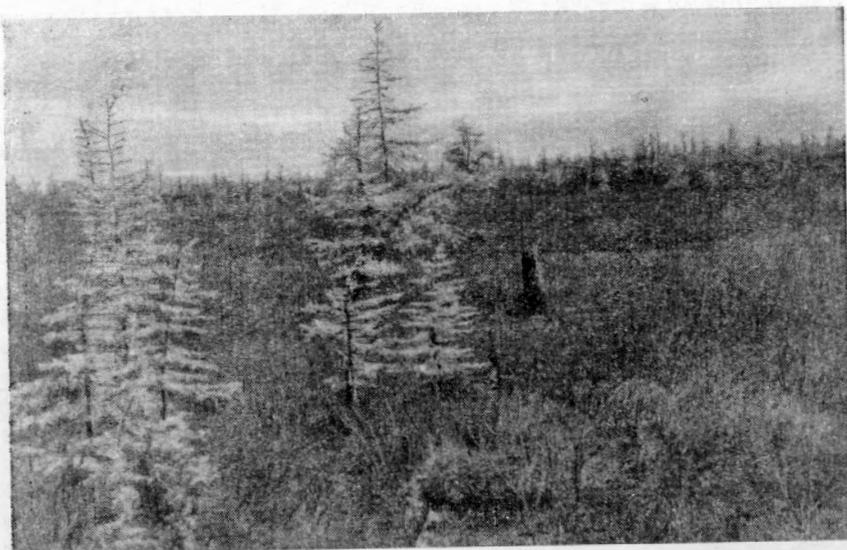


Рис. 6. Распространение подроста даурской лиственницы вблизи от материнских насаждений. Бассейн р. Хатанги.

1) Вследствие пониженной и не ежегодной семенной репродукции древесных пород на крайнем северном пределе их распространения, низкого качества семян (низкая всхожесть), расхищения семян вредителями (представителями животного мира) за пределы леса, в тундру попадает весьма ограниченное количество доброкачественного семенного материала, что и служит основным ограничивающим фактором распространения древесных пород на север.

2) Та ограниченная доля доброкачественных семян, которая участвует в обсеменении тундровых территорий, также в значительной части пропадает бесследно для возобновительного

¹⁰ В данном случае вопросы безлесья горной тундры мы оставляем без специального рассмотрения. Эти вопросы трактовались в ряде работ (Сошвава, 1944; Крючков, 1957, 1958а, 1958б, и др.).

процесса, так как, попадая на поверхность наста, уносится сильными ветрами южных румбов в бескрайние просторы высокоширотных территорий, где рост и развитие древесных пород исключен, или сносится весенними потоками в реки и исчезает в водах Северного Ледовитого океана.

3) Безлесные тундровые растительные сообщества, находящиеся на незначительных расстояниях от источников семенного материала (северные пределы редколесий, южные участки тундры) и весь комплекс жизненных условий этих сообществ неблагоприятны для прорастания древесных семян и развития молодых всходов.

Кроме неблагоприятного комплекса климатических и экологических условий, на развитие молодых деревьев оказывают существенное влияние биогенные факторы (зоогенные и фитогенные). Семена и молодые всходы древесных пород на северном пределе леса уничтожаются животным населением. Но особенно ограничивающим фактором для прорастания семян и укоренения проростков являются моховой и лишайниковый покровы, исключительно мощно развитые в редколесьях и за их северными пределами. Отмечается приуроченность всходов древесных пород к местам, оголенным от лишайниково-мохового покрова, а также к дренированным склонам и неровностям микрорельефа и мезорельефа.

4) Развитию молодых экземпляров древесных пород благоприятствует близость материнских древесных насаждений и кустарников, создающих комплекс жизненных условий, содействующих их выживанию (задержка снега, создание относительного безветрия, углубление уровня летнего оттаивания вечной мерзлоты и т. д.).

Кустарники являются предвестниками леса в тундре. Наиболее дружный возобновительный процесс отмечается около куртин и групп материнских деревьев и под защитой кустарничков и кустарников, на оголенных от мохового покрова участках.

5) Как правильно отмечал еще А. А. Григорьев (1924), нельзя для всех приполярных районов с чрезвычайным разнообразием условий при объяснении безлесья тундры ограничиваться каким-либо одним фактором. Поэтому дальнейшее изучение причин безлесья тундры как зонального явления должно строиться комплексно на выяснении взаимосвязей как физико-географической среды, так и природы организмов и особенностей биогеоценозов.

Основными вопросами для дальнейшего выяснения причин безлесья тундры, по нашему мнению, должны быть следующие.

а) Лесорастительные особенности физико-географической среды тундры; выявление лесопригодных территорий в тундре.

б) Эколого-физиологические особенности древесных пород, образующих северную границу лесов и их основные жизненные процессы; экспериментальное эколого-физиологическое изучение

факторов и причин, обуславливающих существование деревьев на крайнем северном пределе.

в) Семенная репродукция древесных пород на крайнем северном пределе их распространения (количество, регулярность плодоношения, всхожесть и энергия прорастания семян, истребление их энтомофагами, птицами и грызунами).

г) Возможности переноса всхожих семян на расстояние (учет в природе).

д) Развитие всходов в местных (тундровых) растительных сообществах, с учетом мохового и лишайникового покрова, как фактора, ограничивающего прорастание в естественных сообществах; влияние на всходы зоогенных факторов.

е) Дальнейшее развитие сеянцев в молодые деревья и во взрослые деревья с учетом разнообразия лесорастительных условий в тундре; изучение влияния на молодые всходы и взрослые растения всего комплекса биогенных факторов на фоне развития фитогеографической среды.

ж) Влияние кустарников и куртин деревьев на изменение лесорастительных условий в тундре (улучшение условий возобновления и роста древесных пород в тундре).

Выяснение всех этих вопросов путем стационарных исследований в течение ряда лет позволит целесообразнее решать задачи преодоления безлесья тундры. Однако и то, что мы знаем по этому вопросу, дает нам основание утверждать, что при научно обоснованной постановке лесокультурных мероприятий (снабжение высококачественными семенами холодостойких древесных пород, подбор лесопригодных участков, высокая агротехника посева и посадок, правильный уход за всходами и молодыми деревьями и т. д.) облесение южных районов тундры — задача вполне разрешимая. Следует иметь в виду, что в динамике северной границы леса до сих пор человек играл исключительно важную роль.

ЗНАЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В ДИНАМИКЕ СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Роль человека в динамике северной лесной границы была в свое время достаточно отчетливо отмечена еще Миддендорфом. Рассматривая в качестве примера Исландию, Миддендорф писал: «Мы исторически можем проследить на ней, как ужасно там человек истребил лес» (1867, стр. 578).¹ И далее: «Как скоро

¹ По свидетельству исторических документов, во время прибытия первых поселенцев (около 1000 лет тому назад) Исландия была покрыта лесом от побережья до склонов гор. После истребления значительных площадей лесов, 22 ноября 1907 года был принят закон об их охране и разведении. 1933 год считается поворотным пунктом в истории исландского лесоводства. В этом году было приобретено около 0.5 кг семян сибирской лиственницы из Архангельска. Эти семена дали 8000 растений, из которых большин-

человек поселяется на пределе лесной растительности, так лес быстро начинает отодвигаться назад, и в подобных местах человеку столь же трудно, как в степях, а может быть, и гораздо труднее было бы восстановить прежнюю границу посредством искусственного разведения леса. Как для северной Европы, так и для Сибири, можно привести доказательства, что при поселениях на пределе лесной растительности деревья отодвигаются назад вследствие истребления, проникающего туда вместе с человеком. Чем скорее уничтожены запасы, веками накопленные на пределе древесной растительности, тем медленнее и сомнительнее возобновление леса, тем быстрее отодвигается от человека предел древесной растительности» (Миддендорф, 1867, стр. 578).

Считая причиной гибели деревьев на северных лесных опушках почвенные условия, Соммье (Sommier, 1885) отмечал, что иногда «человек также может содействовать уничтожению крайних к северу деревьев» (стр. 328). По мнению Р. Поле (Pohle, 1903), «гибель лесных островов на Канине, а, вероятно, также и в восточных частях северо-восточной России, вызывается человеком, вырубаящим лес» (стр. 113—114).

В другом месте Р. Поле (Pohle, 1917) указал на то, что «человек своею деятельностью отодвигает границу леса к югу, хотя он мог бы продвигать ее к северу». Многовековая деятельность человека (вырубка деревьев на дрова, для устройства песцовых ловушек, нарт и т. д.), по мнению Поле, уничтожила многие лесные острова в тундрах европейского севера.

Основатель учения о лесе Г. Ф. Морозов писал, что благодаря рубкам на Севере «искусственно изменяется граница леса и тундры» (1949, стр. 393). Пользуясь, по-видимому, данными Танфильева о заболачивании лесных опушек на Севере, Морозов отмечал: «По границе с тундрой под влиянием уничтожения леса легко может происходить заболачивание и, как следствие этого, падание тундры на лес» (стр. 401).

Влияние человека на уничтожение крайних северных лесных форпостов отмечается также многими советскими исследователями.

Б. Н. Городков с полным основанием пишет: «За последние годы, в связи с продвижением промышленности на Север, воздействие человека сделалось особенно значительным. Беспощадно истребляются лесные острова в лесотундре Дальнего Востока и в бассейне реки Печоры. При медленности возобновления деревьев в тундровой зоне такие опустошения приведут к полному оголению страны от леса уже в ближайшие десятилетия, е с л и

ство было высажено в питомнике в Галлормстаде в 1937—1939 гг., а часть — в других местах Исландии. В настоящее время лесоводственная работа в Исландии идет в двух направлениях: охрана березовых лесов и разведение иноземных древесных пород. Итоги работ по лесоразведению за 50 лет недавно подведены главным лесничим Исландии Х. Бьярнасоном (Bjarnason, 1957).

не будут приняты меры защиты» (1935а, стр. 30) (выделено мною, — Б. Т.).

Биркенгоф (1932, 1934) основным фактором отмирания леса и наступления тундры на лес в бассейне Индигирки считает деятельность человека.

Тюлина (1937) приводит данные о влиянии человека на крайние лиственничные редколесья лесного острова Ары-Мас на р. Новой, в бассейне р. Хатанги. По ее наблюдениям, на некоторых участках с благоприятными условиями для роста лиственницы последняя полностью отсутствовала благодаря опустошительным вырубкам. В последнее время влияние человеческой деятельности на отступление северной границы леса к югу отмечают В. С. Говорухин (1947) и Н. Я. Кац (1952). Тихомиров и Штепа (1956) приводят факт сплошной вырубки в 1942 г. исторического лиственничного леса на острове Тит-Ары, в низовьях р. Лены.

Таким образом, влияние человека на динамику лесной границы вполне отчетливо осознавалось многими исследователями тундры. Однако при анализе хода перемещения лесной границы это влияние оценивалось далеко не в полной мере.

Между тем именно на Севере, где лес находится в критических условиях для его возобновления, этот факт выступает с особенной силой. Вырубка леса на Севере в связи с крайне холодными зимами и необходимостью заготовки больших количеств топлива принимает опустошительные размеры, особенно в местах значительного сосредоточения населения. Около многих северных населенных пунктов, расположенных в лесотундре, непосредственно примыкающие к поселкам территории давно превратились в заболоченные и замоховелые, открытые, малопродуктивные безлесные пространства (рис. 7).

Имеются данные о том, что с. Дудинка на Енисее, находящееся сейчас у крайних северных пределов распространения сибирской лиственницы, только немного более столетия тому назад было в полосе редкостойных лиственничных лесов, отдельные рощи которых достигали значительной густоты (Миддендорф, 1867). По наблюдениям Норина, около некоторых поселков на М. Ямале в настоящее время отсутствуют редколесья на расстоянии 30—40 км, хотя в начале тридцатых годов текущего столетия они примыкали непосредственно к поселкам. Буквально на глазах расширяются площади безлесных тундроподобных пространств вокруг Нарьян-Мара, Салехарда, Булуна (на р. Лене), Хатанги и других северных городов и поселков. Вредное воздействие человека на динамику лесной растительности не ограничивается вырубками. Человек косвенно воздействует на изменение лесной границы через оленеводство и пожары.

Городков (1929) указывает, что наблюдаемые им изуродованные деревья со стволами, лишенными ветвей на некоторой высоте, возникли в результате воздействия оленей. Он пишет, что

«... когда олени начинают сбрасывать рога, они чешутся ими о деревья и кустарники, ломая ветви и сдирая кору на высоте своего роста. Большое стадо оленей иногда уродует таким образом массу деревьев, оставляя от молодой породы лишь голые хлысты. „Обработанные“ оленями деревья впоследствии становятся весьма похожими на горные угнетенные формы, отличаюсь лишь тем, что они лишены ветвей со всех сторон, а не со стороны преобладающих ветров» (стр. 238).



Рис. 7. Вырубка на северном пределе леса.

Андреев (1954б, 1954в) провел интересные наблюдения по учету причин гибели деревьев на границе леса. Оказалось, что на границе леса на Обско-Тазовском полуострове число погибших стволов сибирской лиственницы составляло 20—25% от общего числа деревьев. Из числа погибших 92% отнесено автором за счет повреждения оленями, 6% за счет рубок, 1% за счет изменения почвенно-грунтовых условий (заболачивание), у остальных (1%) причина гибели не выяснена. В Малоземельской тундре (на границе леса) число погибших стволов сибирской ели составило 10—15%, из них 75% погибло от повреждения оленями, 20% от рубок, 4% за счет изменения почвенно-грунтовых условий, и у 1% причина гибели осталась неизвестной. По мнению Андреева, основной причиной гибели молодых деревьев (обычно высотой до 1—1.5 м) на границе лесов и в тундре является повреждение оленями (в период августа—сентября).²

² Следует также иметь в виду, что частичное повреждение стволов деревьев может быть очагом развития энтомофагов.

Пьявченко (1956) считает, что искривление основных стволов березы и обнаженность нижней части ствола от ветвей связаны с многократными рубками березы на топливо оленеводами. Пневая же поросль систематически скусывается оленями и лосями. Норин (1958) объясняет своеобразную форму искривленной березы («ходьлей») воздействием оленей.

Таким образом, не подлежит сомнению губительное воздействие пастьбы оленей на рост и развитие древесных пород на крайних северных форпостах. Следует отметить, что это воздействие с каждым годом усиливается.

Наиболее радикальной мерой, предохраняющей северные пределы лесов от указанного опустошительного воздействия, следует признать максимально быстрый прогон оленей через эти наиболее уязвимые участки лесных форпостов. Не задержка оленьих стад на северных опушках леса, как это обычно имеет место сейчас, а быстрый уход в глубь лесных островов осенью и в тундру весной — должно явиться обязательным правилом для оленеводов. Весьма вероятно, что освобождение старых деревьев в глубине лесных островов от сучьев и очищение их от хвороста будет способствовать как возобновительному процессу, так и улучшению условий их жизни (предохранение от обрастания лишайниками, от вредной энтомофауны и т. д.).

Можно не сомневаться, что если только одно это лесооградительное правило будет строго выполняться нашими оленеводами по всей северной границе леса, то в ближайшие одно—два десятилетия лес значительно продвинется в тундру.

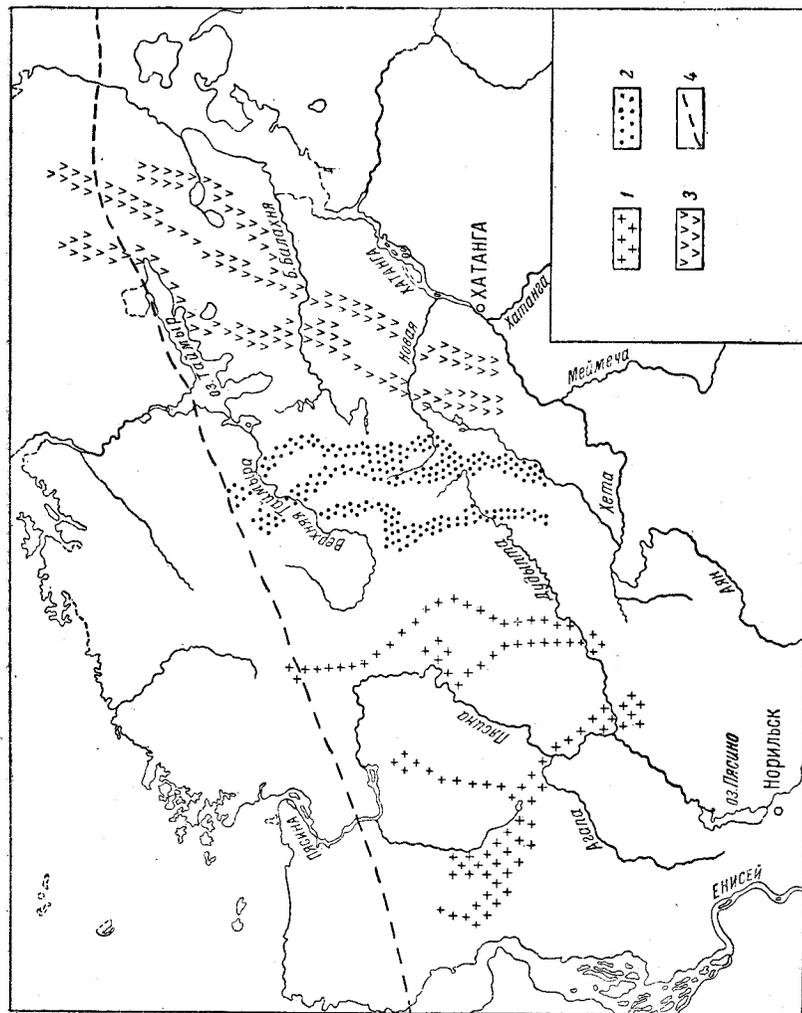
Наконец, есть свидетельства и о влиянии пожаров на древесные породы у их крайних границ (Roder, 1895; Биркенгоф, 1932, 1934; Овсянников, 1930; Городков, 1934; Тихомиров, 1933, и др.). Несмотря на благоприятное воздействие огня, особенно на тепловые свойства местообитаний, а также и на возобновление лесов, при неосторожном пользовании огнем человек уничтожает и, вероятно, уничтожал значительные площади лесов на их северной границе.

Все отмеченные неблагоприятные воздействия человека на северную границу лесов происходят на наших глазах. Эти влияния на динамику лесной границы не были бы столь губительными, если бы они не были столь продолжительными. Необходимо иметь в виду, что кочевые предшественники современных народов Севера веками ежегодно два раза в год (весной и летом) проходили через северную границу леса, вырубая древесные породы без попыток их восстановить.

Если принять во внимание также то, что возобновление древесных пород на северном пределе сильно ослаблено, то уничтожение подроста и взрослых деревьев в течение длительного времени могло привести к отмиранию лесных опушек на значительных пространствах.

Рис. 8. Схема распространения лесов в период последнего ледникового термического максимума и северных границ кочевий иганасан на Тайване (по А. А. Попову, 1948).

1 — иганасаны аляскине;
2 — иганасаны таймырские;
3 — иганасаны восточные;
4 — граница леса на Тайване в период последнего термического максимума.



На прилагаемой схеме (рис. 8) показано достаточно точное совпадение лесной границы в послеледниковый тепловой максимум с северной границей кочевков местных народов (нганасан) на Таймыре. Из рассмотрения этой схемы можно сделать вывод, что отступление лесов к югу в последнее время проходило при активном участии человеческой деятельности.

Таким образом, в течение длительного времени, измеряющегося столетиями, а вероятнее тысячелетиями, человек только истреблял лес на его северном пределе, не заботясь о его возобновлении. Во взаимоотношениях леса и тундры человек постоянно выступал на стороне тундры, против леса. В результате многовековых воздействий, без мероприятий по восстановлению, леса отступали на юг, освобождая все более и более обширные области для безлесной тундры.

В нашей стране, строящей коммунизм, не может далее продолжаться такое расточительное отношение к лесу, столь дорогому на Севере.

Для того чтобы наметить пути преобразования природы Крайнего Севера с помощью древесной растительности, рассмотрим еще вопрос о колебаниях северного предела леса в наши дни.

БЫЛОЕ ОБЛЕСЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ТУНДРЫ И ИЗМЕНЕНИЕ СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Территория тундры не была извечно безлесной. Как показывают исследования многих наших отечественных ученых, в послеледниковое время, несколько тысячелетий тому назад, древесная растительность распространялась намного дальше на север, чем в настоящее время. Многочисленные остатки древесных пород и других бореальных видов, найденных в торфяниках, далеко за пределами современной полярной границы позволили нам в свое время выделить лесную фазу в послеледниковой истории растительности севера Сибири (Тихомиров, 1938, 1941б). В этот период, именуемый периодом послеледникового термического, или, лучше, теплового максимума, древесные породы и слагаемые ими леса, а также болота с набором видов болотных растений, свойственных лесной зоне, широкой полосой, достигающей нескольких сот километров, простирались на территории, занятые в настоящее время тундрой.

Безлесной оставалась, вероятно, лишь неширокая полоса на материке, вдоль морского побережья и острова Ледовитого океана (см. карту, рис. 4).¹

¹ Следует указать, что на Аляске и на севере Канады в послеледниковое время климат был теплее, а древесная растительность распространялась там дальше к северу. Смит и Мерти (Smith a. Mertie, 1930) отмечают находки стволов канадской сосны на северном склоне хребта Брукса, где сейчас

Наступившее за этим периодом похолодание сместило лесную растительность к югу. По данным Каца (1952), похолодание, вызвавшее отступление к югу бореальных элементов, было две тысячи лет тому назад.

Большинство исследователей вопроса о динамике леса на Севере отступление леса за счет нарастания значительной полосы тундры до сих пор объясняло климатическими колебаниями. В настоящее время, однако, нельзя ограничиться только анализом одного этого фактора, хотя, конечно, нельзя приносить и его значения. По-видимому, вопрос этот следует решать, принимая во внимание процессы саморазвития растительного покрова, с обязательным учетом хозяйственной деятельности человека. Без учета последней, как это было показано выше, нельзя правильно решать вопросы движения границ растительности на Севере.

Совокупное действие всех перечисленных факторов (саморазвитие растительности в условиях определенной физико-географической среды, изменение климата, воздействие человека) и определяет современную северную границу лесов.

На территории советского Севера пределы лесов образуют разные древесные породы. Например, на крайнем северо-востоке Азии, по долинам рек, достаточно далеко на север заходит душистый тополь (*Populus suaveolens*) и корейка (*Chosenia macrolepis*). Из крупных кустарников в сложении северной границы древесной растительности в районах, расположенных к востоку от р. Лены, принимает участие кедровый стланик (*Pinus pumila*), а также в ряде районов Севера и кустарниковая ольха (*Alnaster fruticosus*). На севере Камчатки граница леса образована березой Эрмана (*Betula Ermani*). Фронтальную границу лесов от берегов Берингова моря до верховьев р. Пясины (Пясиנסкие озера) образует даурская лиственница (*Larix dahurica*).² Западнее северные форпосты леса представлены сибирской лиственницей (*Larix sibirica*) и к западу от Оби — лиственницей Сукачева (*Larix Sukaczewii*). В европейском секторе Севера от Урала до Белого моря границы леса образует сибирская ель (*Picea obovata*) в сочетании с лиственницей Сукачева. Наконец, в пределах севера Кольского полуострова северная граница леса составлена березняками из березы извилистой (*Betula tortuosa*), а также отчасти

нет древесной растительности. Порсилд (Porsild, 1938) обнаружил корни и шишку лиственницы более чем в 100 км к северу от границы современного леса на р. Мекензи. По свидетельству упомянутых авторов, после периода продвижения леса к северу наступил период похолодания, которое вызвало отступление леса к югу. В настоящее время в Канаде вновь идет медленное продвижение леса к северу.

² В последнее время новые и уточненные данные о границах распространения деревьев и кустарников — ценозообразователей на крайнем северо-востоке СССР сообщили А. П. Васильковский (1958) и Ф. С. Леонтьев (1948).

(в районах отсутствия вечной мерзлоты) насаждениями обыкновенной сосны (*Pinus silvestris*) (см. карту, рис. 9).

Этими же лесными породами образован предел леса в Скандинавии. В Исландии и Гренландии северную границу леса образует береза извилистая (*Betula tortuosa*), а в тундрах Северной Америки (Канада, Аляска) черная ель (*Picea mariana*) и ситхинская ель (*Picea sitchensis*) — на Тихоокеанском побережье Аляски.³

Как видно из сказанного, северная граница древесной растительности определяется разнообразными древесными породами для каждого отдельного сектора Севера, как советского, так и зарубежного.

Эта особенность может быть отнесена не только к современным физико-географическим условиям (хотя и они играют известную роль), сколько к тем историческим причинам развития лесной растительности в более южных районах, примыкающих к соответствующему сектору Арктики. Точно также на формирование лесной границы из различных древесных пород оказали влияние и физико-географические условия прошлого, разные для разных районов (оледенение, трансгрессия и др.). Усматривается некоторая общая связь с современными условиями разных секторов Арктики. В районах советского Севера, находящихся под влиянием Атлантики, полярная граница леса образована березой, сосной и елью, т. е. породами, мирящимися с достаточно умеренными условиями. По мере же континентализации климата северную границу образуют породы, наиболее холодостойкие и устойчивые к суровым условиям (лиственница).

На востоке, в районах, находящихся под влиянием морей Тихого океана, вновь отмечается участие темнохвойных пород (кедровый стланик), а также листопадных (тополь, корейка). Эта особенность в распределении древесных пород отмечена на интересных картах в работе В. Б. Сочавы (1954).

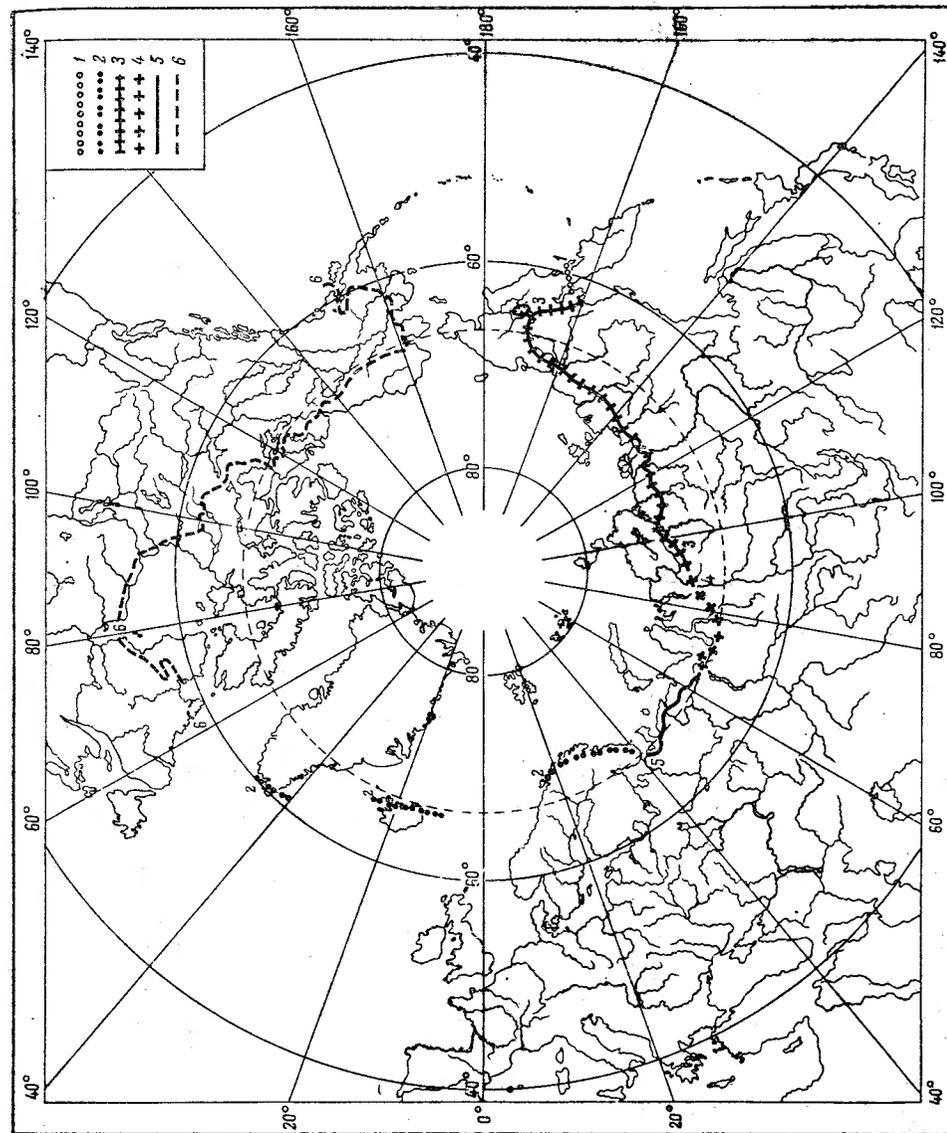
Не следует упускать из вида, что различия в физико-географических режимах приатлантического Севера, Севера центральной Сибири и Дальнего Востока существовали и в прошлом (Толмачев, 1927; Тихомиров, 1946, 1962).

По мнению многих фитогеографов, регрессия полярной и вертикальной (в горах) границ древесной растительности, наступившая после периода теплового максимума, продолжается и в настоящее время. Эта точка зрения мотивируется наличием широкой полосы редколесий, а также отдельными фактами отмирания лесных опушек на северной границе лесотундры и отчасти в горах. В последнее время, однако, накапливаются данные, которые заставляют крайне критически относиться к гипотезе регрессии северной, а также и верхней границ растительности.

³ Полярные пределы лесов со схематичным изображением северных границ распространения древесных пород в мировом масштабе рассмотрел недавно И. Хустич (Hustich, 1953), см. также: А. И. Толмачев (1954).

Рис. 9. Северные границы распространения древесных пород.

1 — *Betula Ermani*; 2 — *Betula tortuosa*; 3 — *Larix dahurica*; 4 — *Larix sibirica*; 5 — *Picea obovata*; 6 — *Picea mariana*.



Хотя взгляды о продвижении леса в тундру высказывались уже давно (Журавский, 1915), среди советских тундроведов только Тюлиной (1936, 1937) удалось привести первые убедительные факты о том, что северная граница леса продвигается в тундру. В бассейнах рек Анадыря и Хатанги она наблюдала активное возобновление, повышение жизненности и хороший рост даурской лиственницы. Для бассейна Хатанги Ф. В. Самбук (1937) высказывал противоположное мнение.

Продвижение лесов к северу отмечается также в Западно-Сибирской низменности (Говорухин, 1938, 1940, 1947а, 1947б). Для Севера европейской части СССР рядом исследователей приводятся данные о наступлении леса на тундру (Андреев, 1947, 1950, 1954б, 1956; Пьявченко, 1956). В последней работе Андреев (1956) обстоятельно рассмотрел вопрос о продвижении леса в тундру в современную эпоху. Автор сопоставил современное распространение древесной растительности в восточно-европейской тундре с данными исследований, проведенных несколько десятилетий тому назад, и пришел к интересным выводам: «1) в тех местах, где древесная растительность была отмечена 50—115 лет назад, она сохраняется и прочно удерживает свои позиции; неизвестно ни одного случая полной гибели отдельных древесных островков или отступления к югу границ крайне северных лесных массивов; 2) на протяжении последнего столетия появились новые лесные островки на месте заведомо безлесных тундровых участков; 3) большинство крайне северных островков редколесий и лесов, находившихся 50—100 лет тому назад в угнетенном состоянии, к настоящему времени увеличили занимаемые площади и обнаруживают тенденцию к дальнейшему расширению» (1956, стр. 32). Андреев в качестве одного из доказательств наступления леса на тундру отмечает наличие тундровых форм рельефа в притундровых редколесьях и лесах.

Наши наблюдения в бассейне р. Хатанги и в низовьях р. Лены также указывают на активное заселение древесными породами (кустарниковая ольха, даурская лиственница) тундровых, тетрагональных форм рельефа (Тихомиров и Штепа, 1956) (рис. 10). Молодые лески в районе наших наблюдений в окрестностях селения Хатанги достигли сомкнутости крон 0.7—0.8, напоминая собою настоящие молодые леса в состоянии «жердняка», свойственные лесной зоне. Леса из ситхинской ели, по данным Р. Григгса (Griggs, 1934), активно наступают на тундру в юго-восточной Аляске. Возобновление окраинных лесов протекает вполне успешно. По мнению автора, происходит не восстановление лесов до прежней границы, а ее расширение на совершенно новые тундровые территории. Григгс указывает на ряд исторических записей, в соответствии с которыми устанавливает, что еще в начале XIX столетия некоторые места были естественно безлесны, а сейчас облесены.

По мнению автора, наступление лесного участка из ситхинской ели на тундру происходит со скоростью 3 мили в 300 лет, т. е. 1 км в 60—65 лет. Рядом авторов отмечается, правда, более медленное распространение деревьев в тундры Канады и Лабрадора (Hustich, 1939, 1948; Marr, 1948).

Многочисленные данные о продвижении леса в тундры Скандинавии и других районов приводит Регель (Regel, 1949, 1950).

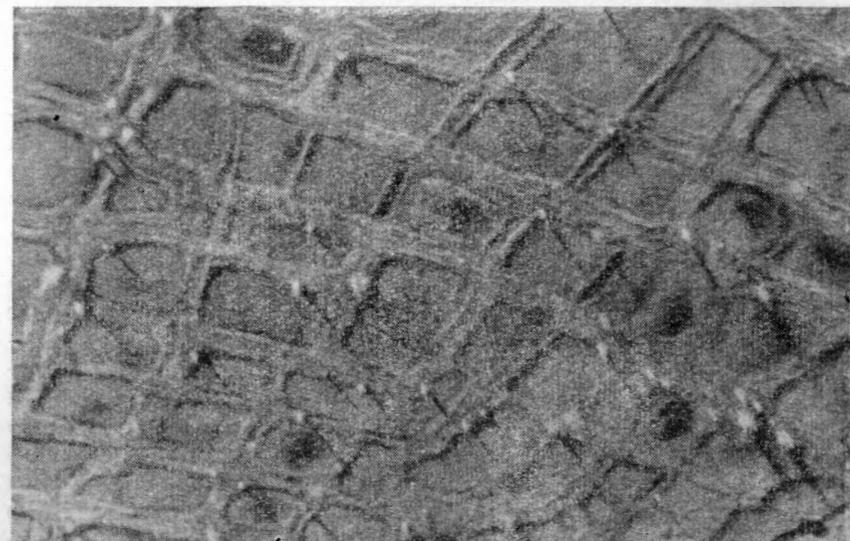


Рис. 10. Заселение тетрагональной болотной системы лиственницей (бассейн р. Хатанги).

На основании анализа роста 137 модельных деревьев, изученных на верхней границе распространения леса в Восточной Сибири, Г. И. Галазий (1954) отмечает значительное увеличение их прироста, как по высоте, так и по диаметру, наблюдавшееся в течение последних 30—70 лет. Это свидетельствует об активном продвижении леса в горы. Результаты исследований Галазия вполне согласуются с данными С. Н. Недригайлова для Верхоянского хребта (1928) и бассейна р. Анадыря (1936), а также с материалами, полученными нами для Урала (Тихомиров, 1941а).⁴

⁴ Андреев (1954б) считает недостаточно обоснованными выводы об изменении климата, которые делаются на основании анализа хода роста древесных пород на границах с безлесными тундрами (Тюлина, 1937; Тихомиров, 1941а).

Увеличение прироста древесных пород с возрастом этот автор ставит в связь не столько с общим улучшением климатических условий, сколько с формированием внутренней среды леса. Следует, однако, отметить, что

Все упомянутые исследования согласно свидетельствуют о наступлении леса на тундру не в отдельном районе, а повсеместно — в тундровой зоне СССР, Скандинавии и Северной Америки. По-видимому, можно считать, что точка зрения о наступлении леса на тундру на востоке и регрессии его на западе не имеет достаточных оснований.

Не входя сейчас в рассмотрение причин указанного явления, мы должны отметить комплексное влияние ряда факторов (саморазвитие растительности и изменение ею микроклимата в лучшую сторону, потепление климата за последние десятилетия, а может быть, и столетия, изменение экологических условий), благоприятствующих развитию лесов на их крайней северной границе.⁵

Среди советских тундроведов еще не существует единого мнения о времени, в течение которого происходит наступление леса на тундры. Большинство исследователей связывало продвижение лесов в тундры с климатическим потеплением начала 20-х годов текущего столетия. В связи со сказанным, многими авторами, в том числе и пишущим эти строки, не исключалась возможность, что в наиболее благоприятных местообитаниях отдельные лесные острова, выступающие на север на значительные расстояния от границы тундры, сохранились от времени сплошного и повсеместного распространения лесов на Севере (период теплового максимума). Однако в последнее время на основе разработанной Пьявченко (1952) схемы отдельных этапов голоцена на севере Европы и Западной Сибири и с учетом своих наблюдений в восточноевропейской тундре Андреев (1954б, 1956) считает, что со времени теплового максимума (средний голоцен) растительность Крайнего Севера пережила тундровую фазу (похолодание—средний голоцен, отступление лесов на две подзоны к югу), после которой на-

в исследованиях над приростом древесных пород (Тихомиров, 1941а; Галазий, 1954) специально выбирались отдельно стоящие деревья, которые не были окружены «внутренней средой леса», поэтому замечание Андреева может только дезориентировать читателя. Использование анализа роста древесных пород для выяснения былых климатических смеев имеет огромное значение для районов северной и верхней границ леса и может применяться и для лесных районов с учетом лесной обстановки. К сожалению, сведения эти бедны и не систематизированы. Одновременно следует отметить, что такой сложный биогеоэкологический вопрос, как колебания границы леса в определенных отрезки четвертичного времени, должен решаться с применением нескольких методов и мобилизацией всех возможных материалов.

⁵ В связи с известной зависимостью лесной границы от континентальности страны, Григорьев (1924, 1946), а за ним и Сочава (1950) считают, что продвижение леса в тундру связано с поднятием материка. Несколько осложняют указанную точку зрения наблюдения над продвижением леса в горах. Исходя из соображений о поднятии земной коры, можно было бы ожидать регрессии лесной границы на верхнем пределе, а не продвижения лесов в горы, как это наблюдается в природе. Точно так же не увязывается с современными представлениями высказывание Городкова (1937), объясняющего продвижение леса в тундру на востоке и отступление его на западе теорией смещения полюса Земли.

ступила новейшая фаза голоцена. Эта последняя характеризуется продвижением лесов на север. По мнению Андреева (1954б, 1956), длительность современного процесса заселения тундры древесной растительностью может быть приблизительно определена в 500 лет, считая по 100—150 м в год (рис. 11). Эта новая точка зрения на продолжительность рассматриваемого периода мотивируется автором следующими данными.

1) Сохранились и умножились лесные островки, отмеченные в тундрах Ненецкого округа исследователями прошлого века — в 1837 г. Шренком (1885), в 1892 г. Танфильевым (1911) и в 1890 г. Жилияковым и др.⁶

2) В ряде мест, в редкостойных лесах и редколесьях Восточноевропейской тундры, автором обнаружены реликтовые тундровые типы микрорельефа, которые могли возникнуть в условиях более сурового климата, чем современный.⁷ Андреев, рассматривая характер произрастания деревьев в тундре, отмечает тундровые редколесья (с возрастом деревьев 150 лет и более), крупные лесные острова (в несколько десятков и сотен гектар, где возраст отдельных деревьев ели около 80 лет), и мелкие лесные острова в несколько десятков квадратных метров (возраст деревьев в среднем около 30 лет). Эти три формы произрастания деревьев на северном пределе Андреев справедливо рассматривает как единую цепь развития древесной растительности в тундре. Сейчас, до проведения дополнительных исследований, было бы преждевременно устанавливать более или менее точный период, в течение которого происходит наступление леса на тундру на всем протяжении тундровой зоны СССР.

⁶ В целях придания наблюдениям Андреева формы необходимой документации следовало бы часть изученных им островков леса в тундре сделать заповедными и соответственно зафиксировать (этикетаж, составление геоботанических карт, описание и таксация отдельных деревьев и в целом островов и т. д.), придав им характер природных резервов.

Точно так же исключительный ботанико-географический интерес представляет лесной выступ к северу на Таймыре. Здесь лесная граница, повторяя значительное продвижение к северу материковой суши, как будто по заказу исследователей выставлена под воздействие крайних условий высокоширотной Арктики (72° 30'). Этот самый северный в мире предел леса должен привлечь пристальное внимание исследователей. Особенный интерес имеет лесной остров по р. Новой, притоку р. Хатанги, носящий местное название «Ары-Мас» (т. е. «остров леса»), подробно описанный Тюлиной (1937) как самый северный в мире участок леса.

⁷ Подобные факты наблюдались и нами в 1949 г. в бассейне р. Хатанги. Тетрагональные формы рельефа отмечались под редкостойными лиственничными лесами в более южных районах, далее к северу бордюры (плоские бугры) тетрагонов заняты «хороводами» лиственниц и наконец тетрагоны, расположенные на значительном расстоянии от границы леса, заселялись отдельными молодыми лиственницами (рис. 10). Вместе с тем разные стадии заселения лесом приурочены и к различным по возрасту террасам р. Хатанги. На более молодых террасах встречаются тетрагоны, заселенные отдельными экземплярами лиственниц, более же старые террасы заняты редкостойными лесами.

Какой же вывод можем мы сделать из всего сказанного для решения проблемы преобразования природы Севера?

Мы можем в данном случае только присоединиться к мнению Пьявченко, который пишет: «Потепление климата вызвало новое продвижение лесной растительности на север. Однако в естественных условиях оно протекает крайне медленно. Поэтому можно высказать предположение, что искусственное лесонасаждение на глубоко оттаивающих летом минеральных почвах во многих

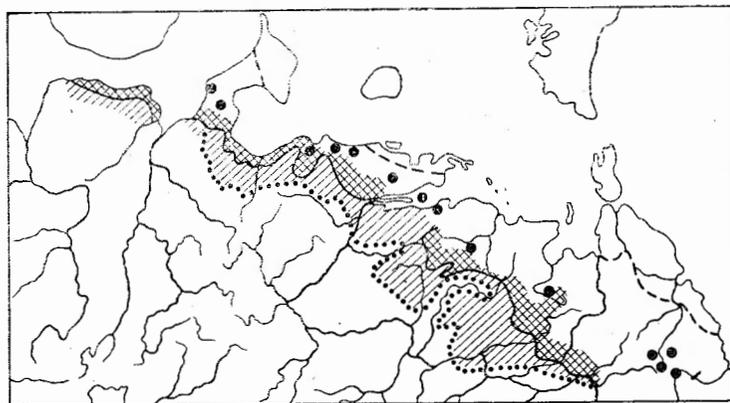


Рис. 11. Расположение северных лесных островов на севере Европейской части СССР (по В. Н. Андрееву, 1956).

1 — современная граница; 2 — граница в период теплового максимума; 3 — полоса, заселенная в современную эпоху; 4 — граница в период последнего похолодания после теплового максимума; 5 — область развития мелких лесных гнезд и единичных деревьев; черными кружками показаны отдельные лесные острова.

районах нынешней тундры окажется вполне успешным». (1952, стр. 130). Вскрытый советскими исследователями ход процесса изменения границы леса на севере может служить известной предпосылкой для широких опытов по разработке лесокультурных мероприятий в тундре. Мы полагаем, что отмеченная закономерность улучшения климатических условий и продвижения леса на север должна быть использована для разработки мероприятий по лесоразведению в тундре в целях рационального освоения ее природы.

По этому поводу вспоминаются высказывания крупнейшего русского геоботаника и лесовода Г. Н. Высоцкого, который был активным поборником лесоразведения в тундре.

Следующие его слова имеют прямое отношение к затронутым в настоящей работе вопросам: «Благоприятно ли для нас безлесье

тундры (14% площади Союза)? Не было бы лучше, если бы леса доходили до краев земли нашей с их ценной продуктивностью и ценным влиянием на ту же тундру, но взятую в рамки, в сетки лесных массивов?» И как бы отвечая на этот вопрос, Высоцкий пишет: «Есть основание считать, что и извечно безлесная тундра может поддаться лесокультурному напору, как поддаются извечные степи до некоторой грани, отодвигаемые успехами культуры» (1950, стр. 592—593).⁸

Для выяснения вопросов о культуре леса в тундре Высоцкий выдвигает задачу проведения исследований и постановку опытов (проб). По его мнению, необходима организация станций «сначала хотя бы в лесотундре, по ее северным окраинам, где расположены площади тундры, которые недавно образовались, чтобы были недалеко и площади извечной тундры» (1950, стр. 593).

Высоцкий призывает не медлить с этим делом. Он пишет: «С этим необходимо спешить, так как лесное опытное дело по природе своего объекта (леса) медленное, а по северной окраине, где вообще прирост деревьев небольшой, — тем более» (там же, стр. 593). Наконец, важно отметить, что вопросы облесения тундры Высоцкий ставил в связи с культурными задачами на Севере: «Расширение площади лесов в лесотундре, надвигание перелесков на тундру, несколько не противоречат культурным задачам края. Наоборот, оно идет им навстречу» (там же, стр. 593).

Следует отметить, что вопрос об облесении тундры выдвигался также и некоторыми другими исследователями (Бекетов, 1874; Келлер, 1932; Тихомиров, 1933), а в последнее время находит и теоретическое обоснование в ряде работ (Тихомиров, 1953; Андреев, 1954а, 1954б, 1956; Рихтер, 1954; Говорухин, 1956; Тыртиков, 1954, и др.). Проблема преодоления безлесья тундры имеет не только теоретическое значение, но и практический интерес, главным образом для целей продвижения на Север сельского хозяйства и повышения эффективности полярного земледелия. В связи с этим мы в дальнейшем изложении попытаемся выяснить вопрос о том, что внесет в природный процесс тундры ее облесение.

КАК ИЗМЕНИТ ПРИРОДУ ТУНДРЫ ЕЕ ОБЛЕСЕНИЕ?

На этот вопрос мы можем ответить в виде прогноза, на основании имеющихся наблюдений в природе и сопоставлений, а также некоторого опыта лесопосадок в тундре и лесотундре, проводившихся на станциях Института сельского хозяйства Крайнего Севера.¹

⁸ Цитируемая статья опубликована на украинском языке на десять лет раньше (Высоцкий, 1940), однако до сих пор она не принималась во внимание при трактовке данного вопроса.

¹ Исторический обзор опытов лесопосадок на Крайнем Севере сделан Андреевым (1954б).

Прежде всего полосы искусственных лесных сообществ внесут свои коррективы в микроклиматический режим облесенных мест.

Деревья сыграют роль умерителя ветров и, следовательно, будут способствовать равномерному распределению снежного покрова, а также повышению температуры воздуха и почвы. Как отмечает Медведев (1952), усматривается некоторое общее сходство северной границы леса с линией средней годовой силы ветра в 4 м/сек., тогда как в безлесных тундровых районах годовая сила ветра достигает 8 м/сек. Савкина (1951, 1954) убедительно показала значение полос из кустарников в пойме Печоры для защиты луговых местообитаний от иссушающих и охлаждающих северных ветров летом и для снегонакопления зимой. Оставление кустарниковых полос с сомкнутостью крон в 0.5—0.7 и в несколько десятков метров шириной (30—60), направленных перпендикулярно преобладающим ветрам, улучшает тепловые условия местообитания летом и зимой и приводит к повышению урожая луговых трав. Укрощение полярной стихии — ветра, беспрепятственно гуляющего по бескрайним просторам тундр и приполюсным пространствам со скоростью, нередко превышающей 40 м/сек., — даже в небольших размерах изменит микроклиматические условия на Севере.²

Особенно важно приостановить холодные летние, океанические ветры. Однако и зимние ветры усложняют жизнь в тундре. Каждый, кто путешествовал в безлесных областях, испытывал непередаваемую радость при въезде в редколесье. Красочно описывает это Е. Ф. Скворцов (1930) для района низовий р. Яны: «... К вечеру показались черные полосы леса... Быстро несутся наши олени к рощице на склоне едомы (холма, — *В. Т.*). Наконец, проезжаем первую листовницу. Одна-одинешенька выдвинулась она вперед, оставив своих товарок позади себя. Скоро влетаем в самую рощицу, где на берегу крутого ручья расположена поварня. В тишине вечера застыли деревья, ни одна веточка не шелухнется; причудливыми узорами вырисовываются их ветви на фоне неба. Испытываешь прилив радости и не можешь насмотреться на узорчатую сень, так приветливо склонившуюся над поварней и заслонившую всегда открытое для нас небо» (стр. 226). «С упоительной радостью, — пишет Миддендорф, — встретил я 8 октября опушку леса» (1867, стр. 22).

Еще более решительно высказывается о контрасте природы тундры и лесотундры известный исследователь северо-востока

² Едва ли можно согласиться с И. С. Мелеховым (1957) в том, что при-тундровые лесные массивы «имеют большое климатозащитное значение не только для Севера, но и для страны в целом» (стр. 82). Как известно, арктические воздушные массы перемещаются на больших высотах и древесный ярус вряд ли будет препятствовать этим перемещениям. Вместе с тем для регулирования микроклимата и в некоторых случаях мезоклимата лесные насаждения на Севере играют исключительную роль.

Сибири Ф. П. Врангель (1948). Он пишет: «В Анюйских долинах,³ защищаемых горами от холодных ветров, растут березы, осина, тополь, ива и кедровник. Когда придешь сюда с мерзлой, покрытой мхом тундры, тообразишь себя переселившимся в Италию...»

Пишущему эти строки не раз самому приходилось оценить благоприятную обстановку прихатангской лесотундры по сравнению с суровым центральным Таймыром или Таймырским побережьем Карского моря. Особенно разительно ощущение смены при быстром передвижении на самолете. Это впечатление не случайно: оно связано с тем значительным затихшем, которое создают лесные острова или редколесья в тундре. Лесные полосы, умерив силу ветров, несомненно повысят температуру как лета, так и зимы, а задержание снега и его равномерное распределение в сочетании с повышением температур повлекут на более глубокое и быстрое оттаивание вечной мерзлоты.

Для прогнозов об изменении температурных условий в ветро-защитных тундровых лесных полосах мы можем воспользоваться в известной мере наблюдениями для умеренных широт СССР. И. А. Гольцберг (1951) в специальной статье рассматривает вопрос о создании полезащитных полос в районах этих широт для «наиболее полного использования тепла и влаги растущими на меж-полосных участках культурами» (стр. 11).

Автор приводит данные о том, что «на приусадебных участках на Карельском перешейке и в южной части Карельской АССР с давнего времени создавались из ели полезащитные полосы, предохраняющие плодоовощные культуры от вредного действия сильных и холодных ветров. Такие же полосы самой различной конструкции от совсем редких, ажурных до слабо или почти непродуваемых создаются деревьями, разрастающимися по краям мелиоративной сети» (стр. 11).

По наблюдениям Гольцберг, происходит перераспределение всех основных метеоэлементов в приземном слое воздуха на участках между лесными полосами (6 м ширины и 6—7 м высоты) по сравнению с открытым полем (снижение скорости ветра, повышение дневных и снижение ночных температур, повышение на 2—3° температуры почвы на глубине 10 см и др.). Располагаясь на пологих склонах южной экспозиции, среди лесных полос, сельскохозяйственные культуры могут дополнительно использовать сумму температур в 350—400°. По мнению этого автора, создание полезащитных полос с применением необходимого агротехнического комплекса «особенно ценно для получения устойчивых высоких урожаев теплолюбивых культур и сможет обеспечить продвижение этих культур на 300—350 км к северу». Как показывает пока еще небольшой опыт лесопосадок в тундре, последние вызывают положительные перемены в микроклимати-

³ Реки Большой и Малый Анюй — правые притоки р. Колымы.

ческом комплексе облесенных участков. С 1950 г. Институт сельского хозяйства Крайнего Севера проводит опытные работы по созданию защитных полос на севере с учетом их влияния на различные элементы климата. Работы сосредоточены на Нарьян-Марской станции в Ненецком национальном округе и на Салехардской станции в Ямало-Ненецком национальном округе. Имеются небольшие посадки и на других опытных станциях этого института.

Нет нужды подробно останавливаться на итогах этих работ, которые подведены в целом ряде статей (Андреев, 1954б, 1954в; Поляков, 1955, 1957, 1958; Савкина и Мешкова, 1956).

Прежде всего следует отметить, что создаваемые пересадкой древесных пород из ближайших редколесий защитные полосы (рис. 12) оказали положительное влияние на природный комплекс тундры. Защитные полосы из деревьев и кустарников, снижая скорость ветра, вызывают более равномерное распределение снежного покрова, меньшее промерзание почвы, более дружное ее оттаивание, повышение температуры и влажности почвы и воздуха. Степень влияния защитных полос зависит от их строения, высоты и расположения по отношению к преобладающим ветрам. Наилучший эффект дают полосы, расположенные перпендикулярно к направлению преобладающих летом в тундре северных ветров. Положительное действие полос распространяется на расстояние, в 7—14 раз превосходящее высоту деревьев. Наилучший эффект обеспечивают легко продуваемые двух-трех-, а иногда и четырех-рядные защитные полосы. Такая конструкция обеспечивает достаточную циркуляцию воздуха, предохраняя летом от застоя холодных масс в периоды резких похолоданий, а зимою от излишне больших скоплений снега, задержка таяния которого сокращает вегетационный период.

Наиболее отвечающими упомянутому выше строению защитных полос являются лиственница и береза, которые также обладают и значительной быстротой роста. Однако фитомелиоративная роль лесных насаждений на Севере не может ограничиться только изменением микроклимата.

При посадках и, особенно, при посевах значительная часть мохового покрова должна быть уничтожена, вследствие чего уровень летнего оттаивания неизбежно понизится. Например, по наблюдениям на Нарьян-Марской опытной станции глубина зимнего промерзания почвы под невысокой лесной полосой равнялась 0.8—0.9 м, а на расстоянии 25 м от нее — 2.6 м (Андреев, 1954б, 1954в). Это обстоятельство в сочетании с повышением температуры воздуха и уменьшением скорости ветров должно содействовать активизации почвообразовательного процесса. Последняя будет отражаться в повышении активности жизнедеятельности почвенных водорослей, грибов, актиномицетов и особенно бактерий и беспозвоночных животных. Древесный опад

(листья, хвоя, побеги, кора, мелкие ветки), а также остатки травянистых растений, заменят моховой покров, послужат материалом для образования лесной подстилки, и почвообразовательный процесс пойдет по другому типу, чем он развивался в тундре.



Рис. 12. Защитная полоса леса из ели сибирской на Нарьян-Марской опытной станции. Фото В. Н. Андреева.

Может возникнуть вопрос: не повысится ли уровень вечной мерзлоты при достижении у деревьев соответствующей сомкнутости в связи с затенением кронами поверхности почвы?

При рациональном использовании созданного лесного сообщества (вырубка престарелых деревьев, недопущение чрезмерного разрастания мхов и лишайников и т. д.) такая опасность исключена. Наблюдения в природе показывают, что не лесное сообщество вызывает на Крайнем Севере повышение горизонта вечной мерзлоты, а исчезновение лесного сообщества и замена его моховым.

По-видимому, до сих пор недостаточно учитывалось дренажное значение деревьев на Крайнем Севере. Деревья с довольно развитой и, главным образом, как показали исследования Городкова (1929, 1935а), Тыртыкова (1951а, 1951б), Дадькина (1952), Пивник (1958), Норина (1956), Карева (1956) и др., поверхностной

корневой системой, производят биологический дренаж почвы (рис. 13). Кроме того, не изучена и до сих пор не оценена роль деревьев в тепловой мелиорации тундровых местообитаний. Как известно, в средних широтах ранней весной кроны и стволы деревьев сильно нагреваются днем. Поглощенное тепло передается вниз, к основанию ствола, где оно и расходуется на оттаивание снега и согревание почвы.



Рис. 13. Поверхностное расположение корневых систем древесных пород на севере. Фото А. П. Тыртикова.

Кроме того, имеет место выделение некоторого количества тепла в процессе обмена веществ в растении и, в частности, в корневых системах, которое также в природе используется на местное (в непосредственной близости от корней) оттаивание почвы. Здесь, по-видимому, следует учесть корневые выделения (органические кислоты), а также и жизнедеятельность микробного населения, сосредоточенного вокруг корневых окончаний. Не исключено также наличие местного оттаивания в зоне корневых окончаний, вызываемого выделением теплоты при их жизнедеятельности. Возможность деятельности корней растений в мерзлой почве установлена исследованиями В. Г. Григорьевой (1950).

Поэтому кажется невероятной гибель деревьев от физиологической сухости в летнее и даже в ранневесеннее время. В этот период возможность притока влаги и питательных веществ из мерзлой почвы с каждым часом увеличивается по мере ее местного оттаивания, вследствие притока тепла по стволу и в силу начавшейся жизнедеятельности древесного растения. Следует оговориться, что высказанные здесь положения можно принять только в качестве рабочей гипотезы, требующей экспериментальной проверки.⁴

Облесение тундры также вызовет изменение и в животном мире. Животный мир тундры обогатится за счет таежной и сравнительно богатой лесотундровой фауны, которая подвинется на север. По-видимому, это обогащение произойдет также и за счет представителей тундровой фауны, которые найдут убежище в посадках зимою (например, куропатка). Надо полагать, что продвинется на север лось, из грызунов — зайцы, красная полевка, красно-серая полевка, из птиц — дятлы, по-видимому, ястреб-тетеревятник и др. С другой стороны, арена обитания песца будет несколько сокращена, так как этот зверь в период размножения не мирится с близостью леса. В биогеоценозах облесенных территорий большую роль будет играть лисица. Во всяком случае изменения фауны не окажут отрицательного влияния на пушное хозяйство Севера.

Каковы же должны быть мероприятия по преодолению безлесья тундры?

О ВОЗМОЖНЫХ МЕРАХ ПО ПРЕОДОЛЕНИЮ БЕЗЛЕСЬЯ ТУНДРЫ. ОХРАНА ЛЕСА НА ЕГО СЕВЕРНЫХ РУБЕЖАХ

Если принять сделанный выше теоретический анализ хода природных процессов на Севере СССР и поставить задачу изменения природы тундры, вызываемую потребностью повышения продуктивности оленеводства, охотничьего хозяйства, молочного животноводства и земледелия, а также организации эффективного озеленения на северных пунктах, то возникает необходимость в разработке ряда практических предложений и рекомендаций.

В качестве мероприятия, не терпящего отлагательства, прежде всего следует указать на охрану северных рубежей леса.

В Советском Союзе широко применяются меры по охране лесов, по их разумному использованию. С горечью следует отметить, что на Севере, где древесные породы находятся у своих биологических границ, лес до сих пор никем не охраняется и используется без всяких норм и элементарных правил эксплуатации, без заботы о возобновлении. Бессистемная и ни чем не ограниченная рубка леса на его северной границе принимает опустошитель-

⁴ Для точного учета тепла, выделяемого древесным растением, необходимы соответствующие эксперименты.

ные размеры, особенно в местах значительного сосредоточения населения.

Отсутствие охраны леса на Севере и регулирования рубки привело к тому, что огромные территории северных лесов и редколесий вокруг создаваемых за последние годы поселков и городов радиусом 30—40 км и более превратились в пустоши без какой-либо надежды на естественное возобновление леса. Безлесье прежде всего неблагоприятно сказывается на условиях жизни полярников, открывая простор для ветров и метелей.

Как известно, в притундровой полосе, шириной от 30 до 100—150 км вдоль северной границы леса, также в поясе горных лесов у их верхнего предела, естественное возобновление сведено к минимуму, а прирост древесины крайне ограничен. После вырубки этих лесов, а также после пожаров, территории превращаются в еще менее производительные, тундроподобные, большей частью поверхностно заболоченные участки, не имеющие хозяйственного значения, где естественного возобновления древесных пород не происходит. Бессистемной вырубкой лесов на Севере также наносится ущерб кормовой базе оленеводства и охотничьему хозяйству.

Уничтожение на значительных участках редколесий и лесов, имеющих на Севере, как было показано выше, огромную климатозащитную роль, меняет климатические условия целых микро-районов.

Все сказанное вызвало необходимость в обосновании мероприятий по охране лесов на Севере и в установлении защитных полос в северной части притундровых лесов (Тихомиров, 1956а, 1956б, 1957а, 1958, 1959б; Тихомиров и Норин, 1957, и др.).

В настоящее время в целях упорядочения использования лесных ресурсов северной части притундровых лесов, сохранения этих лесов как охотничьих угодий, а также обеспечения кормовой базы оленеводства введены (в законодательном порядке) защитные полосы, ширина которых определяется в зависимости от местных условий в пределах от 30—150 км от северной границы леса. В этих защитных полосах разрешена заготовка древесины в порядке рубок ухода за лесом и лесовосстановительных рубок для местного населения и районного хозяйства.

Эти меры по упорядочению использования лесов на их северных пределах, основанные на законе «Об охране природы РСФСР», имеют огромное значение для восстановления лесного фонда Севера. Сплошные рубки теперь здесь запрещены. Рубки ухода необходимо производить с учетом защитной роли леса. Во всех случаях необходимо после рубок сразу же принимать меры содействия естественному лесовозобновлению (производить выборочное удаление мохового покрова или, как говорят лесоводы, «ранение почвы» и др.).

Следует указать на необходимость охраны двух уникальных лесных островов, расположенных на севере Сибири, к которым должно быть привлечено внимание научных организаций и местной общественности, — на лесной остров Ары-Мас (южная часть Таймыра, бассейн р. Хатанги) и лиственничный остров Тит-Ары (в низовьях р. Лены).

Самый северный на земном шаре лесной остров Ары-Мас

Лесной остров на р. Новой, притоке р. Хатанги (Хатангский район Красноярского края) носит название Ары-Мас¹ и является самым северным участком леса на земном шаре.

Исключительное географическое положение данного лесного массива не раз привлекало к нему внимание исследователей. Об этом уникальном лесном острове упоминает А. И. Толмачев (1931), посетивший в 1928 г. Хатангскую лесотундру. Он видел этот лесок с возвышенности, а также встретил и самую северную в мире одиночную лиственницу (на 72°40' с. ш.), фотография которой приводится в упомянутой работе.

Впервые дала краткий очерк растительности лесного урочища Ары-Мас известная исследовательница Севера Л. Н. Тюлина (1937), посетившая этот район в 1936 г. Она отмечает особенности роста древесных пород на северном пределе леса, а также наиболее широко распространенные типы лиственничных редколесий и редин. Последние располагаются на 3-й террасе р. Новой, которая облесена от русла реки на 250—300 м (рис. 14). Дальше от берега лес редееет, и распространены лишь единичные лиственницы. Редколесья урочища Ары-Мас тянутся по р. Новой примерно на 8 км. Вместе с тем, как пишет Тюлина, несколько ниже по течению р. Новой также встречаются лиственницы и участки редколесий. Таким образом, общая длина почти сплошь облесенного участка равна около 17,5 км.

Изучая редколесья на их северном пределе, в долине р. Новой, Тюлина пришла к весьма важным выводам об активизации лесной границы, продвижении ее в пределы тундры. Вместе с тем она повсюду отмечает значительные следы вырубок леса в виде большого количества пней. Тюлина описывает участок (против устья р. Оджелуна), где лес был полностью уничтожен человеком.

После исследований Тюлиной прошло свыше 20 лет. В настоящее время урочище Ары-Мас принадлежит одному из крупных оленеводческих хозяйств Хатангского района, колхозу «Победа», туда же заходят и стада колхоза «Заря». Ежегодно два раза в год (весной и осенью) через границу леса проходят стада оленей. И редколесья уничтожаются не только за счет вырубки, но также

¹ Буквально означает «лесной остров»: ары — остров, мас — лес.

и оленями, наносящими при осенней смене рогов значительные повреждения, особенно молодым деревьям.

Долго ли продлится эта неравная борьба между человеком и участком леса, затерянным в тундре, сказать трудно. Однако можно с уверенностью утверждать, что рано или поздно этот остров леса будет сведен, если немедленно не встать на защиту

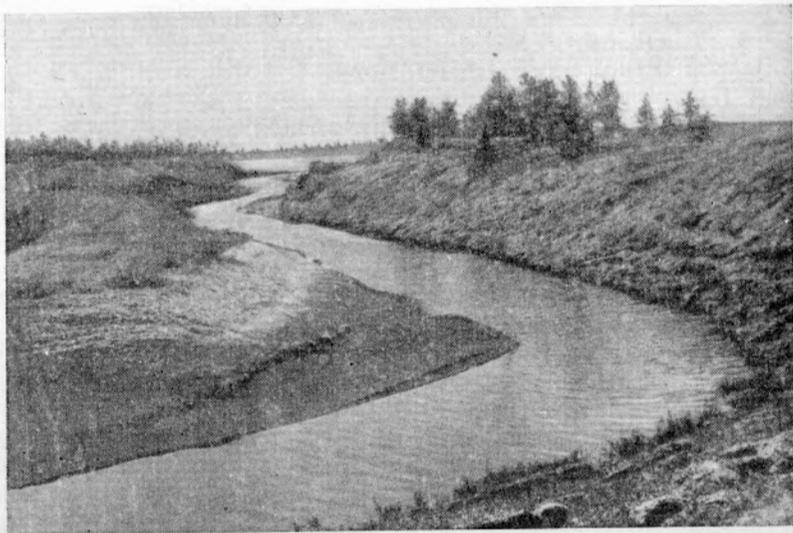


Рис. 14. Самый северный в мире остров леса — Ары-Мас (бассейн р. Новой, притока Хатанги). Фото Л. Н. Тюлиной.

этого уникального лесного форпоста. Оленеводческое хозяйство колхозов «Победа» и «Заря» не потерпит сколько-либо значительного ущерба, если пути его кочевий пройдут на несколько десятков километров в стороне от урочища Ары-Мас, а последний будет передан как ценнейший природный участок исключительного научного значения под охрану и наблюдение Комиссии по охране природы Сибирского отделения Академии наук СССР.

Форпост леса в низовьях р. Лены на о. Тит-Ары

Не менее интересным является и участок северного предела леса в низовьях р. Лены на острове, носящем название Тит-Ары,² о котором неоднократно упоминалось в литературе. Однако лишь А. К. Каяндер (Cajander, 1906), посетивший долину р. Лены

² Буквально означает «лиственничный остров»; по-якутски тит — лиственница, ары — остров.

в 1901 г. дал краткое описание лиственничных редколесий, как на самом о. Тит-Ары, так и на правобережье р. Лены, против этого острова. Описания Каяндера, правда, очень бедные, были до сих пор единственным источником сведений об этом интересном лесном острове.

Работая в окрестностях бухты Тикси и в дельте реки Лены, мы предприняли в августе 1955 г. поездку на вышеупомянутый интересный участок северного предела леса.

Остров Тит-Ары, имеющий значительные размеры (5—6 км в ширину и 10—12 км в длину), находится на 72° с. ш., не доезжая 60 км до собственно ленской дельты.

По приезду на остров мы обнаружили, что старые деревья в упомянутых выше редколесьях полностью вырублены в 1942 г. Мало того, в последующие годы были выкорчеваны почти все пни, и нам с трудом удалось отыскать 3 пня для определения возраста вырубленных деревьев, который оказался приблизительно равным 300—400 годам. На правом коренном берегу р. Лены редколесье также уничтожено, оставлены лишь невысокие деревья. Таким образом, нам пришлось с огорчением констатировать, что «этот исторический лесной остров на крайнем пределе распространения древесной растительности на р. Лене, уже вошедший в литературу, для науки потерян, и изменения, которые произошли в древостое со времени посещения этих редколесий Каяндером, не могли быть учтены» (Тихомиров и Штепа, 1956).

Однако, несмотря на полное уничтожение старых деревьев (диаметром 20—25 см и высотой 4—5 м), в настоящее время на месте вырубленных редколесий, в центре о. Тит-Ары (4-я терраса) наблюдается активное разрастание как вегетативной поросли, так, в особенности, и семенного подроста лиственницы в возрасте 30—45 лет, который появился за счет семенного материала материнских растений. Кроме того, надо учесть, что и более молодые террасы р. Лены также зарастают ольхой и лиственницей. По правобережью р. Лены, а также по левому берегу Оленекской протоки стланиковые формы лиственницы и ольхи продвигаются значительно севернее о-ва Тит-Ары (Полозова, 1961).

В связи с исключительным значением исследований предела леса на севере Якутии следует пожелать, чтобы уникальный молодой лиственничный лесок на о. Тит-Ары, а также северные форпосты леса по берегам р. Лены в ее низовьях были взяты под охрану Академии наук СССР. Тем более, что на месте это может с успехом осуществить Комиссия по охране природы при Якутском филиале АН СССР в контакте с советскими и общественными организациями Якутской АССР.

Оба упомянутых выше уникальных лесных острова на крайнем севере Сибири должны привлечь внимание Комиссии по охране природы при Госплане СССР.

Многочисленные научные наблюдения, касающиеся выяснения причин безлесья, важны именно на самом северном пределе леса, где древесные породы, угнетенные до формы стлаников, испытывают все невзгоды природной обстановки тундры. Эти исследования должны быть стационарными и при этом многолетними, проводиться на строго фиксированных участках и даже точно этикетированных деревьях, чтобы их можно было учитывать и при необходимости повторять наблюдения через десятки лет. Наконец, эти исследования должны быть комплексными, биогеоценологическими, охватывающими весь природный комплекс, и проводиться с применением новейших физиологических методов.

Перспективы защитного лесоразведения на Севере

Наряду с охраной леса на его северных рубежах, а также мерами, содействующими естественному лесовозобновлению в при-тундровых лесах и редколесьях, должны быть намечены мероприятия по защитному лесоразведению на Севере.

Конечно, дать для этого какой-то конкретный перечень мероприятий, пригодный для всех районов Севера, не представляется возможным. Необходимо начать с широких опытов, придав им сразу же строго научный характер. Основой для них должны служить экспериментальные работы, проведенные на опытных станциях Института сельского хозяйства Крайнего Севера, а также опыты по созданию защитных лесных полос на тундровых участках вдоль Печорской железной дороги (Ятченко, 1956) с учетом сведений о природе тундры, которыми располагают советские тундроведы.

При постановке опытов и закладке защитных лесных полос следует прежде всего обратить внимание на те места, где недавно рос лес, но был сведен человеком. Такими районами будут прежде всего северотаежные леса, лесотундровые редколесья и южные пределы тундры. В этих районах лесоразведение наиболее перспективно. В более северных районах, а следовательно и в более суровой по климатическому режиму обстановке возможно разведение стланиковых форм древесных пород или кустарников в наиболее защищенных условиях.³

Самой важной и первоочередной задачей при опытных посадках леса на севере является создание своеобразного биологи-

³ Напомню, что в тундрах Чукотки нами были обнаружены на берегу речки, защищенном горами, заросли ивы (*Salix speciosa*), достигающей роста человека (Тихомиров, 1957в).

ческого режима почвенной среды, который был бы наиболее пригодным для молодых древесных пород или для пересаживаемых деревьев. Мы полагаем, что это должен быть своеобразный комплекс, преследующий как тепловую (физико-химическую), так и биологическую мелиорацию местных почв. В нашей советской науке и практике по освоению Севера выработаны приемы тепловой мелиорации почв, которые сводятся к созданию условий максимального накопления тепла в почве летом и уменьшения расхода его зимой (Колосков, 1925, 1930; Городков, 1930, 1933, 1934; Рихтер, 1954).⁴

Все попытки привоза почв с юга, которые имели место в первоначальные этапы освоения Арктики, а также предложения о привозе почв из южных районов (в частности, из зон затопления), от каких бы авторитетных ученых они ни исходили — антинаучны. Даже замечание выдающегося нашего натуралиста В. В. Докучаева (1948) о перевозках чернозема в качестве удобрения на север (в Архангельскую губернию) сейчас звучит как анахронизм.

Крупнейший отечественный ботаник А. Н. Бекетов, характеризуя тундры, считал, что «в отдаленном будущем эти северные пустоши будут прорыты глубокими канавами, местами террасированы и тем избавлены от застаивающейся на них воды, поддерживающей неглубокое залегание мерзлоты» (1874, стр. 550). В другом месте Бекетов писал: «С улучшением настоящей тундры, по всей вероятности, леса продвинулись дальше на север; часть тундр исчезнет, но типичная останется» (1896, стр. 147).

В качестве критерия отдаления тундры от тундробразных мест Бекетов считает лесомелиорацию. «Настоящая тундра, — пишет он, — отличается тем, что если ее даже удастся улучшить, то она все-таки останется тундрой, если же улучшить более южные тундробразные места, то на них, несомненно, вырастет лес, как это видно под Петербургом» (там же, стр. 147).

Конечно, мы не можем сравнивать тундры с болотами лесной зоны, как это делал Бекетов, однако дренаж тундровых местообитаний, безусловно, будет способствовать понижению уровня вечной мерзлоты и произрастанию леса.

Уже давно отмечалась приуроченность деревьев на их северной границе к склонам и изрезанному рельефу, что связано с дренажем и лучшей аэрацией этих местообитаний. По нашим наблюдениям в бассейне р. Хатанги, молодые экземпляры даурской лиственницы поселяются в тундре на дренированных частях тетрагональных болот (см. рис. 10).

Рациональный выбор места с учетом особенностей теплового и водного режимов может значительно повысить приживаемость лесных пород при посадках на Севере. Поэтому можно только

⁴ Как нетрудно убедиться, древонасаждение в тундре является одним из приемов тепловой мелиорации почв Севера.

согласиться с П. М. Медведевым, который считает необходимым условием для разведения древесных пород в тундре «создание под древесными посадками волнистого рельефа и регулирование при этом высоты снежного покрова» (1952, стр. 235). Для подтверждения соображений Медведева можно также воспользоваться уже имеющимся опытом закладки садов под Ленинградом — на валах или на широких и высоких грядах, создаваемых с помощью механизмов (Жучков, 1952).

Вывод Н. Г. Жучкова (1952) о том, что «... устройство валов как система глубокого окультуривания почвы имеет большие перспективы для освоения холодных и сырых почв (выделено нами, — Б. Т.) с незначительным почвенным горизонтом (оподзоленных, оглееных, торфянистых)» — имеет большое значение и для создания благоприятных лесорастительных условий в тундре. Нарезка гребней или обвалование с помощью мощных механизмов должны быть испытаны как один из приемов подготовки почв для древонасаждения в тундре. Это подтверждается опытами на Печорской железной дороге (Ятченко, 1956).

Что же касается снегозадержания, то успешное развитие кустарников и деревьев может создать необходимые условия для скопления снега. В отдельных случаях для молодых посадок и посевов следует осуществлять защиту от ветров и снегонакопление специальными щитами или изгородями. Избыток же снега может быть устранен приемами весеннего снегосгона, которые хорошо известны (Дадыкин, 1952).

К числу приемов, понижающих горизонт летнего оттаивания вечной мерзлоты и способствующих произрастанию и возобновлению древесной растительности в естественных условиях тундры и лесотундры, следует отнести разумное, с соответствующими предохранительными мерами, применение палов. Наблюдения Овсянникова (1930) на Анадыре, Городкова (1935б) и Тихомирова (1933) — в бассейне Пенжины, Биркенгофа (1932, 1934) — на Индигирке вполне оправдывают этот прием. Палы должны проводиться ранней весной с применением мер охраны от огня соседних участков.

Что же касается биологической мелиорации почв, то здесь прежде всего следует иметь в виду умелое регулирование соотношения мохового и лишайникового покрова и голых пятен. С одной стороны, обнажение тундровых местообитаний от мохового покрова понижает уровень летнего оттаивания вечной мерзлоты и способствует появлению и развитию всходов, а с другой, как это нами было показано в специальной статье (Тихомиров, 1952), моховой покров играет важную роль в жизни сосудистых растений Крайнего Севера и может весьма сильно поддержать существование молодых сеянцев древесных пород в первые фазы их развития. В целом же моховой покров для улучшения теплового режима местообитания должен частично или целиком уни-

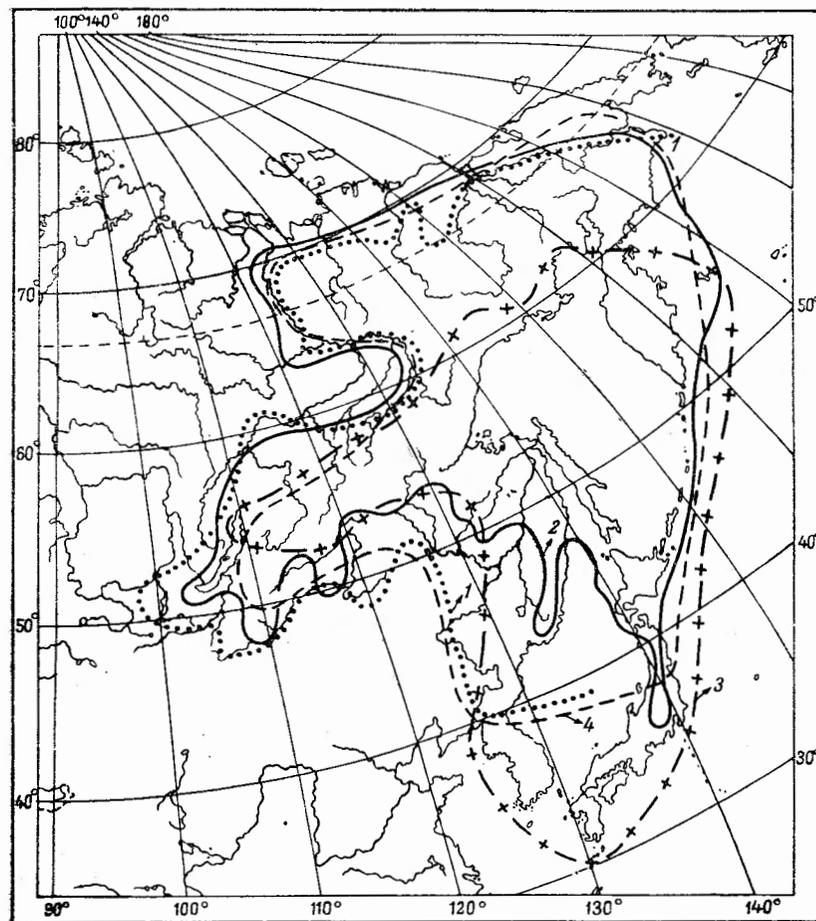


Рис. 15. Распространение берингийских древесных пород.

1 — ареал *Chosonia macrolepis* (Turcz.) Kom. (по Б. П. Колесникову, 1937, с дополнениями Б. А. Тихомирова); 2 — ареал *Pinus pumila* Rgl. (по автору); 3 — ареал *Betula Ermani* Cham. (s. l.) (по В. Н. Васильеву, 1941); 4 — ареал *Populus suaveolens* Fisch. (s. l.) (по Я. Я. Васильеву).

чтожаться.⁵ Наконец, самым важным фактором биологической мелиорации почв следует признать повышение активности микробиологических процессов и жизнедеятельности беспозвоночных животных (например, червей), активизацию деятельности микориз корневых систем древесных растений. Возникает необходимость в производстве нитрагина из местных форм бобовых, азотогена — из местных рас азотобактера, адаптировавшихся к условиям Севера.

Другим важным мероприятием в создании лесонасаждений на Севере мы считаем подбор древесных пород, создание новых приемов их агротехники. Прежде всего следует рекомендовать древесные породы с поверхностной корневой системой, которые могут полнее использовать маломощный активный почвенный слой.

Необходимо иметь в виду, что древесные породы, издавна приспособившиеся к суровому комплексу условий Восточной Сибири (даурская лиственница, кедровый стланик для тундровых местообитаний; козения, тополь душистый, ива сахалинская для пойменных местообитаний) — могут быть гораздо более широко использованы для посадок в тундрах как на востоке, так и особенно на западе (рис. 15).

Как видно из прилагаемой карты, западные границы упомянутых видов не простираются к западу от р. Лены и лишь для даурской лиственницы доходят до Пясинских озер. Эти исторически сложившиеся границы, несомненно, могут быть искусственным путем передвинуты далеко на запад до Кольского полуострова включительно. Вместе с тем следует в качестве материала для древонасаждения на севере использовать популяции древесных пород из горных условий Восточной Сибири, а также из лесотундры Канады и Аляски.

Мы еще мало знаем ритмику развития древесных пород на Севере. В подборе древесных пород следует, однако, иметь в виду и это обстоятельство. Например, по данным А. П. Шенникова, «сибирская ель (*Picea obovata*) на западной границе своего ареала сохраняет способность позже трогаться в рост весной, чем рядом растущая европейская ель (*Picea excelsa*), и поэтому молодые побеги первой не попадают под влияние весенних заморозков, побивающих молодые побеги европейской ели» (1950, стр. 79).

Также необходимо иметь в виду эколого-биологические особенности древесных пород, связанные с видовыми различиями. Например, даурская лиственница (*Larix dahurica*), по наблюдениям А. И. Толмачева (1931) и нашим, проявляет большую жизнеспособность, дальше продвигается к северу, образует более густые

⁵ Для разработки приемов регулирования мохового, лишайникового и травяного покровов весьма важно провести опыты с применением гербицидов и стимуляторов.

лески и, следовательно, более пригодна для древонасаждений в тундре по сравнению с близкой сибирской лиственницей (*Larix sibirica*). Как показывают наблюдения Р. Григгса (Griggs, 1934) на Аляске, ситхинская ель (*Picea sitchensis*) быстрее и энергичнее завоевывает пространства тундры по сравнению с черной елью (*Picea mariana*). В свою очередь, по наблюдениям И. Хустича (Hustich, 1939, 1950), черная ель (*Picea mariana*) быстрее завоевывает новые территории на севере Лабрадора, нежели белая ель (*Picea glauca*). Эти примеры можно умножить.

Конечно, как состав древесных пород, так и способы посева должны определяться опытным путем. В качестве первоначальной ориентировки можно воспользоваться списком древесных пород, который рекомендует Андреев (1954б) для посадки и посева на Севере. Прежде всего, для ускоренного создания защитных полос автор рекомендует посадку кольев ивы прутьевидной (*Salix viminalis*), хорошо развивающейся всюду, за исключением сухих местообитаний. Под защитой ивы следует высаживать основные породы. Для севера европейской части СССР и Западной Сибири автор принимает в качестве основных пород: ель европейскую (*Picea excelsa*), ель финскую (*P. fennica*), ель сибирскую (*P. obovata*) и лиственницу сибирскую (*Larix sibirica*), а для районов к востоку от Енисея — лиственницу даурскую (*L. dahurica*). В качестве сопутствующих пород для запада рекомендуются: береза извилистая (*Betula tortuosa*), виды рябин (*Sorbus sibirica*, *S. glabrata* и др.), ольха кустарниковая (*Alnaster fruticosus*), ива филиколистная (*Salix phylicifolia*), жимолость голубая (*Lonicera coerulea*), виды смородины (*Ribes rubrum*, *R. nigrum*, *R. hispidulum*).

Для восточных районов как сопутствующие породы могут применяться: береза Каяндера (*Betula Cajanderi*), береза каменная (*B. Ermani*), ольха кустарниковая (*Alnaster fruticosus*), ольха камчатская (*A. kamtschaticus*), кедровый стланик (*Pinus pumila*), рябины (*Sorbus sambucifolia*, *S. sibirica*, *S. anadyrensis* и др.), а также ряд ив (*Salix phylicifolia*, *S. baikalensis* и др.), виды спиреи (*Spiraea media*), красная смородина (*Ribes triste*) и черная смородина (*R. dikuscha*). Пересадка некоторых из упомянутых древесных пород и кустарников в более северные районы на Ямальской опытной станции дала вполне положительные результаты, показав хорошую приживаемость растений (Поляков, 1955, 1957, 1958).

Приведенным списком нельзя, конечно, ограничивать резервы древесных и кустарниковых пород для древонасаждения на Севере. Деревья и кустарники в условиях вечной мерзлоты почв имеют поверхностную, но широко разветвленную корневую систему, при пересадке лишаются значительной части своих мелких деятельных корней (иногда до 90%) и через некоторое время погибают. Поэтому следует обратить внимание на опыт пересадки

взрослых деревьев Полярно-альпийским ботаническим садом Кольского филиала АН СССР (Горюнова, 1956). Лучшие результаты были достигнуты при пересадке из леса деревьев с предварительной подготовкой корневых систем в течение 1—2 лет с помощью известного метода околки растений. Дерево на определенном расстоянии от ствола заблаговременно окапывается канавкой по окружности (в зависимости от возраста дерева радиус будет составлять 0.4 м, 0.5 м, 0.6 м и т. д.). Корни при этом перерезаются. Канавка глубиной 20 см заполняется затем различными почвенными субстратами (торфом, перепревшим навозом, лесной подстилкой и др.). Благодаря этому мероприятию деревья до пересадки развивают в пределах окопанного места, непосредственно у ствола, большую массу мелких корней и корешков и в результате значительно легче переносят последующую пересадку. Можно применять и простую перерезку корней, при которой почва проштыковывается по окружности нужного диаметра.

Учитывая опыт лесонасаждения на европейском севере, посадочный материал следует брать из мест, расположенных поблизости, из тундровых редколесий. Деревца выкапываются с комом земли соответствующего диаметра (0.8 м, 1.0 м, 1.2 м и т. д. в зависимости от размера дерева) и на глубину распространения основной массы корней. Сразу же после выемки они высаживаются в подготовленные ямы. Деревья нужно пересаживать обязательно с комом земли, в противном случае все они, даже с предварительной подготовкой корневых систем, погибают. Размеры ямы рассчитываются в зависимости от величины почвенного кома на корнях. При посадке на дно ямы насыпается перегной. В засушливые годы производится поливка 2—3 раза за вегетационный период. Наилучшая приживаемость при пересадках в первых опытах по лесонасаждению наблюдалась у деревьев высотой 1—2 м в возрасте 15—20 лет. Это же подтверждается и опытом пересадки древесных пород из районов Крайнего Севера в Москву, на территорию бывшей Всесоюзной сельскохозяйственной выставки (Андреев, 1951). Посадки должны осуществляться преимущественно осенью, что дает возможность растениям рано весной тронуться в рост. При весенней посадке развитие деревьев запаздывает, их молодые побеги своевременно не одревесневают и с наступлением морозов отмерзают. Кроме того, ранней весной почва в зоне распространения корней находится еще в мерзлом состоянии, а это связано с затруднениями при выкопке посадочного материала. При посадках весной на запланированных участках необходимо применять ускоренную сгонку снега путем посыпки снега мелкой торфяной крошкой, золой или минеральными удобрениями темного цвета.

Как показал Л. И. Иванов (1934), «раскачивание ветром молодых деревьев задерживало рост верхушечного и боковых побегов». Поэтому, чтобы не допускать излишнего раскачивания деревьев,

ослабленных пересадкой, следует для каждого деревца сделать опору. В качестве опоры для хвойных можно рекомендовать хорошо прививающиеся колья из ив. Это будет способствовать быстрой приживаемости растений. За молодыми посадками необходим тщательный уход.

Ивы и тополи целесообразнее всего разводить черенками, при этом приживаемость тополя, например, составляет 80—90%. Черенки заготавливают осенью, после опадения листьев, или весной — до их распускания, из однолетних побегов, не менее 0.5 см толщиной в верхнем срезе. При надобности ветви хранят зимой под снегом или в холодных погребах. Перед посадкой из этих веток нарезают черенки длиной 25—30 см (или меньше, в зависимости от мощности почвенного слоя). После обработки почвы, в ямки, сделанные с помощью металлического штыка, вставляют нижним концом черенки с таким расчетом, чтобы над землей остался конец в 2—3 см, и уплотняют почву вокруг черенка ногой. Вместо черенков при посадке ив и тополей можно употреблять колья из более крупных веток этих пород, которые забиваются нижним концом в почву. Лучше всего черенки высаживать рано весной. В течение лета следует производить рыхление почвы.

При лесоразведении на севере европейской части Советского Союза положительные результаты были получены и посевом семян (Ятченко, 1956). Следуя опыту работников станций Института сельского хозяйства Крайнего Севера, семена до посева следует замачивать и выдерживать под снегом 2 месяца, а затем высевать в подготовленные грядки с подсышкой в посевные бороздки лесной микоризной подстилки. Можно применять посев и семенами без подготовки. Производятся посевы как рано весной, так и осенью перед выпадением снега и обязательно на участках с наличием торфянисто-гумусового горизонта. Мощность гумусового горизонта на Севере незначительна, поэтому почву необходимо обрабатывать так, чтобы не завалить его нижележащими минеральными слоями. При создании лесополос на Печорской ж. д. применялась безотвальная обработка почвы (Ятченко, 1956).

За молодыми сеянцами нужен очень тщательный уход, особенно в первые годы жизни. Целесообразно испытывать посев под защиту других древесно-кустарниковых пород. Так, лесоводы Печорской ж. д. применяли такой метод посева, при котором осуществлялась не сплошная обработка площадей, а лентами, полосами, с оставлением участков с нетронутой кустарниковой растительностью (например, полярной березки). На обработанных полосах затем производился посев под защиту оставленного растительного покрова.

При этом не надо упускать из вида и возможности использования местной травянистой флоры для создания нижних ярусов в искусственных древесных и кустарниковых насаждениях. В частности, например, следует обратить внимание на много-

численные бобовые из сибирской и дальневосточной Арктики и Субарктики (представители родов *Hedysarum*, *Astragalus*, *Oxytropis* и др.), шире привлекая их в искусственные древонасаждения. Для наиболее полного использования куртин бобовых целесообразно производить не сплошную обработку почвы, а частичную, чтобы не запахать эти ценные растения. При посеве семенами (которые должны быть полноценными и взятыми с доброкачественных деревьев, растущих в суровых условиях) посев, как правило, необходимо производить гнездовым способом. Эта рекомендация имеет большое значение потому, что условия для роста семенных всходов на Севере весьма неблагоприятны, в особенности для одиночного всхода.

Пучок же нескольких всходов, как показывают наблюдения в природе над кедровым стлаником, семена которого разносятся кедровкой и помещаются ею под моховой ковер по несколько штук, лучше переносит неблагоприятные условия среды (Тихомиров, 1949). Групповые и гнездовые всходы создают на севере более благоприятные условия для приживания.⁶

По наблюдениям в естественных условиях, деревья лучше возобновляются и выживают куртинами, нежели одиночно стоящие экземпляры.

При посевах и посадках на Севере молодые деревца требуют самого тщательного ухода за ними, особенно в первое время, пока они достаточно не окрепнут. С этой целью необходимо стремиться к созданию полезных симбиотических отношений между молодым всходом и другими биологическими группами растений (бобовые, грибы, мхи и пр.). Целесообразно производить посевы древесных пород гнездами под защитой трав и кустарников, которые создают благоприятную обстановку для всходов, особенно на первых порах их развития.

Кустарники являются предвестниками леса в тундре, изменяя в благоприятную сторону почвенно-климатические условия и как бы подготавливая их для развития деревьев.

Нельзя упускать из вида, что на пути древонасаждения на севере встанут и немалые трудности, а может быть, и непредвиденные неожиданности и препятствия. В особенности следует ожидать вредных воздействий со стороны животного населения.⁷ Как посевы, так и посадка, понятно, могут служить кормом для целого ряда животных, в особенности для грызунов и птиц. Лоси и северные олени, вероятно, будут повреждать кору лиственных деревьев, их ветви и листья. Из грызунов, особенно заяц,

⁶ При посеве гнездовым способом не следует, конечно, допускать излишних затрат семян, столь дефицитных на Севере.

⁷ Данные соображения возникли в переписке с зоологами — А. Н. Формозовым, С. П. Наумовым, Л. А. Портенко, В. М. Сдобниковым, Г. А. Новиковым, А. И. Куренцовым, Ф. Н. Правдиным и др. За оказанную помощь всем упомянутым лицам выражаю свою сердечную признательность.

а также в годы массового размножения лемминги, полевки и белка, несомненно, будут приносить вред молодым всходам и посадкам тополя, березы, ив, ольхи и других лиственных пород. Среди представителей орнитофауны, которые вероятно также будут угрожать лесонасадам, особенно молодым всходам древесных пород, следует указать куропатку белую и тундровую (обкусывание почек), тетерева, снегиря, чечетку, глухаря и др.

По-видимому, особенной опасности будут подвергаться семена хвойных пород при посеве их в тундре. Богатый и питательный эндосперм семян многих хвойных (особенно кедрового стланика), вероятно, привлечет грызунов (полевки: красная, серая, экономка, Миддендорфа, северо-сибирская, узкочерепная; лемминги и др.), а также насекомоядных (землеройка плоскочерепная и др.) и представителей пернатых (пуночки, лапландские подорожники, рогатые жаворонки, куропатки, тетерева и др.). Предвидя заранее такую опасность, при организации работ по созданию лесозащитных полос надо предусмотреть и способы борьбы с этими вредителями или ограждения от них молодых посадок и посевов.

Биоценотические взаимосвязи, усложненные в пределах тундры новыми компонентами растительного покрова, должны быть учтены, преодолены и использованы на пользу тундровому древонасаждению.

Здесь мы не пытались решить все вопросы агротехники лесопосадок на Севере, а лишь высказали некоторые пожелания, главным образом, исходя из наблюдений в природе и некоторого, пока еще ограниченного, опыта. Для решения многих вопросов (разработка способов посева и ухода, строение лесополос, подбор ассортимента древесных и кустарниковых пород и др.) необходимы дальнейшие опыты в условиях различных районов тундры и северных редколесий.

Следует также упомянуть о некоторых опытах древонасаждения на зарубежном Севере. На Алеутских островах (Уналашка) опыт посадки мелких двух-трехлетних елочек, завезенных из Ситки, был произведен еще в начале XIX столетия (Вениаминов, 1840). В дальнейшем завоз деревьев из Ситки в окрестности поселка Датч-Харбор был повторен еще раз в середине прошлого столетия. Из этих посадок до сих пор сохранилась небольшая рощица (Sundborg, 1946). Для предотвращения эрозии почв в связи с военным строительством на Алеутских островах вновь производятся лесопосадки из ситкинской ели (Зубкова, 1948). Правда, при посадках деревьев, завезенных морским путем, отмечается значительный отход, достигающий 50—60% (Bruce and Court, 1945). В приатлантической Арктике вполне успешный опыт древонасаждения пятидесятилетней давности имеется в Исландии (Vjarnason, 1957). В последние годы мероприятия по древонасаждению в довольно больших масштабах осуществляются в южных районах Гренландии (Тихомиров, 1959). Наконец, в Финляндии, в под-

зоне северной тайги, значительные работы проводятся по восстановлению северных лесов путем посева семян с самолета. В дальнейшем эти опыты предполагается расширить и распространить их на лесотундру (Андреев, 1958).

Приведенные данные показывают, что опыты по древонасаждению на северных пределах леса и в тундре осуществляются и в зарубежной Арктике. В дальнейшем необходимо учесть положительный опыт зарубежной лесоводственной практики и использовать его для развития защитного лесоразведения на севере СССР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«... одной из важнейших современных задач физико-географических наук является вскрытие движущих сил этих процессов (развития природного комплекса, — *Б. Т.*), т. е. внутренних противоречий в них, как источника их самодвижения, и тем самым выяснение общих закономерностей развития как отдельных элементов, так и географического комплекса в целом».

(В. Н. Сукачев, 1942).

Этими замечательными словами В. Н. Сукачева руководствовался автор при выяснении причин безлесья тундры и закономерностей динамики лесной границы в прошлом и настоящем. Только широкий географический подход к тундре как исторически обусловленному сочетанию биогеоценозов дает ключ к выяснению и пониманию движущих сил развития природного комплекса на северных рубежах Земли. Тундра широкой полосой опоясывает северные окраины европейско-азиатского и американского материков. В целом, придерживаясь побережий морей Северного Ледовитого океана, она в некоторых местах под воздействием холодных морей и морских заливов продвигается далеко на юг (Охотское побережье, бассейн Гудзонова залива).¹ На юге тундровая зона граничит с притундровыми лесами и редколесьями.

Полоса контакта лесной и тундровой зон — лесотундра — несет своеобразные природные черты и имеет выдающееся экономическое значение, так как здесь сосредоточены основные территории для оленеводческого и охотничьего хозяйства местного населения.

Исторически испытывая инвазии леса и тундры, эта полоса в своем растительном покрове и животном мире несет различные генетические наслоения, а также характеризуется спецификой всего современного природного комплекса.²

¹ См.: Медведев (1943), Васьяковский (1950, 1958), Тихомиров (1960, 1961).

² В настоящее время Норин (1957, 1961) вслед за Цинзерлингом (1932) выделяет лесотундру в особую географическую зону.

На протяжении более чем столетия в науке обсуждались проблемы, связанные с выяснением причин безлесья тундры и факторов, обуславливающих динамику северной лесной границы. На предыдущих страницах подведены итоги научным исследованиям в этих вопросах. Выяснены основные причины отсутствия леса в тундре, и вскрыты основные тенденции в естественном движении северной лесной границы, а также определена роль человека в этом процессе.

Многие сделанные здесь заключения не вмещаются в рамки издавна укоренившихся представлений, имеющих в нашей литературе. Автор, в соответствии с работами многих советских тундроведов, делает вполне определенный вывод о возможности преодоления безлесья тундры.

В связи с нерациональным использованием в течение длительного времени притундровых лесов лесным ресурсам этой части Севера нанесен значительный ущерб. Многие лесные территории превратились в малопродуктивные тундроподобные пустоши, без малейших признаков дальнейшего лесовозобновления.

Одним из главных путей преодоления безлесья южных частей тундры является охрана лесов на их северных рубежах, с установлением защитных полос, в которых должны быть введены лесовосстановительные рубки и рубки ухода за лесом. Наряду с охранительными мерами рекомендуется древонасаждение в лесотундре и в южных пределах тундры.

Посадки леса должны преследовать на Севере защитную и климаторегулирующую роль. На пути лесоразведения на Севере лежит немало ограничений и препятствий. То обстоятельство, что мы лесоразведение рассматриваем не как самоцель, а как важный фактор изменения микроклимата и других природных условий для продвижения земледелия и молочного животноводства на Север, для повышения эффективности оленеводства и охотничьего хозяйства, т. е. как средство повышения благосостояния народов Севера, должно служить залогом для преодоления всех трудностей.

Из всего того, что было сказано, конечно, не все и не сразу представится возможным выполнить.³

³ Так, например, напрашивается не только вопрос об охране леса вдоль северной его границы, о лесоразведении в южной тундре, но и разработка мер по ускоренному и успешному лесовозобновлению в долинах северных рек. Тюлина (1936), наблюдая в долине р. Анадыря лиственничные острова III бонитета, считает, что «при постановке интенсивного лесного хозяйства в долинных лесах Анадырского края одной из наиболее существенных задач должно быть сохранение лучших типов пойменных листвягов в течение нескольких поколений...» (стр. 118).

Точно так же одной из задач в наиболее рациональном использовании природы тундры должен быть спуск озер и создание на их днищах лугов (Миддендорф, 1867; Прияпшиников, 1954).

Необходимо широко развернуть работы по изучению лесорастительных условий. Необходимо также создать опытные посевы и посадки и детально изучить их эффекты.

Нельзя закрывать глаза на медленный рост деревьев на Севере, поэтому в преодолении безлесья тундры нельзя надеяться на быстрый успех. Должны быть проявлены упорство и воля.

В свое время Миддендорф считал необходимым проведение ряда поощрительных мер по разведению лесов в безлесных местностях, доведя его «до страстного увлечения, которое со временем могло бы обратиться в благоразумный обычай» (1867, стр. 756).

К сожалению, аборигенное население Крайнего Севера, обреченное в условиях царского режима на бесправие и вымирание, не могло воспользоваться рекомендацией этого великого знатока природы тундры. Однако мы с уверенностью можем предполагать, что возросшее материальное благосостояние и культура местного населения северных окраин нашей страны в советское время позволяет ему дело охраны леса на северных рубежах и древонасаждения в тундре взять в свои надежные хозяйские руки. В этой борьбе с природной стихией выводы советских ученых-тундроведов не останутся втуне.

Можно вполне уверенно полагать, что труды многих поколений ученых, шаг за шагом раскрывающих своеобразную картину арктической природы и закономерности ее становления, будут использованы для рационального воздействия на природные процессы в интересах народов Крайнего Севера.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- А л е к с е е в С. В. 1932. К вопросу о плодonoшении и искусственном возобновлении лесов Севера. Сев. краев. изд., Архангельск.
- А л е к с е е в С. В. и А. А. Молчанов. 1938. Плодonoшение сосновых и еловых насаждений Севера. Лесн. хоз., 2.
- А н д р е е в В. Н. 1947. Геоботанические исследования Печорского севера в 1940—1946 гг. Сов. ботан., № 4.
- А н д р е е в В. Н. 1948. Корма и пастбища северных оленей. В сб.: Северное оленеводство, Сельхозгиз, М.
- А н д р е е в В. Н. 1950. Тундры. Пояснительный текст к карте растительности Европейской части СССР, м. 1 : 2 500 000. Изд. АН СССР, М.—Л.
- А н д р е е в В. Н. 1951. Опыт многолетней культуры растений тундры в Москве. Ботан. журн., № 6.
- А н д р е е в В. Н. 1954а. Прирост кормовых лишайников и приемы его регулирования. Тр. Ботан. инст. им. В. Л. Комарова АН СССР, сер. III, Геоботаника, вып. 9.
- А н д р е е в В. Н. 1954б. Продвижение древесной растительности в тундру в связи с защитными свойствами лесопосадок на Севере. Ботан. журн., № 1.
- А н д р е е в В. Н. 1954в. Защитные насаждения на Крайнем Севере. Докл. VI расшир. сесс. ученого совета Н.-иссл. инст. полярн. землед., животновод. и промысл. хоз., вып. III, Л.
- А н д р е е в В. Н. 1954г. Растительный покров восточноевропейской тундры и мероприятия по его использованию и преобразованию. Автореф. дисс. Ботан. инст. АН СССР, Л.
- А н д р е е в В. Н. 1956. Заселение тундры лесом в современную эпоху. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. 1, Изд. АН СССР, М.—Л.
- А н д р е е в В. Н. 1958. Ботанические наблюдения в северной Финляндии и встречи с финскими ботаниками. Ботан. журн., № 8.
- Б е к е т о в А. 1874. Примечания переводчика к I тому книги А. Гризебаха «Растительность земного шара». СПб.
- Б е к е т о в А. 1896. География растений. (Очерк учения о распространении и распределении растительности на земной поверхности). СПб.
- Б и р к е н г о ф А. Л. 1932. Лесной покров и лесные ресурсы Северо-восточного края ЯАССР. Труды СОПС АН СССР, сер. якутская, вып. 3.
- Б и р к е н г о ф А. Л. 1934. Предварительный отчет о лесоисследовательских работах, произведенных Индигирским гидрогеологическим отрядом Якутской экспедиции Акад. наук СССР в 1929—1930 гг. Труды СОПС, серия якутская, вып. 6.
- В а р м и н г Е. 1902. Распределение растений в зависимости от внешних условий (экологическая география растений). Перевод А. Г. Генкеля, СПб.
- В а с и л ь е в В. Н. 1941. Каменная береза (*Betula Ermani Cham. s. l.*). Экология и ценология. Ботан. журн., № 2—3.

- В а с и л ь е в И. М. 1930. Зимнее испарение однолетних побегов различных сортов яблонь. Научно-агрономический журн., № 2.
- В а с ь к о в с к и й А. П. 1950. Граница тундровой растительной зоны на северном побережье Охотского моря. Ботан. журн., № 3.
- В а с ь к о в с к и й А. П. 1958. Новые данные о границах распространения деревьев и кустарников-ценообразователей на крайнем северо-востоке СССР. Материалы по геологии и полезным ископаемым северо-востока СССР, № 13, Магадан.
- В е н и а м и н о в И. 1840. Записки об островах Упалашкинского отдела, ч. I. СПб.
- В е р х о в ц е в Е. П. 1938. Плодonoшение и качество семян лиственницы сибирской. Лесн. хоз., № 3 (9).
- В е р х о в ц е в Е. П. 1940. Размер плодonoшения и качество семян лиственницы сибирской в редицах. В сб.: Лиственница сибирская. Красноярск.
- В и л ь я м с В. Р. 1950. Собрание сочинений, т. V. Сельхозгиз, М.
- В о е й к о в А. 1889. Снежный покров, его влияние на климат, погоду. Зап. Русск. геогр. общ., т. XVIII, № 2.
- В р а н г е л ь П. Ф. 1948. Путешествие по северным берегам Сибири и по Ледовитому морю, совершенное в 1820, 1822, 1823 и 1824 гг. Изд. 2, М.
- В і с о ц ь к и й Г. Н. 1940. Лісні покриви і сітки СРСР. Збірник праць. Видавництво Академії наук УРСР, Київ.
- В ы с о ц к и й Г. Н. 1950. Лесные покровы и сетки СССР. Почвоведение, № 10.
- Г а л а з и й Г. И. 1954. Вертикальный предел древесной растительности в горах Восточной Сибири и его динамика. Тр. Ботан. инст. им. В. Л. Комарова АН СССР, сер. III, Геоботаника, вып. 9.
- Г о в о р у х и н В. С. 1938. Западный берег Тазовской губы Карского моря. Уч. зап. МГУ, XIX.
- Г о в о р у х и н В. С. 1940. Лесотундра старого света. Географический очерк. Уч. зап. Моск. обл. пед. инст., т. 3, Географический факультет.
- Г о в о р у х и н В. С. 1947а. Динамика ландшафтов и климатические колебания на Крайнем Севере. Изв. Всесоюзн. географ. общ., т. 79, вып. 3.
- Г о в о р у х и н В. С. 1947б. Бугристые болота северной Азии и потепление Арктики. (Зап. Сибирь, бассейн р. Сев. Сосьвы). Уч. зап. Моск. обл. пед. инст., т. 9, Тр. кафедр. геогр. фак., вып. 4.
- Г о в о р у х и н В. С. 1950. Советское тундроведение. Бюлл. Моск. общ. испытат. природы. Отд. биологии, т. V, вып. 1.
- Г о в о р у х и н В. С. 1956. Редколесья на полярном пределе лесов Малого Ямала и в Приобской лесотундре. Землеведение, Сб. Моск. общ. испыт. природы, нов. сер., т. IV, Изд. МГУ.
- Г о л ь ц б е р г И. А. 1951. Полезащитные полосы на севере. Метеорология и гидрология, № 8.
- Г о р д ь я г и н А. Я. 1925. К вопросу о зимнем испарении некоторыми древесными породами. Тр. Общ. естествоиспытат. при Казанск. унив., т. L.
- Г о р о д к о в Б. Н. 1916. Наблюдения над жизнью кедр (*Pinus sibirica* Maug.) в западной Сибири. Тр. Ботан. Музея АН СССР, т. XVI, Пгр.
- Г о р о д к о в Б. Н. 1929. Безлесье тундры (Ботанико-географические наблюдения в Западной Сибири). Природа, № 3.
- Г о р о д к о в Б. Н. 1930. Вечная мерзлота и растительность. Матер. КЕПС при АН СССР, вып. 80.
- Г о р о д к о в Б. Н. 1933. Некоторые вопросы тепловой мелиорации почв на Крайнем Севере. Тр. Советской секции Междунар. асоп. почвоведов, т. II, вып. I, М.
- Г о р о д к о в Б. Н. 1934. Проблема изучения вечной мерзлоты в связи с задачами освоения Севера. Тр. Урал. фил. АН СССР, вып. 2.

Городков Б. Н. 1935а. Растительность тундровой зоны СССР. Изд. АН СССР, М.—Л.

Городков Б. Н. 1935б. Геоботанический и почвенный очерк Пенжинского края. Тр. Дальневост. фил. АН СССР, т. I, Владивосток.

Городков Б. Н. 1937. Лес на полярном пределе. Изв. Гос. геогр. общ., т. XIX, Л.

Городков Б. Н. 1938. Растительность Арктики и горных тундр СССР. В кн.: Растительность СССР, т. I. Изд. АН СССР, М.—Л.

Горюнова Л. Н. 1956. Опыт пересадки взрослых деревьев в Мурманской области. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. I, Изд. АН СССР, М.—Л.

Григорьев А. А. 1924. Полярная граница древесной растительности в Большеземельской и некоторых других тундрах (факторы, ее обуславливающие, и колебания ее в ближайшую к нам эпоху). Землеведение, т. XXVI, вып. 1—2.

Григорьев А. А. 1946. Субарктика. Изд. АН СССР, М.

Григорьева В. Г. 1950. О накоплении крахмала в корнях, обнаруживаемых в мерзлой почве. ДАН СССР, т. LXXII, № 6.

Гризебах А. 1874. Растительность земного шара. Пер. А. Бекетова, СПб.

Гульчак Ф. Я. 1947. Сельскохозяйственная наука на Крайнем Севере. Соц. сельское хозяйство, № 3.

Гуман В. В. 1931. Лесоводство. Сельхозгиз, М.—Л.

Дадыкин В. П. 1947. Земледелие на Крайнем Севере. Природа, № 5.

Дадыкин В. П. 1952. Особенности поведения растений на холодных почвах. Изд. АН СССР, М.

Данилов А. Н. 1948. Эколого-физиологическая характеристика психрофитов Заполярья. Тр. Ботан. инст. им. В. Л. Комарова АН СССР, серия IV, Эксперим. ботаника, вып. 6.

Данилов Д. Н. 1934. Охотничьи уголья. М.

Данилов Д. Н. 1937. Урожай семян ели и его использование белкой, клестами и большим пестрым дятлом. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы. Отд. биологии, т. XLVI, в. 5.

Данилов Д. Н. 1938. Организация службы урожая в лесосеменном деле. Лесн. хоз., № 1.

Данилов Д. Н. 1944. Кормовые ресурсы елового леса и использование их белкой. Центр. н.-иссл. лаборатория животного сырья и пушнины, М.

Данилов Д. Н. 1950. Географическое размещение урожаев семян хвойных пород в связи с условиями среды. Пробл. физ. географии, т. 15.

Данилов Д. Н. 1952. Периодичность плодоношения и географического размещения урожаев семян хвойных пород. Гослесбумиздат, М.—Л.

Докучаев В. В. 1948. Учение о зонах природы. Географгиз, М.

Дыдина Р. А. 1954. Залужение лесных и тундровых земель. Докл. VI расшир. сесс. ученого совета Н.-иссл. инст. полярн. землед., животновод. и промысл. хоз., вып. III, Л.

Дылис Н. В. 1947. Сибирская лиственница. (Материалы к систематике, географии и истории). Изд. Моск. общ. испыт. природы, М.

Еленкин А. А. 1921, 1922. Лишайники как объект педагогики и научного исследования. (Отд. оттиск из журн. «Экскурсионное дело», № 2—3 за 1921 г., № 1 за 1922 г.). Пгр.

Журавский А. В. 1915. Полярные окраины в новом освещении. Изв. Русск. географ. общ., т. LI, вып. 4.

Жучков Н. Г. 1952а. Кольцо садов под Ленинградом. Природа, № 11.

Жучков Н. Г. 1952б. Сады под Ленинградом. Соц. земледелие, 26 декабря 1952 г.

Зуев В. Ф. 1947. Материалы по этнографии Сибири XVIII века. Изд. АН СССР, М.—Л.

Зубкова З. Н. 1948. Алеутские острова. Географгиз, М.

Иванов Л. А. 1925. О водном режиме древесных пород зимой. Изв. Лен. лесн. инст., т. XXXII.

Иванов Л. А. 1934. О влиянии ветра на рост дерева. Ботан. журн., № 3.

Иванов Л. А. 1946. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Изд. АН СССР, М.—Л.

Ивановский А. И. 1958. Сельскохозяйственное освоение Крайнего Севера. Изд. «Знание», М.

Каминский А. А. 1924. Климатические области Восточной Европы в связи с распространением лесов. Тр. по лесн. опытно. делу в России, т. LXIV.

Карев Г. И. 1956. Краткая биолого-экологическая характеристика древесных пород лесотундры востока Европейской части СССР. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. I, Изд. АН СССР, М.—Л.

Кац Н. Я. 1952. К истории позднечетвертичной флоры и климата Севера СССР. Матер. по четвертичному периоду СССР, вып. 3, Изд. АН СССР, М.

Келлер Б. А. 1932. Методология геоботаники в строительстве социализма. В кн.: Программы для геоботанических исследований. Л.

Колесников Б. П. 1937. Чозения — *Chosenia macrolepis* (Turcz.) Kom. и ее фенотипы на Дальнем Востоке. Тр. Дальневост. фил. АН СССР, сер. ботан., т. II, Изд. АН СССР, М.—Л.

Колосков П. И. 1925. Климатические основы сельского хозяйства Амурской губернии. Благовещенск.

Колосков П. И. 1930. К вопросу о тепловой мелиорации в области вечной мерзлоты и глубокого промерзания почв. В сб.: Вечная мерзлота, Матер. КЕПС, № 80, Изд. АН СССР, Л.

Колпиков М. В. 1944. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.—Л.

Комаров В. Л. 1922. Краткий очерк растительности Сибири, ч. II, Пгр.

Краснов А. Н. 1894. Травяные степи Северного полушария. Изв. Общ. любителей естеств., антроп. и этнографии, т. 83, М.

Крючков В. В. 1957. О факторах, определяющих верхний предел березы и ели в Хибинских горах. Вестн. Моск. ун-в., сер. биол., почвовед., геол., географ., № 3.

Крючков В. В. 1958а. Факторы, определяющие верхние границы растительных поясов в Хибинских горах. Автореф. дисс. Изд. МГУ, М.

Крючков В. В. 1958б. О гидротермических условиях на верхних границах субальпийского и лесного поясов в Хибинских горах. Ботан. журн., № 6.

Леонтьев Ф. С. 1948. Северный предел распространения лиственных пород на Омолонно-Чукотском Дальнем Востоке. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы. Отд. биологии, вып. 4.

Лепехин И. И. 1805. Дневные записки путешествия по разным провинциям Российского государства, т. IV, СПб.

Лесков А. И. 1940. Фитоценологический очерк редколесий бассейна р. Полуя. Тр. Ботан. инст. им. В. Л. Комарова АН СССР, сер. III, Геоботаника, вып. 4.

Медведев П. М. 1943. О пределе леса на северо-восточном побережье Охотского моря. Ботан. журн., № 2.

Медведев П. М. 1952. О пределе леса и причинах безлесья тундр Азии. Изв. Всесоюз. геогр. общ., т. 84, вып. 3.

Мелехов И. С. 1957. Задачи и пути изучения лесов Севера. Вестн. сельскохозяйств. науки, № 1, М.

Миддендорф А. Ф. 1867. Путешествие на север и восток Сибири, ч. I, отдел IV, Растительность Сибири. СПб.

Михин М. Н. 1928. О зимней засухе у древесных пород. Тр. Сибирск. инст. сельск. хоз. и лесоводства, т. X, вып. 1. Омск.

- Молчанов А. А. 1938. Вред, причиняемый урожаю еловых семян птицами и белкой. Лесн. хоз., № 6 (12).
- Морозов Г. Ф. 1949. Учение о лесе. Гослесбумиздат, М.—Л.
- Недригайлов С. Н. 1928. Лесные ресурсы Ленско-Алданского плато и Заалданско-Верхоянского горного района. Матер. Ком. по изучению Якутской АССР, т. IV, вып. 12, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Недригайлов С. Н. 1936. О росте леса в Анадырском крае. Тр. Аркт. инст., т. 40. Л.
- Некрасова Т. П. 1948. Репродукция ели на Кольском полуострове. Ботан. журн., № 2.
- Некрасова Т. П. 1949. К вопросу о плодоношении и естественном возобновлении еловых насаждений Кольского полуострова. Тр. Первой научн. сессии Карело-Финск. гос. ун-в., т. 2. Петрозаводск.
- Некрасова Т. П. 1955. Естественное возобновление ели на Кольском севере. Ботан. журн., т. 40, № 3.
- Новиков Г. А. 1940. Плодоношение ели на Кольском полуострове. Изв. Всесоюз. географ. общ., т. 72, вып. 1.
- Новиков Г. А. 1948. Роль млекопитающих и птиц в жизни еловых лесов Лапландии. Ботан. журн., № 1.
- Норин Б. Н. 1956. Особенности семенного возобновления древесных пород на п-ове Малый Ямал. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. 1, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Норин Б. Н. 1957. Место лесотундры в системе растительных зон и проблема выделения лесотундрового типа растительности. Делегатский съезд Всесоюз. ботан. общ. Тезисы докладов, вып. IV. Секция флоры и растительности, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Норин Б. Н. 1958. К познанию семенного и вегетативного возобновления древесных пород в лесотундре. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. 3, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Норин Б. Н. 1961. Что такое лесотундра? Ботан. журн., № 1.
- Овсянников В. Ф. 1930. Поездка в долину р. Анадырь летом 1929 г. Зап. Владивост. отд. Гос. русск. геогр. общ., т. V (XXII).
- Озерецковский Н. Я. 1805. Путешествия акад. Ивана Лепехина в 1772 г. В кн.: И. Лепехин. Дневные записки путешествия по разным провинциям Российского Государства, ч. IV. СПб.
- Пачоский И. К. 1921. Основы фитосоциологии. Херсон.
- Пивник С. А. 1958. Особенности корневой системы кедрового стланика в Якутии. Изв. Сибирск. отд. АН СССР, № 8.
- Полозова Т. Г. 1961. О самых северных местонахождениях лиственницы (*Larix dahurica* Turcz.) и кустарной ольхи (*Alnaster fruticosus* Ldb.) в низовьях р. Лены. Матер. по растительности Якутии, вып. 1, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Поляков А. П. 1955. Ветрозащитная роль леса и его значение для сельского хозяйства. С сб.: Научн. работы студентов (1953/54 уч. год) Лен. лесотехнической академии им. С. М. Кирова, Л.
- Поляков А. П. 1957. Полезные лесные полосы на Ямальской сельскохозяйственной опытной станции. Бюлл. н.-техн. информации, № 2, Н.-иссл. инст. сельск. хоз. Крайнего Севера, Л.
- Поляков А. П. 1958. Значение строения древесно-кустарниковых полос в лесотундре низовьев Оби. Автореф. дисс. Лен. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова, Л.
- Попов А. А. 1948. Нганасаны, вып. 1. Материальная культура. Тр. инст. этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая АН СССР. Нов. сер., т. III, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Пронь П. Е. 1940. О плодоношении сосновых насаждений. Лесн.хоз., № 8.
- Прянишников А. В. 1954. Залужение тундры. Ботан. журн., № 1.
- Пьявченко Н. И. 1952. О перемещении растительных зон на севере Восточной Европы и Западной Сибири в послеледниковое время. ДАН СССР, т. XXXIV, № 1.
- Пьявченко Н. И. 1956. Об условиях произрастания леса на востоке Большеземельской тундры. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. 1, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Раскатов П. Б. 1939. К изучению водного режима деревьев и кустарников в зимний период в условиях лесостепи европ. части СССР. Сов. ботан., № 3.
- Рихтер Г. Д. 1954. Научные основы регулирования современных природных процессов тундровой зоны. Изв. АН СССР, сер. географ., № 1.
- Рубинштейн Е. Е. 1927. Климат СССР, ч. 1. Температуры воздуха в Европейской части Союза. Атлас с текстом. Л.
- Рубинштейн Е. Е. 1946. К проблеме изменения климата. Главн. геофизич. обсерват. Тр. н.-иссл. учреждений, сер. 1, Метеорология, вып. 22. М.—Л.
- Рязанцев А. В. 1934. Зимняя транспирация древесных пород и ее значение для географического распространения. Изв. биол. н.-иссл. инст. при Пермском ун-в., т. IX вып. 1—3.
- Рязанцев А. В. 1948. К вопросу о влиянии внешних условий на транспирацию древесных пород в зимующем состоянии. Тр. Пермского с.-х. института, т. XII. Пермь.
- Рязанцев А. В. и О. А. Кычанова. 1946. Влияние ветра на транспирацию садовых и дикорастущих древесных пород в необлешенном состоянии (в связи с вопросом о безлесии тундры). Тр. Пермск. с.-х. инст., т. X. Пермь.
- Савкина З. П. 1951. Улучшение северных пойменных лугов путем использования защитных кустарниковых полос. Корм. база, № 10.
- Савкина З. П. 1954. Кормовая база животноводства Крайнего Севера и основные пути ее укрепления. Докл. VI расшир. сесс. уч. совета Инст. поларн. землед., животновод. и промысл. хоз., в. II, Л.
- Савкина З. П. и Т. П. Мешкова. 1956. Опыт посадки защитных лесных полос и изучение их влияния на микроклимат в лесотундре. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, в. 1, Изд. АН СССР.
- Самбук Ф. В. 1937. Пределы лесов на Таймыре. Ботан. журн., т. 22, № 2.
- Скворцов Е. Ф. 1930. В прибрежных тундрах Якутии. Лено-Колымская экспед. 1909 г. под нач. Воллосовича. Тр. Ком. по изучению Якутск. АССР, т. XV, Л.
- Соболева А. 1935. К вопросу о потеплении Арктики. Метеорол. вестн., вып. 5—6.
- Сочава В. Б. 1940. О безлесии тундр. Тр. Лен. общ. естествоиспытат., т. 68, вып. 3.
- Сочава В. Б. 1944. Причины безлесия гольцов Восточной Сибири и Приамурья. Природа, № 2.
- Сочава В. Б. 1950. Новейшие вертикальные движения земной коры и растительный покров. Землеведение. Сб. Моск. общ. испыт. природы, нов. сер., т. III (43).
- Сочава В. Б. 1954. Растительность лесной зоны. В сб.: Животный мир СССР, вып. 4, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Стратонович А. И. и Е. П. Заборовский. 1930. Плодоношение еловых насаждений. Зап. лесн. опытн. ст. ЛСХИ, т. 7, № 2, Л.
- Сукачев В. Н. 1942. Идея развития в фитоценологии. Сов. ботаника, № 1—3.
- Танфильев Г. И. 1911. Пределы лесов в полярной России. Одесса.
- Тимофеев В. П. 1939. Плодоношение еловых насаждений. Лесн. хоз., 7.
- Тимофеев В. П. 1943. Семенники для возобновления вырубок. М.
- Тихомиров Б. А. 1933. Пожары зарослей кедрового стланика (*Pinus pumila* Rgl.) в Пенжинском крае. Ботан. журн. СССР, № 6.
- Тихомиров Б. А. 1938. О лесной фазе в послеледниковой истории растительности Севера Сибири и ее реликтах в современной тундре.

- Проблема реликтов во флоре СССР. (Тезисы совещания). Изд. АН СССР, Л.
- Тихомиров Б. А. 1941а. К вопросу о динамике полярного и вертикального пределов лесов в Евразии. Сов. ботаника, № 5—6.
- Тихомиров Б. А. 1941б. О лесной фазе в послеледниковой истории растительности севера Сибири и ее реликтах в современной тундре. Материалы по истории флоры и растительности СССР, вып. 1. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Тихомиров Б. А. 1946. Пути формирования растительного покрова арктической Евразии в четвертичное время. Сов. ботаника, № 5.
- Тихомиров Б. А. 1949. Кедровый стланик, его биология и использование. Изд. Моск. общ. испыт. природы, М.
- Тихомиров Б. А. 1952. Значение мохового покрова в жизни растений Крайнего Севера. Ботан. журн., № 5.
- Тихомиров Б. А. 1953. Безлесье тундры и его преодоление. Ботан. журн., № 4.
- Тихомиров Б. А. 1954. Происхождение, развитие и пути преобразования растительного покрова тундровой зоны СССР. Вопр. ботаники, т. 1, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Тихомиров Б. А. 1956а. Лес и тундра. Природа, № 7.
- Тихомиров Б. А. 1956б. Об охране лесов на их северном пределе и о защитном лесоразведении в тундре. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, в. 1, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Тихомиров Б. А. 1957а. Об охране лесов Крайнего Севера. Природа, № 12.
- Тихомиров Б. А. 1957б. Динамические явления в растительности пятнистых тундр Арктики. Ботан. журн., № 11.
- Тихомиров Б. А. 1957в. К характеристике флоры и растительности термальных источников Чукотки. Ботан. журн., № 9.
- Тихомиров Б. А. 1958. Охранять и рационально использовать горные леса Камчатки. Лесн. хоз., № 2.
- Тихомиров Б. А. 1959а. О древонасаждении в Гренландии. Лесн. журн., № 6, Архангельск.
- Тихомиров Б. А. 1959б. Об охране лесов и содействии лесовозобновлению на севере Сибири. Охрана природы Сибири. Матер. Первой сибирской конфер. 1958 г., Иркутск.
- Тихомиров Б. А. 1960. В Канадской Арктике. Вестн. АН СССР, № 3.
- Тихомиров Б. А. 1961. Поездка в Канадскую Арктику. Изв. Географ. общ. СССР, т. 93, № 1.
- Тихомиров Б. А. 1962. Основные этапы развития растительности севера СССР в связи с климатическими колебаниями и деятельностью человека. Бюлл. Моск. общ. испытат. природы. Отд. биологии, т. LXVII, вып. 1.
- Тихомиров Б. А. и Б. Н. Норин. 1957. Об охране и рациональном использовании лесов на их северном пределе распространения. Охрана природы и заповедное дело в СССР, бюлл. 2, Изд. АН СССР, М.
- Тихомиров Б. А. и В. С. Штепа. 1956. К характеристике лесных форпостов в низовьях р. Лены. Ботан. журн., № 8.
- Ткаченко М. Е. 1952. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.—Л.
- Толмачев А. И. 1927. О происхождении тундрового ландшафта. Природа, № 9.
- Толмачев А. И. 1931. О распространении древесных пород и о северной границе лесов в области между Енисеем и Хатангой. Тр. Полярн. Комиссии, вып. 5. Изд. АН СССР, Л.
- Толмачев А. И. 1954. К истории возникновения и развития темнохвойной тайги. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Турусов П. Д. 1939. Плодоношение сосны в ТАССР. Сб. по лесному хозяйству и лесным культурам, вып. 3, Казань.
- Тыртыков А. П. 1951а. Распределение корневых систем деревьев на северном пределе лесов. Вестн. Моск. ун-в., № 10.
- Тыртыков А. П. 1951б. О термотропизме корней в природе. ДАН СССР, нов. сер., т. XXVIII, № 6.
- Тыртыков А. П. 1954. Рост корней деревьев в длину на северном пределе лесов. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы. Отд. биологии, т. LIX, вып. 1.
- Тыртыков А. П. 1955. Рост надземных органов деревьев на северном пределе. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы. Отд. биологии, т. LX, вып. 1.
- Тюлина Л. Н. 1936. О лесной растительности Анадырского края и ее взаимоотношениях с тундрой. Тр. Аркт. инст., т. 40. Л.
- Тюлина Л. Н. 1937. Лесная растительность Хатангского района у ее северного предела. Тр. Аркт. инст., т. 43, Геоботаника, Л.
- Фомичев А. В. 1908. Детальное исследование урожая семян 1904 года в еловом насаждении Охтенской дачи. Прилож. к вып. 18. Изв. Лесного инст., СПб.
- Цинзерлинг Ю. Д. 1925. Северные пределы земледелия. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. XV, вып. 3, Л.
- Цинзерлинг Ю. Д. 1932. География растительного покрова северо-запада европейской части СССР. Тр. Геоморфолог. инст. АН СССР, вып. 4, Л.
- Шенников А. П. 1941. Луговедение, Изд. Лен. гос. ун-в., Л.
- Шенников А. П. 1950. Экология растений. Изд. «Советская наука», М.
- Шренк А. 1855. Путешествие по северо-востоку европейской России через тундру самоедов к северным Уральским горам, предпринятое в 1837 году, т. I. СПб.
- Эйтинген Г. Р. 1949. Лесоводство, М.
- Эйхфельд И. Г. 1937. Сельскохозяйственная наука на Крайнем Севере. В сб.: Сельскохозяйственное освоение Крайнего Севера. Изд. ВАСХНИЛ, М.—Л.
- Эйхфельд И. Г. 1938. Размещение сельскохозяйственных учреждений на Крайнем Севере. В сб.: Сельскохозяйственное освоение Крайнего Севера. Изд. ВАСХНИЛ, М.—Л.
- Юркевич И. Д., М. Н. Лубяко и Г. Г. Кругликов. 1940. Плодоношение сосны и ели в лесах Белорусской ССР. Сб. работ по лесн. хозяйству, вып. 1. Минск.
- Яблоков А. С. 1944. Лесоводственные свойства древесных пород. М.
- Ятченко Ф. И. 1956. Создание защитных лесных полос в тундре на Печерской железной дороге. В сб.: Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, вып. I, Изд. АН СССР.
- Ваег К. Е. 1838. Végétation et climat de Novaia-Zemlia. Bull. scient. l'Acad. Imp. Science, III, 11—12, St. Pétersb.
- Vjagnason H. 1957. Lög um sko' graekt soa'ra. Reykjavik.
- Bruce D. and A. Court 1945. Trees for the Aleutians. The Geographical Review, vol. XXXV, № 3.
- Cajander A. K. 1906. Studien über die Vegetation des Urwaldes am Lena-Fluss. Acta Soc. Sc. Fenn. XXXII, 3, Helsingforsiae.
- Griggs R. 1934. The edge of the forest in Alaska and the reason for its position. Ecology, XV, № 2.
- Hein L. 1932. Die polare Waldgrenze in Europa. Beih. z. Bot. Centralbl. XLIX, Abt. II.
- Hustich I. 1939. Notes on the coniferous forest and tree limit on the east coast of Newfoundland — Labrador. Acta Geographica, 7, № 1.
- Hustich I. 1948. The Scotch Pine in northernmost Finland. Acta Botanica Fennica, 42.
- Hustich I. 1950. Notes on the Forest on the East coast of Hudson Bay and James Bay. Acta Geographica, 11.

- Hustich I. 1953. The boreal limits of conifers. Arctic, vol. 6, № 2, July.
- Kihlman A. O. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lapland. Acta Soc. pro fauna et flora fennica, VI, № 3.
- Kontunieni T. 1932. Über die fruchtifikative Vermehrung der Waldpflanzen in der subalpen Zone von Petsamo. Ann. Bot. Soc. zool.-botanic Fennic., 2, № 4, Vanamo.
- Marr J. W. 1948. Ecology of the Forest-Tundra Ecotope of the East Coast of Hudson Bay. Ecol. Monogr., 18.
- Montfort C. 1921. Die aktive Wurzelsangung aus Hochmoorwasser im Laboratorium und am Standort und die Frage seiner Giftwirkung. Jahrbücher f. Wissensch. Bot., Bd. 60.
- Nordenskjöld A. E. 1882. Die Umseglung Asiens und Europas auf d. Vega. Bd. I.
- Pohle R. 1903. Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. Tr. СПб. Ботанического сада, т. XXI.
- Pohle R. 1917. Wald- und Baumgrenze in Nord-Russland. Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, № 4.
- Porsild A. E. 1938. Earth Mounds in Unglaciaded Arctic Northwestern America. The Geogr. Rev., v. 28, № 1.
- Regel C. 1949. Klimaänderung und Vegetationsentwicklung im eurasischen Norden. Österr. Bot. Zeitschr., 96.
- Regel C. 1950. Dynamik von Klima und Pflanzendecke in Nordeuropa. Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübél für das Jahr 1949.
- Reinikainen A. 1937. The irregular migrations of the Crossbill, *Loxia c. curvirostra*, and their relation to the conecon of conifers. Ornis fennica, B. 14, № 2.
- Renwall A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduction der Kiefer an der polaren Waldgrenzen. Helsingfors.
- Roder K. 1895. Die polare Waldgrenze. Dresden.
- Smith P. S. and J. B. Mertie. 1930. Geology and mineral resources of north-western Alaska. U. S. Geolog. Survey, Bull. 815.
- Sommier S. 1885. Un éstate in Siberia. Firenze.
- Sundborg G. 1946. Opportunity in Alaska. N. Y.
- Tikka P. S. 1928. Über das Vorkommen und die Entwicklung der Fichte in den trockenen Heidewälder von Nord Suomi (Finnland) Referat in Silva Fennica, 10, Helsinki.
- Wiesner I. 1907. Der Lichtgenuss der Pflanzen. Leipzig.
- Wigge K. 1927. Die Tundra als Landschaftsform. Köln.

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Предисловие | 3 |
| Природные особенности Крайнего Севера и пути использования его растительных ресурсов | 5 |
| Безлесье тундр и его причины | 13 |
| Значение деятельности человека в динамике северной границы лесной растительности | 40 |
| Былое облесение территории тундры и изменение северной границы лесной растительности в настоящее время | 46 |
| Как изменит природу тундры ее облесение? | 55 |
| О возможных мерах по преодолению безлесья тундры. Охрана леса на его северных рубежах | 61 |
| Заключение | 77 |
| Литература | 80 |

CONTENTS

| | Page |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Foreword | 3 |
| The natural peculiarities of the Far North and the ways of its vegetational resources utilization | 5 |
| The treelessness of tundras and reasons for it | 13 |
| The importance of the activity of a Man in the moving of the northern limits of the woody vegetation | 40 |
| The existance of forests over the tundra territories in the past and the recent changes in the forest limit | 46 |
| What changes would happen in the tundra nature after its afforestation? | 55 |
| The possible measures of the overcoming of the tundra treelessness. Forest protection on its northern limits; | 61 |
| Conclusion | 77 |
| Literature | 80 |

Борис Анатольевич Тихомиров

**БЕЗЛЕСЬЕ ТУНДРЫ, ЕГО ПРИЧИНЫ
И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ**

* * *

*Утверждено к печати
Ботаническим институтом
им. В. Л. Комарова АН СССР*

*

Редактор Издательства *С. Д. Вихрев*
Художник *М. Н. Свинына*
Технический редактор *Г. П. Арефьева*
Корректор *Н. П. Яковлева*

*

Сдано в набор 7 VII 1962 г. Подписано к печати
6/IX 1962 г. РИСО АН СССР № 21-52В. Формат
бумаги 60×90¹/₁₆. Бум. л. 2¹³/₁₆. Печ. л. 5⁵/₈. =
5⁵/₈ усл. печ. л. Уч.-изд. л. 6,1. Изд. № 1878.
Тип. зак. № 743. М-37473. Тираж 1000.

Цена 43 коп.

Ленинградское отделение Издательства Академии наук СССР
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

1-я тип. Издательства Академии наук СССР
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

43 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ НАУК
СССР