

*Гусинский*

---

БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АКАДЕМИИ НАУК СССР

---


Б. Н. ГОРОДКОВ

# РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ СССР

---

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

---

  
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Б. Н. Городков

# Растительность тундровой зоны СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА—1935—ЛЕНИНГРАД

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР  
Март 1935 г.

Непременный секретарь академик В. Волгин

Ответственный редактор В. П. Савич  
Технический редактор А. Д. Покровский  
Ученый корректор Е. М. Мастыко

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	5
I. История исследования растительности тундровой зоны СССР . . . . .	7
II. Границы тундровой зоны . . . . .	11
III. Климат тундровой зоны . . . . .	14
IV. Жизненные растительные формы и зональные подразделения тундр . . . . .	19
V. Тундровые леса . . . . .	22
VI. Поемная растительность . . . . .	43
VII. Водная и снеговая растительность . . . . .	47
VIII. Тундровый тип растительности . . . . .	48
IX. Моховые тундры . . . . .	54
X. Полигональные и пятнистые тундры . . . . .	60
XI. Кочкарные тундры . . . . .	67
XII. Лишайниковые тундры . . . . .	71
XIII. Тундровые кустарники . . . . .	79
XIV. Тундровые луга . . . . .	84
XV. Дерновинные тундры . . . . .	87
XVI. Растительность береговых обнажений . . . . .	90
XVII. Тундровые болота . . . . .	—
XVIII. Горные тундры . . . . .	102
XIX. Классификация растительных формаций Арктики . . . . .	116
XX. Подзоны и провинции Арктики СССР . . . . .	120
Список упомянутой литературы . . . . .	131
Алфавитный указатель латинских названий растений . . . . .	137





## ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1929 г. к автору этой работы явились представители студентов-геоботаников Ленинградского университета с предложением объявить специальный курс, посвященный растительности тундр. Это требование студенческих масс было вызвано нуждой в опытных геоботаниках для исследования территорий, отводимых под оленеводческие совхозы и колхозы.

Нужда в опытных геоботаниках-тундроведах для работы в землеустроительных партиях Народного комиссариата земледелия и на станциях Главного управления северного морского пути велика. Значение геоботаников особенно повышается в настоящее время, когда животноводство и кормовая проблема привлекают особое внимание правительства СССР. Не только для оленеводства нужны геоботаники,—их работа оказалась очень полезной и в других исследованиях, связанных с промышленным освоением крайнего Севера. Например, изучение вечной мерзлоты и влияния ее на рельеф поверхности при гражданском, дорожном и аэродромном строительстве в Арктике очень ускорилося и облегчилось, когда геоботаникам удалось установить взаимосвязь между растительным покровом и глубиной протаивания вечной мерзлоты. Даже авиация на крайнем Севере получает от геоботаников-тундроведов хороший метод для быстрой ориентировки при выборе сухопутных посадочных площадок, основываясь на их растительности и микро-рельефе, хорошо заметных с высоты.

Предлагаемая работа составляет основную, геоботаническую часть курса тундроведения, читаемого автором на Биологическом факультете Ленинградского университета с 1930 г. Мы опускаем пока вводный отдел по физической географии Арктики и заключительный—производственный, занимающие в сумме половину всего курса. Кроме литературы, нами использованы некоторые и неопубликован-

ные материалы собственных экспедиций в различные районы тундровой зоны, но количество тех и других недостаточно для исчерпывающего представления о растительности Арктики СССР. Мы рассчитываем, что эти недостатки нашей работы уже в ближайшее время будут восполнены геоботаниками-тундроведами, которые работают и которым предстоит работать на крайнем Севере. Наша книжка будет полезна также и начинающим исследователям для ориентировки в незнакомой географической обстановке.

*Б. Городков.*

9 февраля 1935 г.

# I. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ СССР

Дореволюционную Россию не интересовали в достаточной степени обширные тундровые пространства, занимавшие около 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ее территории. Малые народности Севера, хозяева тундр, были предоставлены на произвол торгового и промышленного капитала. Естественные природные богатства тундровой зоны там, где они были легко доступны, расхищались пришлыми русскими торговцами и промышленниками. Совершенно неразвитая промышленность не способствовала культурному процветанию крайнего Севера и увеличению его населения. Лишь немногие тысячи сезонных рабочих каждое лето отправлялись в низовья Оби, Енисея, Лены и некоторых других рек для обслуживания рыбных промыслов. Широко распространено было мнение, что тундры непригодны для жизни оседлого культурного населения, что они могут прокормить лишь скудное число неприветливых „дикарей“, которым природой предписано вести кочевой образ жизни и существовать за счет оленеводства, охоты и рыбной ловли. Лишь отдельные энтузиасты Севера были иного мнения и считали тундры годными для культурного освоения.

Отношение к отсталым народам, населяющим тундры, резко изменилось после Октябрьской революции, ни получили действительную помощь со стороны других народов Союза в деле поднятия своего благосостояния и культурного уровня.

В связи с политикой Советской власти необходимо было перестроить материальную базу для коренного изменения первобытных жизненных условий туземцев крайнего Севера, а также для привлечения туда пришлого населения. Необходимо было развить

промышленность и изыскать местные ресурсы для основного снабжения занятых в ней рабочих. Это дело потребовало исследовательской работы, сопровождавшейся одновременно практическими мероприятиями по освоению тундр и прилегающих к ним морей. Потребовалось установить, что представляет в природном отношении тундровая зона, каковы ее производительные силы. К исследовательской работе были привлечены и геоботаники, потому что одним из основных природных ресурсов тундровой зоны и северной окраины лесов является естественная кормовая площадь, способная прокормить миллионы оленей, без которых пока заселение крайнего Севера на всем его протяжении невозможно.

Оленеводство еще долго будет одной из основ существования человека на крайнем Севере, потому что оно дает пищу, одежду и возможность передвигаться, а тем самым и использовать в промышленном отношении удаленные от морей и больших рек территории тундр. Между тем первобытное туземное оленеводство, хищнически использовавшее кормовые площади, особенно, трудно возобновляющиеся ягельники, не могло удовлетворить требований социалистического хозяйства. Необходима была коренная реорганизация его, и в первую очередь необходим был учет пастбищных угодий и знание о их размещении, т. е. изучение растительности с целью организации выпаса, мелиорации пастбищ и тем самым увеличения стада.

Продвижение других видов животноводства и сельскохозяйственного растениеводства на Север также требовало геоботанических исследований. При этом последние должны были изменить и уже изменили свое прежнее, по преимуществу отвлеченное научное направление. Они уступили место исследованиям с определенным практическим уклоном. Исследовательская работа геоботаников вступила на новый этап, особенностью которого является прежде всего количественная сторона — определение площадей угодий, их производительности и пр., между тем как прежде преобладала качественная сторона — типологические описания.

До XVIII столетия хозяйственное значение тундр было невелико, потому что продукты оленеводства и песец — основной пушной зверь тундровой зоны — не имели особенной ценности, а эксплуатация других природных богатств затруднялась суровым климатом и малолюдностью. Промышленников и торговцев более привлекала лесная зона, где добывались соболь и лисица и где население было несколько гуще. Тундры были известны лишь постольку, поскольку они нахо-

дидлись вдоль морских и речных путей, ведущих в Сибирь и далее на восток. Немногие, иногда полуфантастические сведения, чаще всего опросного характера, помещенные в работах иностранных путешественников и дипломатических представителей при Московском дворе,— вот все, что знал цивилизованный мир Западной Европы о тундрах России до XVIII ст. Более осведомлено было Московское правительство из донесений казаков и служилых людей, в XVII ст. прошедших Сибирь до Тихого океана.

В XVIII ст. в связи с нуждами развивавшейся промышленности началось научное изучение России большими правительственными экспедициями, из которых наибольшее значение для познания природы тундр имели отряды Великой Северной экспедиции, работавшие на побережье Ледовитого моря в 1734—1742 гг. Исследования Северной экспедиции дали лишь общее представление о ландшафте тундр, изучение же растительности их началось во второй половине столетия академическими экспедициями, участники которых Озерецковский (1772) и Зуев (1771) побывали в тундрах Европейской России и Западной Сибири.

В XIX ст. познание растительности тундровой зоны значительно подвинулось вперед благодаря ряду экспедиций, уже в начале этого периода (Биллингс, 1787—1791; Адамс, 1806; Геденштром, 1810) обследовавших частично побережье Ледовитого моря. Для Европейской России наибольшее значение имеют экспедиции Бэра на Новую Землю (1837), Шренка (1837) в Большеземельскую тундру, Гофмана (1850) к Полярному Уралу и на Пай-хой, Чилимана на Кольский полуостров (1887), Танфильева в Тиманскую тундру (1892). В Сибири наибольшие результаты дали экспедиции Миддендорфа (1843) на Таймырский полуостров, Шмидта (1866) в Гыданскую тундру и Сомме (1880) в низовья Оби. Некоторые сведения о растительности крайнего северо-востока можно найти в материалах экспедиций Врангеля (1820—1824), Майделя (1868—1870), а для района низовьев Лены экспедиций Анжу (1821—1823), Юргенса (1881—1884). Природные условия крайнего северо-востока Азии были несколько освещены также работами местной администрации и краеведов. Особенно много сведений о растительности прибрежных тундр дали плавание экспедиций Норденшельда в устье Енисея и вдоль северного побережья Сибири в конце 70-х годов прошлого столетия (1875—1879).

В XX ст. исследование природы тундровой зоны, в частности ее растительности, открывается поездкой Каяндера (1901) в низовья

Лены, экспедицией Толля (1900—1902) на побережье Таймыра и Ново-Сибирские острова, И. Толмачева (1905) на Хатангу и Анабару, Житкова (1908) на Ямал, экспедицией бр. Кузнецовых (1909) на Полярный Урал. О Чукотском полуострове и Анадырском округе много сведений сообщили Богданович (1900) и Полевой (1912—1913). На Канином полуострове работал С. Григорьев (1905, 1913—1914). Особенно известен, как знаток растительности тундр Европейской России и Западной Сибири, Поле, совершавший многократные поездки туда в течение 1898—1913 гг. В 1914 г. тундры в низовьях Енисея изучались Кузнецовым и Ревердатто, а в 1914 и 1917 гг. в низовьях Оби работал Городков. Кольский полуостров и Новая Земля были посещены Регелем в 1913—1915 гг.

Исследовательская деятельность послереволюционного времени в тундрах Союза может быть разделена на два периода. До 1928 г. изучение растительности тундровой зоны не было планомерным и нарочитым, но оно производилось Академией Наук, Северной Промысловой экспедицией и другими учреждениями как часть комплексного исследования крайнего Севера. За это время можно отметить работы Сапожникова (1919) в Обской губе, А. Григорьева (1921) в Большеземельской тундре; Линге (1921) на Новой Земле; Городкова (1923—1928) в низовьях р. Пура, на Полярном Урале, в Гыданской тундре; А. Толмачева (1923—1928) на европейском побережье Ледовитого моря, на острове Колгуеве и Новой Земле, в низовьях Енисея и на Таймыре; Перфильева (1926—1927) на Колгуеве и Новой Земле, Цинзерлинга (1928) и др. на Кольском полуострове.

С началом коллективизации на Севере и промышленного освоения его прежние геоботанические исследования с академическим направлением сделались недостаточными, потому что они не удовлетворяли потребностей практики. Наступил второй период, начались специальные исследования для нужд колхозного и совхозного строительства различными хозяйственными учреждениями, как, например, Госторгом Северного края, Государственным Земельным трестом, Акционерным Камчатским обществом. До 1932 г. была изучена в геоботаническом отношении почти вся Европейская часть тундровой зоны (Андреев, Дедов, Зубков, Игощина, Лесков, Самбук, Смирнова), южное побережье Обской губы (Говорухин), некоторые участки в низовьях Енисея (Шенберг, Шумилова), Анадырский и Пенжинский районы на Дальнем Востоке (Сочава, Саверкин).

Особенно значительное количество партий работало по всей тундровой зоне СССР в 1932 г., когда одновременно велись геоботанические исследования для нужд землеустройства Госземтрестом, ватем Арктическим институтом и производилась инвентаризация естественных кормовых угодий Институтом оленеводства. В этом году исследования охватили Кольский полуостров (Салазкин и др.), Новую Землю (Александрова, Зубков), Малоземельскую и Большеземельскую тундры (Дедов, Самбук, Шенберг), Ямал и Полярный Урал (Андреев, Игошина), Анабарский район (Сочава), Пенжину (Городков, Кожанов, Кильдюшевский, Тихомиров), Анадырь (Васильев, Тюлина).<sup>1</sup>

В 1933 г. исследовательские работы названных учреждений продолжались по всему пространству тундр от Кольского полуострова до р. Оби, а на Анадыре и Пенжине заканчивали свои исследования экспедиции Земельного управления (бывш. Госземтреста). Таким образом после 1933 г. остались неосвоенными в достаточной степени лишь тундры Таймыра, Якутия между Леной и Колымой и Чукотский полуостров. В 1934 г. этот пробел был несколько восполнен исследованиями Самбука, Александровой и Тюлиной, работавшими в лесотундре Таймыра, и поездкой Городкова на побережье Чукотского полуострова.

На опыте экспедиций 1928—1934 гг. советские геоботаники вырабатывали методику экспедиционных исследований для нужд социалистического хозяйства, а на зональных станциях и опорных пунктах Института оленеводства началась систематическая стационарная работа. В дальнейшем предстоит более углубленные геоботанические исследования в связи с внутрихозяйственным устройством оленеводческих совхозов и колхозов.

## II. ГРАНИЦЫ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ

Лесная зона равнин вблизи своего северного предела испытывает постепенные изменения в характере растительности. Деревья в лесах приобретают угнетенный вид: они становятся ниже, сбегистее; из-за гнили сердцевины начинают отмирать раньше того возраста, до которого доживают на юге; их верхушки нередко изгибаются в сторону от преобладающих ветров, неправильно ветвятся и отсыхают; годовые кольца становятся тонкими и смолистыми; появляется свилеватость, отчего технические свойства древесины ухудшаются. Некоторые древесные породы выпадают и уступают место другим,



более выносливым, но и последние по мере приближения к Ледовитому морю чувствуют себя все хуже и хуже.

Изменения происходят в растительности и заболоченных мест. Обширные торфяные болота Европы и западной Сибири становятся безлесными и сильно зарастают лишайниками, их глубина значительно уменьшается. На северо-востоке Азии болотистые лиственничные леса постепенно сменяются кочковатыми мокрыми пространствами, покрытыми кустарниками.

На своем северном пределе леса, в которых сохранились лишь немногие древесные породы, делаются сильно разреженными, деревья их особенно угнетенными, а сами леса распадаются на небольшие острова, несколько смыкающиеся лишь вдоль рек. В свою очередь водораздельные болота сменяются болотистыми тундрами с мало-мощным торфянистым покровом. Становится совершенно определенным, что севернее известного предела, различного в разных частях земного шара, древесная растительность не может нормально развиваться, а сфагновые торфяники интенсивно нарастают, в результате чего лесная зона сменяется тундровой.

Провести в натуре границу между той и другой зонами оказывается нелегко, не только потому, что смена растительности постепенна, но и потому, что еще нет общепринятого принципиального обоснования типа тундровой растительности и его отличия от других, например, от болотного. Дело осложняется также тем, что в природе почти не существует резких географических границ. В огромном большинстве случаев различные ландшафтные явления, в том числе и растительные группировки разных рангов, особенно же геоботанические районы, переходят друг в друга постепенно, и лишь после накопления достаточного количества признаков становится заметной разница между ними. Этими обстоятельствами в значительной мере объясняется, почему в последнее время одни склонны относить лесотундру к лесной зоне (Дедов), другие к тундровой (Городков, Берг), а третьи считают ее самостоятельной зоной (Цинзерлинг).

По нашему мнению, границы между основными растительными зонами должны проводиться там, где меняется ведущий экологический фактор и тем самым существенно изменяется и ландшафт, как, например, при переходе лесной зоны к степной или от лесной к тундровой. При этом на соответствующих местообитаниях сменяются уже не замещающие ассоциации, но тип растительности. В частности, на границе лесов и тундр впервые появляются на дре-

нированных материковых участках вместо лесов безлесные тундровые ассоциации, а господствовавшие на водоразделах леса и верховые сфагновые болота сохраняются лишь в долинах рек или по отдельным выходам песков. Такое сильное изменение растительности обусловлено тем, что для деревьев, имевших избыток влаги в грунтах лесной зоны, оказывается физиологически труднодоступной холодная вода тундровых почв, иначе сказать, ведущий фактор распределения растительности на территории лесной зоны — влажность почв — сменился иным ведущим фактором — низкой температурой почвы. Наконец, там, где по климатическим условиям на обширных пространствах уже не стаивают лед и снег, и растительность, кроме некоторых водорослей, в состоянии существовать лишь на небольших участках по крутым склонам, на выступающих из-под льда горных вершинах (нунатаках) и моренах или по морскому побережью, мы вступаем в снеговую зону (Пенк). Ведущим экологическим фактором здесь оказывается уже не столько низкая температура почвы, сколько сильнее ветры, сметающие зимой снег и коррадирующие растительный и почвенный покров. Таким образом вся Арктика по характеру своей растительности делится на две зоны с С на Ю: снеговую и тундровую. Южнее располагается лесная зона.

Северную границу тундровой зоны мы проводим там, где впервые на невысоких горных плато появляются постоянные снежные поля и глетчеры, а на свободных ото льда пространствах становятся господствующими оголенные полигональные тундры и щебенчатые арктические пустыни. Южная граница проходит по линии, соединяющей первые естественно безлесные участки тундры на плакорных или приближающихся к ним местообитаниях. В натуре в пределах снеговой зоны включается лишь часть островов Северного Ледовитого моря: северный остров Новой Земли, архипелаг Франца-Иосифа, Северная Земля, часть островов Новосибирских, повидимому, остров Геральда. К тундровой зоне принадлежат остальные острова и разной ширины полоса побережья, грубо ограниченная с юга по линии: Кола — южная часть Канина полуострова — широта Полярного круга до Обдорска — низовья р. Таза — р. Енисей близ устья р. Хантайки — северная окраина Центрально-Сибирского плоскогорья — рр. Лена и Индигирка на 70-й параллели — Нижне-Колымск на р. Колыме — верховья р. Анадыря — восточный склон Колымского хребта — р. Гижига — залив Корфа.

### III. КЛИМАТ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ

Страна, находящаяся в описанных пределах, имеет довольно разнообразный климат. Мы остановимся лишь на наиболее важных для растительности элементах его: на температуре воздуха и почвы, на ветрах, осадках, влажности воздуха, облачности и на световом климате.

Хотя средняя годовая температура, по мнению Воейкова, не имеет особенного значения для характеристики природных условий, мы все-таки сообщим, что в различных частях тундровой зоны она изменяется от  $-4^{\circ}$  до  $-17^{\circ}$ . Столь большая изменчивость ее в пределах одной растительной зоны объясняется влиянием морей. Западная часть тундровой зоны находится под умеряющим воздействием теплого течения Гольфштрема, а центральная и восточная подвержены суровому континентальному климату северной Азии и холодному морскому Берингова моря.

Решающее значение при объяснении характера растительности и границ тундровой зоны имеют температуры вегетационного периода. До сих пор еще многие, следуя Гризебаху и Друде, считают за южный предел тундр изотерму июля в  $10^{\circ}\text{Ц}$  ( $8^{\circ}\text{Р}$ ). Хотя точного совпадения между отдельными изотермами вегетационного периода и южной границей тундр (соответственно, северным пределом лесов) и нет на всем протяжении северного полушария, но совершенно несомненен их близкий параллелизм, как и параллелизм с побережьем Северного Ледовитого моря. Подобно летним изотермам, граница между лесной и тундровой зонами изгибается к северу в областях континентального климата с теплым летом и круто опускается к югу вблизи морей с их прохладным летом. Наиболее далеко к северу, далее  $72^{\circ}$  с. ш., продвигается древесная растительность на Таймыре и наиболее опускается граница тундр к югу, почти до  $60^{\circ}$  с. ш., на Дальнем Востоке. Особенно наглядно воздействие моря на северо-восточной оконечности Азии, где сел. Анадырь (Новомариинский пост) в устье р. Анадыря при своем типичном тундровом ландшафте имеет среднюю температуру июля  $11^{\circ}$  и января  $-23^{\circ}$ , а находящееся с ним на одной широте Марково, удаленное на 250 км от моря, имеет среднюю температуру июля  $14.5^{\circ}$ , января  $-28.6^{\circ}$  и лежит почти на границе лесов. Средняя температура воздуха наиболее теплого месяца июля в зависимости от широты местности и ее положения относительно морей различна: на

севере Таймырского полуострова она всего около  $3^{\circ}$ , а на южном пределе тундровой зоны достигает  $13-14^{\circ}$ , причем июльские изотермы в  $12-14^{\circ}$  (приведенные к уровню моря) ближе других совпадают с южной границей тундровой зоны, как мы ее приняли.

Средняя температура вегетационного периода не имеет столь большой амплитуды, и ухудшение условий существования растений на севере сводится не столько к уменьшению летних температур, сколько к укорачиванию периода жизнедеятельности растительности. К сожалению, мы не располагаем достаточными сведениями, чтобы вычислить температуры вегетационного периода для разных частей всей тундровой зоны. Мы сделали такую попытку для Западносибирской низменности и нашли среднюю температуру вегетационного периода подзоны арктических тундр  $4^{\circ}$  при 2 месяцах продолжительности его, для типичной тундры  $5.7^{\circ}$  (3 месяца) и для лесотундры  $9.4^{\circ}$  (4 месяца). Еще меньше разница в низовьях Енисея, где Дудинка вблизи предела лесов имеет температуру вегетационного периода за 4 месяца  $8.6^{\circ}$ , а расположенная более чем на два градуса к северу Гольчиха для 3 месяцев вегетационного периода имеет  $7.7^{\circ}$ . Однако, эти средние числа метеорологических станций не в состоянии дать исчерпывающего представления о температурных условиях, в которых находится растительность тундровой зоны, потому что неприхотливые арктические растения могут довольствоваться лишь узким слоем воздуха и земли, где они, прижимаясь к поверхности, пользуются температурами, которые, по мнению Вегенера, соответствуют необходимой для их роста 10-градусной июльской средней температуре.

Зимние температуры непосредственно не имеют большого значения для растительности, поэтому мы не будем долго останавливаться на них, укажем только, что суровость зимнего климата тундровой зоны обусловлена не столько низкими температурами, сколько сочетанием их с сильными ветрами, так называемой жесткостью погоды. Подобно летним, средние зимние температуры также значительно меняются в зависимости от географического положения. Они наиболее низки в Якутии, достигая, например, в Булуне для января  $-40^{\circ}$ , для Русского Устья  $-38^{\circ}$ ; несколько выше температуры на западе Сибири, например, в Дудинке  $-29.3^{\circ}$ , в Обдорске  $-25.6^{\circ}$ . По мере приближения к морям, особенно к Атлантическому океану, температура воздуха в январе повышается (Колгуев  $-13^{\circ}$ , Мал. Кармакулы на Новой Земле  $-16.5^{\circ}$ , Новомариинский пост в устье Анадыря  $-23^{\circ}$ ). Даже Ледовитое море оказывает свое умеряющее влияние: зимы

менее холодны на его побережье по сравнению с материком, несмотря на южное положение последнего.

Это обстоятельство находится в связи с антициклоническим типом погоды на материке зимой; летом, наоборот, антициклон располагается над Ледовитым морем. Поэтому наблюдается известная закономерность в распределении ветров. В большей части тундровой зоны летом дуют ветры северных румбов, а зимой южных. Сила их очень велика, особенно в области низовьев Енисея и Оби, где она достигает в среднем за год 6—7 м/сек. По направлению к востоку и западу она несколько падает, но все-таки не опускается ниже 4 м/сек. Во все времена года ветры имеют большое значение для растительности не только прямое — механическое и физиологическое, но и косвенное, вызывая уплотнение и неравномерное распределение снегов. Последние на повышенных, открытых местах нередко сносятся почти целиком, а в низинах, наоборот, набиваются мощными сугробами. На более ровных местах плотный, свободно выдерживающий человека слой снега невелик. Он измеряется обыкновенно немногими десятками сантиметров. Например, на Ямале, по наблюдениям Житкова, его глубина достигает всего 20—30 см, то же мы наблюдали в Гыданской тундре. Для Таймыра Миддендорф сообщает еще меньшие цифры — 5—15 см, в Булуне и Казачьем соответствующие величины 15—20 см. Вместе с тем и этот незначительный слой снега, едва защищающий невысокие кустарники, не находится в покое, но его поверхностные слои все время испытывают изменения, шлифуясь и переносясь ветром. Механическое воздействие твердых при низкой температуре кристаллов снега достаточно велико, чтобы не только уничтожить или изуродовать выступающие над снеговым покровом побеги растений, но и шлифовать скалы. В лесотундре, где умеряется и сила ветра, снега рыхлее и глубже, то же наблюдается и на западе тундровой зоны. Например, на Кольском полуострове, по Чильману, глубина снега 45—60 см и до 1 м.

Незначительный снеговой покров тундровой зоны свидетельствует о ее малых осадках. Их годовое количество не превышает 250 мм, падая ниже 150 мм на севере Якутии и поднимаясь почти до 400 мм лишь на севере Кольского полуострова, вблизи Атлантического океана. Около 50—60% осадков приходится на лето, за зиму выпадает всего около 10%. Это соотношение изменяется в пользу зимы в Приатлантической тундре. Сила осадков ничтожна, дожди обыкновенно лишь моросят, причем наибольшее число дней с осадками приходится на осень.

Для растительности большое значение имеет влажность воздуха, особенно недостаток насыщения. При малой абсолютной влажности относительная годовая влажность в тундровой зоне, повидимому, велика и мало отличается от такой же величины лесной зоны. Она колеблется около 80%, падая летом до 70—75%.

Принято считать, что в Арктике облачность очень велика, но это представление, основанное на наблюдениях приморских станций, не соответствует действительности. Сильная облачность и частые туманы наблюдаются в тундровой зоне лишь на побережьях морей, достигая 70—75% (годовая облачность) на западе и крайнем востоке. В приморской Якутии годовая облачность уже 60—70%, а летняя около 70—75%. По удалении от моря летняя облачность явно понижается даже в Приатлантической Лапландии, где, по Липпмаа, в июле и августе количество часов с солнечным сиянием часто превосходит 40% наибольшего возможного числа. Это обстоятельство необходимо учесть при оценке светового климата тундровой зоны, потому что интенсивность света на крайнем Севере лишь немного меньше, чем в средних широтах, а количество химически действующих лучей даже больше. Последнее объясняется прозрачностью и малой абсолютной влажностью воздуха Арктики. Общее количество света в тундрах не очень разнится от средних широт, достигая приблизительно  $\frac{2}{3}$ . В общем, плохие условия Севера для растительности обусловлены низкими температурами, а не недостатком света. По подсчету Иванова, даже на Шпицбергене, при использовании 1% световой энергии, 1 га может дать 5000 кг урожая (максимальная продукция в Европе 4500 кг).

Особенность света высоких широт—это его непрерывность летом, что очень благоприятствует при коротком вегетационном периоде растительности, которая приспособлена к длинным дням. Растения короткого дня в Арктике нормально развиваться не могут.

В заключение нашего климатического очерка мы должны остановиться еще на одном характерном для тундровой зоны явлении, связанном со всей совокупностью ее климатических факторов,—на вечной мерзлоте грунтов. Почти вся тундровая зона, за исключением ее крайнего западного участка на Кольском полуострове, располагается на мерзлых грунтах, оттаивающих летом на незначительную величину, не превышающую 150—200 см. Лишь некоторые места в лесотундре, подверженные действию проточных вод, не имеют вечной мерзлоты. Глубина оттаивания ее находится в соотношении с общеклиматическими условиями, механическим составом

и влажностью грунтов, зависит от мертвого или живого растительного покрова и других причин. Вечная мерзлота имеет огромное значение для растительности, чаще отрицательное, чем положительное. Отрицательное действие вечной мерзлоты заключается в понижении температуры почвы и заболачивании ее, а положительное в том, что при малом количестве атмосферных осадков тундровой зоны вечная мерзлота задерживает влагу в почве и тем предохраняет растительность от засухи.

Наблюдений над температурными условиями почв тундр мы имеем очень мало, особенно для территории СССР. Известно только, что почвенные температуры летом быстро падают с глубиной, причем их градиент тем больше, чем ближе к поверхности уровень вечной мерзлоты. На поверхности дерновины температуры могут достигать  $30^{\circ}$  и более, даже далеко севернее Полярного круга, между тем как на глубине 10 см, т. е. в слое, где в более благоприятных условиях скопляется главная масса корней травянистой и кустарниковой растительности, она в большинстве случаев не превышает  $10^{\circ}$  и то на недолгий срок. При этом оттаивание тундровых почв в начале лета идет медленно, потому что верхние горизонты их обыкновенно пронизаны ледяными прослойками, поглощающими много тепла, благодаря большой скрытой теплоте плавления льда и значительной теплоемкости воды. Лишь под влиянием проточных вод весеннее оттаивание почвы происходит быстрее. По нашим наблюдениям на юге лесотундры в Пенжинском районе Дальнего Востока, температура почвы достигает  $10\text{--}15^{\circ}$  на глубине 10 см лишь на непродолжительный срок в середине августа, никогда не превышая  $4\text{--}5^{\circ}$  на глубине 20 см, но будучи обыкновенно ниже. На юге Большеземельской тундры наши исследования обнаружили более благоприятные температурные условия: там температуры среднезадернованных тундр даже на глубине 50 см достигали в середине лета  $5\text{--}10^{\circ}$ . На крайнем севере тундровой зоны, например, на Таймыре под  $76^{\circ}$  с. ш., по наблюдениям экспедиции Академии Наук в 1901 г., температура слабо оттаивающей почвы уже на глубине 20 см в августе и июле не превышала  $0.5^{\circ}$ . Впрочем, на меньшей глубине (5 см) хорошо прогреваемая почва даже на земле Франца-Иосифа и на Шпицбергене в течение июля и августа имеет среднюю температуру от  $3$  до  $7^{\circ}$  (Иванов).

При продвижении земледельческой культуры в тундровую зону придется бороться с неблагоприятными почвенными условиями — низкой температурой и заболоченностью, одновременно выводя мо-

розоустойчивые сорта. До некоторого северного предела устойчивое понижение вечной мерзлоты, кроме удаления торфянистой дерновины, может быть достигнуто воздействием на почву проточных вод или прогреванием паром с последующим дренажем и защитой почвы зимой от сильного промерзания путем накопления снега.

#### IV. ЖИЗНЕННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ И ЗОНАЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ТУНДР

Ряд растительных жизненных форм не в состоянии существовать в условиях климата Арктики, а те растения, которые способны прозябать в пределах узкого слоя, примыкающего к поверхности земли, выработали защитные приспособления против неблагоприятных обстоятельств: низкой температуры вегетационного периода и его краткости, физиологической сухости, сильного и непрерывного освещения. По классификации Раункиера-Гамса, они принадлежат преимущественно к хамефитам и гемикриптофитам, терофиты-однолетники единичны. Фанерофиты-кустарники могут существовать лишь на местах, прикрытых зимой достаточным слоем снега, а деревья появляются только на крайнем юге зоны. Поздно оттаивающая почва с вечной мерзлотой мешает произрастанию геофитов, особенно луковичных и клубненосных. Образованию подземных органов размножения их препятствует также непрерывное освещение во время вегетационного периода.

Зато в тундровой зоне очень распространены формы с листьями, собранными в розетку, ползучие кустарники и кустарнички, а в крайней и горной Арктике еще подушкообразные растения, т. е. такие формы, которые наилучшим образом способны использовать тепло приземного слоя воздуха и предохранить себя от излишнего испарения, усиливаемого постоянными ветрами, испарения, особенно вредного при физиологической сухости местообитаний с низкими почвенными температурами. Для защиты от избыточного освещения тундровые растения выработали, как это показал Липпмаа, ряд приспособлений: блестящую, отражающую свет листву, пигменты, бедность хлорофиллом и др.

В соответствии с присутствием тех или иных жизненных форм, слагающих растительные ассоциации тундровой зоны и отражающих изменение ее воздушным и почвенным климатическим условиям, мы разделяем тундровую зону на несколько подзон с юга на север: подзону южной лесотундры, северной лесотундры, кустарниковых



тундр, лишайниково-моховых тундр и подзону арктических тундр. Эти подзоны равнин не остаются однородными на всем протяжении, но изменяются в зависимости от степени континентальности климата и истории развития флоры страны. Некоторые подзоны иногда выклиниваются, как, например, две северных подзоны на Кольском полуострове, в других случаях они прерываются горными поднятиями с вертикальной зональностью.

В основу разделения равнин нами положены существующие работы для крайнего севера Европы и Западносибирской низменности. Первое ботаническое разделение севера Европейской России дал Траутфеттер. Он различает: округ морских растений Северного моря, округ альпийских ив (Новая Земля, Колгуев, Вайгач, северный Урал), округ малорослой березы (от Белого моря до Урала к северу от границы сибирской ели), округ обыкновенной березы (Кольский полуостров и др.), округ сибирской ели (от Белого моря до Урала к югу от границы распространения этого дерева). Немного позднее появилась таблица ботанических областей северо-восточной России, составленная Шренком. Он характеризует свои области в пределах Арктики составом флоры и основными растительными формациями, упоминает о степени оттаивания почвы и сохранения снегов летом, о возможностях оленеводства. Поле делит полярную, или тундровую растительную область на арктическую и субарктическую зоны; к последней на юге примыкает полоса криволинейных (лесных островов). Субарктическая зона в свою очередь распадается на западную часть — до Тимана — и восточную — до Урала. Позднее этот же автор разделил тундру Западносибирской низменности на субарктическую, или ольховую зону и на арктическую, или дриадовую зону. Первая делится на пояс карликовой березы и пояс багульника. Городков выделяет в тундровой зоне Западносибирской низменности следующие подзоны: лесотундры, типичной и арктической тундры. Позднее лесотундра была им разбита на две подзоны: южной и северной лесотундры. Берг делит зону тундр на следующие подзоны: арктическая тундра, типичная, или кустарниковая тундра, южная тундра и лесотундра (переходная подзона). Ему следует Цинзерлинг при описании растительности Кольского полуострова, считая только лесотундру за самостоятельную зону. Ревердатто намечает в провинции Западносибирской низменности округ низменной Обско-Тазовской тундры, а в провинции Среднесибирского плоскогорья округа: арктической каменисто-щебенчатой тундры, арктической горно-лиственничной лесотундры.

тундры и Туруханско-Тазовской лесотундры. Комаров полярный пояс Якутии до лесной границы делит на две части: более северный с разорванной растительностью, без почвенного покрова, и более южный, где хотя бы местами имеются торфяная почва и сомкнутый тундровый ковер. Эти части в основе одинаковы с арктической и субарктической зонами Поле. Особенно детально описывает подзоны тундр Северного края Андреев. Он различает в Большеземельской тундре южную лесотундру, северную лесотундру (граница между ними является резкой границей между зонами леса и тундры), подзону ерников, подзону моховых тундр, подзону осоковых и моховых тундр и подзону осоковых и полигональных тундр. Первые четыре имеют своих аналогов в Тимано-Канинской тундре. Самбук и Дедов также делят Припечорские тундры на подзоны, но на несколько иных основаниях, чем Андреев. Они различают 4 подзоны: арктическую (или полигональную), моховую (или мохово-кустарничковую, мохово-лишайниковую), кустарниковую (ерниковую, ивняково-ерниковую) лесотундру. Сочава расчленил Анабарский район на подзону арктических, или кустарничково-безъягодных тундр, подзону лишайниковых тундр, ерnikово-тальниковую подзону и подзону лесотундры. К лесотундре с юга примыкает предтундровая подзона лесной области. На работах других авторов, специально к тундрам не относящихся, мы не останавливаемся, потому что они или слишком общи и сводятся к выделению лишь зоны тундры и лесотундры, или, наоборот, описывают мелкие, незональные районы.

Как видно из сделанного перечисления, принципы зональных разделений крайнего Севера у различных авторов разнообразны: они то флористического характера, то формационного. Наиболее обосновано деление Андреева, который считает, что в основу выделения подзон не может быть положен ни отдельно взятый флористический принцип, ни распространение отдельных ценозов или типов, но лишь замещающие серии последних с учетом их площадей. Иначе сказать, в основу геоботанического районирования должны быть положены комплексы растительных ассоциаций. Выше мы указывали, что за границу зоны мы принимаем ту полосу, где основной тип растительности для плакорных условий и для заболоченных водоразделов сменяется другим: например, леса и верховые сфагновые торфяники уступают место сухим и заболоченным тундрам, а тундры на севере—арктическим пустыням и снежным и ледяным полям. Границы же между подзонами должны быть прово-

димы на основании распределения (ареалов) замещающих растительных ассоциаций, смена которых отражает смену в условиях местообитаний.

При климатическом районировании мы встречаемся с неизбежными затруднениями, вызванными влиянием исторического хода развития растительности тундр в послеледниковое время (а на крайнем северо-востоке, не испытавшем сплошного оледенения, и с третичного периода), но эти влияния мало сказываются на широтной зональности. Они более значимы при выделении крупных долготных геоботанических подразделений (провинций, по Крылову и Цинзерлингу), причем даже и в этих последних при однородности флоры Арктики различия выступают слабо и затушевываются влиянием климата или еще более вертикальной зональностью поднятий и воздействием эдафических факторов. Азональные эдафические факторы не препятствуют выявлению достаточно крупных зональных подразделений тундры, потому что мы учитываем комплексы растительности, а не отдельные ассоциации отдельных местообитаний. Они затрудняют только проведение границ между подзонами, потому что темпы изменения растительности, выражающиеся в смене одних замещающих ассоциаций другими, разные при различных эдафических условиях. Это затруднение теоретического порядка усугубляется на практике еще недостатком сведений о растительности тундр для очень многих частей нашей зоны. Поэтому нам придется во многих случаях проводить границы между подзонами лишь по внешним, легко заметным признакам, например, по распространению лесных островов, сомкнутости и разорванности растительного покрова, присутствию кустарников и пр., не вдаваясь в детальный анализ комплексов замещающих ассоциаций. При нашем кратком описании растительности тундровой зоны мы не сможем выделить мелких районов, выявляющихся в результате изменения количественных соотношений между одинаковыми ассоциациями, но выделим только горные области, прерывающие своим воздействием, и климатическим и эдафическим, плавную смену зональных ландшафтов равнинных тундр.

## У. ТУНДРОВЫЕ ЛЕСА

Было бы неправильным считать, что лесные острова, которые встречаются в лесотундре, суть отторженцы лесной зоны, как бы инородные, интразональные включения в зону тундр. Интразональных явлений в растительном покрове, особенно чувствительном.

к климатическим воздействиям, не существует, но всякая растительность, в том числе и лесотундры, имеет признаки, достаточно отличающие ее от растительности соседних зон и подзон. Поэтому в отличие от лесов лесной зоны мы называем описываемые ассоциации тундровыми лесами, причисляя их, однако, к лесному типу растительности, а не к тундровому. Их характерной особенностью, являющейся следствием все более и более неблагоприятных для древесных жизненных форм условий тундровой зоны, надо считать угнетенность роста деревьев, сильную разреженность древесного яруса и, как следствие этого, достаточное освещение напочвенных ярусов, где поэтому нередко преобладают светолюбивые лишайники и кустарники.

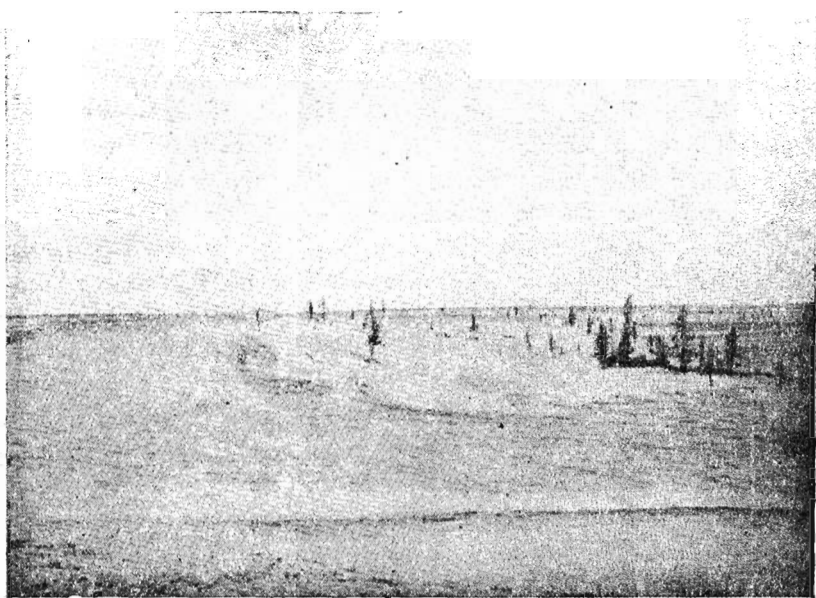
Малое влияние, которое оказывает древесный полог на поверхность почвы под ним, выражается в том, что растительность нижних ярусов очень сходна с растительностью настоящих тундровых, безлесных ассоциаций соседних подзон, замещающих на соответствующих местообитаниях леса. Это явление, в котором хорошо проявляется известная самостоятельность ярусов и синузий, названо Сочава инкубацией ярусов. Особенно хорошо инкубационные ряды выражены в ассоциациях с лишайниковым напочвенным покровом или с кустарниковым ярусом.

Неплотное произрастание деревьев в лесах близ их северного предела, по Миддендорфу, зависит от низкой температуры воздуха в тени, отчего не всходит подрост. Позднее причину разреженности древесного яруса в лесах крайнего Севера, в частности и в лесотундре, стали видеть в повышенном требовании деревьев к свету на севере (Визнер, Морозов). Визнер объясняет даже раскидистый рост деревьев и кустарников горной Лапландии стремлением их получить наибольшее количество света, а исчезновение древесной и кустарниковой растительности по направлению к полюсу обусловлено, по его мнению, не столько холодом, сколько ослаблением силы света. Между тем, позднейшее изучение светового климата Арктики показало, наоборот, что активность света в течение вегетационного периода там выше, чем в средних широтах, и таким образом мнение Визнера о световом голодании растений Арктики оказалось несостоятельным. Наконец, если бы разреженность тундровых лесов действительно вызывалась условиями освещения, было бы непонятным, почему леса в долинах тундровой зоны нередко образуют довольно густое, плотное насаждение в отличие от разреженных насаждений водоразделов.

Мы видим, подобно Григорьеву, причину разреженности тундровых лесов в грунтовых условиях. Летние температуры почвы в лесотундре невысоки, особенно в Азии, где леса не только тундровой зоны, но и в значительной части лесной растут на вечной мерзлоте. Древесным корням приходится довольствоваться узким слоем, в котором они могут распространяться вширь, но не вглубь. Это вызывает конкуренцию и гибель части деревьев на той площади, которая могла бы дать место большему числу деревьев при иных почвенных условиях.

Чем дальше к северу от линии сплошных лесов мы удаляемся, тем более разреженными становятся лесные насаждения, тем более они разбиваются на отдельные острова и группы. Миддендорф, Поле, Брокман-Иерош и др. считают нужным даже различать северную границу лесов и такую же границу деревьев. Эти две границы, довольно хорошо различимые в горах, на равнинах практически неразличимы, потому что невозможно провести разграничение между скоплением отдельных деревьев и разреженным лесом. Особенно обращает на себя внимание разреженность лиственничных лесов в лесотундре Сибири, где на гектар приходится всего от 300 до 1000 деревьев. Кузнецов и А. Толмачев даже называют их не лесами, а редколесьем. Этот своеобразный облик лесных насаждений северной лесотундры мы не можем объяснить лишь конкуренцией между распространяющимися вдоль поверхности почвы корнями. Причина здесь иная и заключается в том, что глубина оттаивающего летом слоя земли сильно изменяется на небольших протяжениях, и это не позволяет древесной растительности образовать сравнительно сомкнутые насаждения, как это бывает в южной половине лесотундры, но разбивает ее на группы и даже отдельные деревья. Наши наблюдения на северном пределе лесов в Большеземельской тундре совершенно определенно показали, что лесные острова там обыкновенно приурочены к участкам без вечной мерзлоты среди мерзлых безлесных пространств. Лишь для последних островков существует подозрение, что они растут над мерзлотой. В лесотундре Сибири и Дальнего Востока, в области сплошного распространения вечной мерзлоты, леса растут уже на вечно мерзлых почвах, но сравнительно быстро и глубоко оттаивающих, например, в долинах рек или на дренированных каменистых склонах.

Изучая распределение лесов в лесотундре, мы не можем с первого взгляда установить какой-либо закономерности в смысле приуроченности их к определенным элементам рельефа, как это пола-



Фиг. 1. Лиственный редколесье по краю речной долины в северной лесотундре близ Тазовской губы.

гает Григорьев: в одном районе крайние леса распространены на участках, лишенных вечной мерзлоты, в другом они растут на вечной мерзлоте; здесь последние острова лесов встречаются лишь близ рек, причем в одном случае в долинах их, а в другом и по склонам коренных берегов; там эти острова растут на водораздельных холмах; в одних случаях леса занимают дренированные, сухие склоны, в иных они приурочены к замешенным, пониженным котловинам и т. д. Это обстоятельство очень затрудняло выявление причин исчезновения лесов в тундровой зоне, ее безлесия, потому что объяснение, пригодное для ряда частных случаев, оказывалось неподходящим для других.

Первые исследователи причин безлесия тундр придавали особенное значение непосредственно климатическим факторам: воздействию особенно морозных зим с сильными сухими ветрами с севера (Шренк); влиянию губительной силы холодных и влажных ветров, дующих с Ледовитого моря (Миддендорф); непродолжительности вегетационного периода при повышенной потребности деревьев в солнечной теплоте и почвенной влаге (Гризебах). Существует немало попыток связать условия произрастания древесной

растительности с определенными климатическими факторами—температурой воздуха, его влажностью, но они не были удачными, потому что совпадение границ древесной растительности с месячными изотермами или другими линиями средних температур за известный период (Рубинштейн) имеет лишь местное значение. Объединение тундровой зоны с областью, где во время вегетационного периода относительная влажность воздуха в 1 ч. дня превышает 70% (Каминский), весьма сомнительно из-за малого нашего знакомства с влажностью воздуха тундровой зоны. Единственно, что с несомненностью выступает,—это некоторый параллелизм северного предела лесов с изотермами летнего периода, между тем как с изотермами зимы никакой связи нет. Отсюда понятен и параллелизм лесной границы с берегом Ледовитого моря, потому что летние изотермы, отражая континентальность климата, следуют приблизительно параллельно морскому побережью.

С иной точки зрения подошел к разрешению вопроса о безлесьи тундр Чильман, который обратил внимание не столько на внешние климатические и прочие факторы, сколько на отношение самой растительности, и в частности древесной, к экологическим условиям на северном пределе лесов. Это был принципиально иной метод исследования и он дал плодотворные результаты, так как сделал ненужными розыски определенных внешних климатических или эдафических воздействий, вызывающих гибель древесных жизненных форм.

При физиологическом подходе к разрешению вопроса о безлесьи тундр нет надобности искать первичных и вторичных факторов географической среды в пределах всей тундровой зоны, как это делает Григорьев. Решающим или решающими факторами в различных случаях могут оказаться самые разнообразные внешние причины, иногда совершенно незначительные, если они будут способствовать угнетению необходимых физиологических процессов деревьев. Ссылки на столь общие причины, как инсоляция или рельеф, несколько не помогут разрешению вопроса. Только учет самых разнообразных экологических факторов по отношению к определенным древесным породам и к определенной местности может быть плодотворным. Общее решение вопроса будет заключаться в нахождении той ведущей физиологической потребности древесных жизненных форм, неудовлетворение которой ведет к гибели дерева, прежде чем начнут сказываться вредные воздействия экологических факторов на другие стороны его жизни. Такой ведущей физиологической потребностью

после исследований Чильмана большинством признается потребность древесной растительности в воде.

По мнению Чильмана, растительность Арктики на обширнейших протяжениях летом и зимой испытывает несоответствие между приходом и расходом влаги, поступление которой из замерзшей или холодной почвы очень затруднено, между тем как испарение усилено постоянными ветрами. Древесная растительность гибнет в результате непрерывного высыхания молодых побегов в то время года, когда невозможно возмещение испарившейся воды. Таким временем года Чильман считает зиму, придавая при этом особенное значение не недостатку насыщения влагой воздуха, но непрерывным морозам. Вместе с тем Чильман, основываясь на наблюдениях Миддендорфа, отмечает значительную сухость воздуха при очень низких температурах.

Объяснение Чильмана безлесия тундровой зоны было принято большинством ботаников и географов и в настоящее время оно является господствующим. Однако, отнесение на зиму губительного для древесной растительности периода начинает вызывать сомнение (Гейн). Вигге считает, что не зимняя сухость атмосферы, как думает Чильман, приводит к гибели дерева, но физиологическая сухость и бедность питательными веществами почвы в течение теплого времени года. К выводу о том, что безлесие тундр вызывается несоответствием баланса влаги именно во время вегетационного периода, пришел также и Городков. Еще раньше Родер, имея преувеличенное представление о сухости и силе ветров, дующих летом с Ледовитого моря, писал, что деревья на северной границе погибают от их высушивающего действия при невозможности возместить потерю влаги, благодаря охлаждению от испарения и ледяной температуре корневой воды; в некотором удалении от побережья ветры теряют свою уничтожающую древесную растительность силу, и поэтому граница лесов приблизительно параллельна береговой линии. Положению Чильмана противоречит существование лесов на местах, открытых зимним ветрам, но обладающих хорошо прогреваемыми летом грунтами; противоречит также лучший рост деревьев на песках и других грубых субстратах; наконец, противоречит самая приуроченность последних лесных островов к наиболее благоприятным в температурном отношении почвенным условиям. Все это такие обстоятельства, которые никак не могут оказать влияния на древесную растительность в зимнее время, но очень существенны в течение вегетационного периода. Наконец, работы Михаелиса показали, что даже не-



сбрасывающие листья ель и горная сосна оказываются очень выносливыми по отношению к транспирации в условиях зимнего высокогорного климата Западной Европы с его сравнительно высокой температурой, с сильной инсоляцией и ветрами, с очень падающей временами относительной влажностью разреженного воздуха. Тем более должны быть стойкими против испарения такие оголенные зимой деревья, как лиственницы, образующие северный предел лесных насаждений в Сибири.

Возможность значительного зимнего испарения при низких температурах также сомнительна, и действительно, наши опыты зимой 1927 г. в Гыданской тундре показали, что пропитанная льдом батистовая пластинка почти не высыхала при температурах ниже  $-20^{\circ}$ , несмотря на ветер и инсоляцию. Высыхание происходило лишь при температурах более высоких, и таким образом опасность высохнуть зимой угрожает скорее древесной растительности лесной зоны, особенно там, где почвы глубоко промерзают или имеют вечную мерзлоту, чем в тундрах. В натуре мы видим особенно сильное продвижение лесов на север в Центральной Сибири и в Якутии с их сухими, морозными зимами и малым снеговым покровом, между тем как на Дальнем Востоке, где суровость зимы ослабевает, но летние температуры от близости моря понижены, и вечная мерзлота оттаивает слабо, безлесные тундры доходят на юг почти до  $60^{\circ}$  с. ш. Таким образом все приводит к выводу, что причина безлесия тундровой зоны заключается в неблагоприятном балансе между поступающей в корневую систему и испаряемой влагой именно в течение вегетационного периода, но не в зимнее время, когда испарение даже молодых побегов должно быть ничтожным. В последнее время Сочава пытался примирить тех, кто считает причиной безлесия тундровой зоны условия вегетационного периода, со сторонниками вредного влияния на древесную растительность зимнего режима, приписывая безлесие тундр с континентальным климатом летнему режиму, а тундр приморских областей Дальнего Востока зимнему. Приводимые им в качестве доказательства близкие средние метеорологические константы лета для лесных и безлесных местностей Охотского побережья не подтверждают этого положения, потому что Сочава упускает из вида почвенный климат, сильно различающийся в связи со степенью развития вечной мерзлоты или скоростью оттаивания снегов, что в свою очередь тесно связано с количеством и распределением зимних осадков и пр. Мы считаем как-раз приморский климат Дальнего Востока, с его прохладным летом, особенно

неблагоприятным для произрастания леса именно по причине медленно и неглубоко оттаивающих грунтов. Примеры появления леса на выжженных участках в лесотундре Дальнего Востока особенно подтверждают правильность наших утверждений.

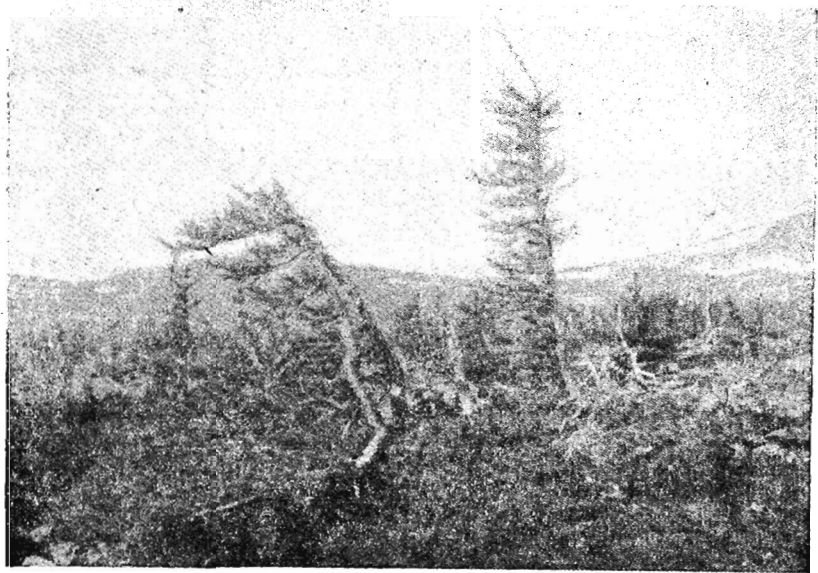
Принимая физиологическую сухость тундровых почв за основную причину гибели древесной растительности севернее известного предела, мы не должны упускать из вида и других обстоятельств, препятствующих некоторым древесным породам продвинуться далеко на север. Общий недостаток тепла вегетационного периода следует исключить из нашего рассмотрения, потому что он начинает сказываться лишь значительно севернее предела лесов, но неспособность растений производить зрелые семена на крайнем Севере, повидимому, имеет значение для ограниченного распространения некоторых деревьев. К сожалению, этот вопрос находится еще в начальной стадии разработки. Лишь для Финляндии имеется довольно много материалов, но они приводят к противоречивым выводам. Считаясь с обильным плодоношением быть может и не ежегодно вызревающих семян во всем остальном сильно угнетенной, едва прозябающей лиственницы на ее северном пределе, с явлением, обратившим на себя внимание еще Миддендорфа, мы должны предположить, что незатруднение в семенном возобновлении обуславливает исчезновение этого дерева на севере. То же можно сказать и про ель и березу. Наконец, сильные ветры, несущие зимой по плотной поверхности снега немало всяких семян, должны были бы способствовать появлению деревьев, имеющих легко переносимые семена, далеко севернее предела их вызревания. Что такие случаи возможны, свидетельствует Сочава, обнаруживший в лесотундре Пенжинского района, километрах в 150—200 от крайнего предела распространения хвойных деревьев, единичную лиственницу. На Майне, притоке Анадыря, Овсянников нашел даже молодой экземпляр аянской ели. Миддендорф считает занос семян с юга причиной появления лесных островов в тундрах. Однако, случаи появления подроста отдельных деревьев за границей их распространения редки, а самая приуроченность последних лесных островов к определенным экологическим условиям указывает на невозможность для древесных семян развиваться вне этих условий. Единственное дерево севера СССР, северная граница которого обусловлена неспособностью его семян распространяться вне пределов области их вызревания, — это сибирский кедр, в общем достаточно приспособленный к произрастанию в условиях вечной мерзлоты и сурового климата. В горах Урала и Сибири он нередко

образует даже верхний предел леса. На Западносибирской низменности кедр резко прекращается значительно южнее других древесных пород, потому что тяжелые семена его разносятся птицей — кедровой, предел распространения которой близко совпадает с границей плодоносящего кедра.

Из всего изложенного следует практический вывод, сделанный еще Миддендорфом, относительно бесполезности разведения древесных пород в пределах тундровой зоны без применения сложных мелиораций. Исключение представляет лишь лесотундра Дальнего Востока, где в связи с южным положением ее некоторые безлесные местообитания могут зарастать лесом после того как пожар уничтожит рыхлую и плохо проводящую тепло мохово-лишайниковую дерновину и понизит мерзлоту. Мы видели вторичные березовые леса на старых гарях в бассейне р. Пенжины, а Овсянников сообщает о разрастании лиственницы также на гарях в долине р. Майна, притока Анадыря. Возможно, что некоторые окраинные леса на севере Дальнего Востока существуют благодаря воздействию пожаров.

В этих примерах пожары, возникающие в результате деятельности человека, способствуют распространению древесной растительности за ее нормальные пределы. В большинстве же случаев человек оказывает совершенно противоположное воздействие на леса у их северной границы. Родер считает даже, что отступление лесов на их северном пределе зависит, кроме влияния человека, еще от пожаров, которым, наоборот, Поле не придает никакого значения. По его мнению, многие лесные острова в Большеземельской тундре исчезли в результате непосредственной многовековой деятельности человека, вырубавшего деревья на дрова, на починку саней, для постройки песцовых ловушек и др. 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 р. Печоры. При медленности возобновления деревьев в тундровой зоне такие опустошения приведут к полному оголению страны от леса уже в ближайшие десятилетия, если не будут приняты меры защиты. 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 топливо.

Особенностью лесов тундровой зоны являются не только их островное распределение и разреженность, но и своеобразный угне-



Фиг. 2. Изуродованные снеговой коррозией лиственницы на верхнем пределе леса (Полярный Урал).

тенный облик деревьев, который сильно меняется в зависимости от местообитания. В защищенных долинах рек с благоприятными почвенными условиями деревья имеют прямой ствол и достаточную высоту, чтобы давать строительный материал, но вне долины они сразу становятся тонкими, редко превышая толщиной 30 см, а высота их едва достигает 6—8 м. Искривленная в сторону от преобладающих ветров, вильчатая вершина придает тундровым лиственницам вид, сходный с сосной торфяников лесной зоны, а смолистая мелкослойная и свилеватая древесина обладает плохими техническими качествами. Особенной способностью образовывать так называемые столбообразные и шпалерные формы с укореняющимися ветвями обладают береза и ель. Изогнутость стволов тундровой березы (*Betula Kusmischeffii* или *B. tortuosa*) является органическим признаком ее и не исчезает при всех обстоятельствах. В меньшей степени подвержены искривлению лиственницы и кедр и почти не встречаются сильно изуродованные сосны. Истинное „криволесье“, когда ствол дерева почти ползет вдоль земли, свойственно по преимуществу горным странам и побережьям морей с их сильнейшими ветрами. Большинство исследователей отмечает прямой, хотя и не-

высокий рост сибирской и даурской лиственниц на их северном пределе. Они образуют в тундровой зоне ползучие, изуродованные формы лишь на открытых ветрам, повышенных местах Полярного Урала и Таймыра. В большинстве же случаев последние северные леса резко обрываются опушкой из невысоких, но прямых деревьев..

Общепризнано мнение, что криволесье есть результат вредного действия зимних ветров, что высота деревьев находится в тесной связи с глубиной снегового покрова, предохраняющего древесную и кустарниковую растительность от гибели. Существует лишь разногласие в вопросе о том, каким образом проявляется вредное воздействие зимних ветров: механически или физиологически. Чильман в соответствии с своими взглядами на значение зимних сухих ветров считает, что изуродованные, как бы обрезанные на высоте снегового покрова деревья потеряли свои выступающие над снегом ветви от высушивающей силы ветра, особенно сильной на границе с холодной снежной поверхностью. Те ветви, которые преодолевают эту опасную зону, могут более или менее нормально развиваться. Фрис принимает объяснение Чильмана. Самуельсон полагает, что своеобразная столовая форма северной березы зависит от совокупного воздействия физиологических процессов (вымерзания и высыхания), идущих рука-об-руку с механическими воздействиями. Учитывая несомненную связь приземистых древесных и кустарных форм с глубиной снежного покрова, мы отдаем предпочтение объяснению тех авторов (Браун, Брокман-Ерош), которые считают криволесье за результат преимущественно механического воздействия ветра, выражающегося в шлифовке твердыми снеговыми частицами во время зимних метелей. Если бы действительно испарение и непосредственное механическое воздействие ветра имели главное значение, не могли бы существовать весьма распространенные на верхнем пределе леса в горах формы деревьев, у которых лишенная ветвей от снеговой шлифовки часть не превышает 1.5—2 м над уровнем снега. Ниже ее растут ветви, защищаемые снегом, а выше развивается неправильная крона несмотря на значительное усиление механического действия ветра и испарения с высотой. Особенно характерны такие формы у лиственницы и березы. Причина этого явления заключается в том, что шлифующие снеговые частицы обыкновенно несутся над поверхностью земли не выше 2 м. Брокман-Ерош считает, что деревья легче могут перерасти эту опасную зону, будучи прикрыты отмершими ветвями, а кустарники гибнут. В некоторых случаях одинаковый вид с только что описанными формами полу-

чают деревья от поломки их ветвей оленями, которые весной, когда у них спадают рога, чешутся ими о стволы. Эти формы легко отличить от естественных благодаря тому, что оставшиеся ветви не располагаются флагообразно, а самые деревья встречаются в самых разнообразных условиях, а не только на открытых ветрам местах.

Древесные породы различно реагируют на внешнюю среду, и это способствует их различному продвижению как в широтном, так и в долготном направлении. Не меньшее значение имеют и исторические причины, почему в одном месте тундровой зоны северные леса составлены одной породой, а в другом иной. Хорошим примером, иллюстрирующим первое положение, является сосна, которая в Скандинавии в виде высоких деревьев достигает  $70^{\circ}18'$  с. ш., едва отставая от березы. На Кольском полуострове сосна также подходит близко к пределу лесов, но к востоку от Белого моря, т. е. там, где появляется сплошная вечная мерзлота, это дерево с глубокой корневой системой тотчас же отступает далеко к югу, не приближаясь к северному пределу лесов и лишь в условиях континентального климата лесной Сибири встречаясь на вечно мерзлых грунтах, достаточно глубоко оттаивающих. Смена сибирской лиственницы даурской к востоку от верховьев р. Пясины, наоборот, обусловлена причинами исторического порядка.

По характеру лесов, составляющих северный предел, можно выделить несколько провинций лесотундры. Для лесотундры Кольского полуострова особенно характерны березовые леса. Восточнее Белого моря северный предел образован уже еловыми островами, а, начиная от Урала и до верховьев Пясины, в лесотундре господствует сибирская лиственница, которая в Европе отступает к югу по сравнению с елью. От Пясины и вплоть до верховьев Анадыря распространена даурская лиственница. Наконец, лесотундра крайнего северо-восточного угла Азии характеризуется лесками из тополя (*Populus suaveolens*), березы (*Betula Cajanderi*) и древовидной ивы (*Salix macrolepis*), лиственница же встречается лишь в западной части территории. Таким образом на всем протяжении от Атлантического океана до Тихого северный предел лесов образован сбрасывающими листву породами, за исключением Большеземельской тундры. Широкое распространение оголенных зимой древесных пород Поле объясняет воздействием суровой зимы на вечнозеленые породы, а замену лиственницы елью на некотором протяжении тем, что первая вместе с ольхой (*Alnus fruticosa*) еще не успела распространиться на поздно освободившуюся от морской трансгрессии Большеземельскую тундру.

Северный предел леса не остается неизменным все время. О влиянии на него деятельности человека мы уже писали, но имеются основательные данные и относительно того, что северный предел лесов изменяется и независимо от человека. За последние годы накопилось много материала о былом распространении лесов значительно севернее их современного предела. Об ископаемых стволах ели в торфяниках Канина полуострова сообщает Рамзай, а для Малоземельской тундры Самбук, в Большеземельской тундре также известны находки ели, лиственницы и березы в реликтовых торфяниках (Григорьев, Городков, Ливеровский). В этих же районах, вплоть до Ледовитого моря, существуют погребенные позднейшими наносами реликтовые подзолы такой мощности, какой не бывает в условиях современного климата Малоземельской и Большеземельской тундр. По мнению Ливеровского, они могли образоваться лишь под лесами в эпоху климатического оптимума. В Карской тундре немного севернее лесной границы обнаружены в торфяниках остатки лиственницы, ели и березы Сукачевым, а еще севернее, почти на 300 км от современной лесотундры, найдена береза Городковым в торфянике Гыданской тундры. Наконец, в низовьях Енисея стволы лиственницы также в торфяниках обнаружены Лопатиным и Кузнецовым до 70° с. ш. В тундрах Таймыра ископаемую лиственницу находил Урванцев. Последнее указание, впрочем, относится, по-видимому, к древесному плавнику. В Анабарской тундре ископаемые остатки лиственницы в разных условиях залегания описывают И. Толмачев и Сочава, считающие, что в некоторых случаях деревья росли на месте, а не были принесены со стороны. Таким образом в послеледниковое время леса заходили значительно севернее, чем они распространены сейчас. С ухудшением климата лесная граница отступила к югу и в настоящее время как будто еще продолжает отступать. За это говорит отмирание опушек лесных островов в лесотундре и на верхнем пределе леса в горах. Так, например, Керцелли и Григорьев отмечают увеличение количества усохших деревьев в лесных островах по р. Адзьве в Большеземельской тундре по мере приближения к их пределу. Еще раньше на это явление обратили внимание Шренк и Миддендорф, объясняя гибель современных лесов — первый — суровыми зимами, а второй — повторными летними заморозками. Нам неоднократно приходилось наблюдать отмирающие опушки и островки леса на верхнем его пределе на Полярном Урале, а Сочава на Северном Урале. Впрочем, уловить отмирание лесов на их пределе в различных частях северного полу-

шария можно далеко не везде, потому что туземцы, кочующие зимой в лесотундре, вырубает на топливо в первую очередь погибшие сухие деревья. В горах Северного Урала, по наблюдениям Сочава, все случаи отмирания деревьев были связаны с изменением субстрата — заболачиванием, оголением горнокаменной породы и пр., вызванным изменившимися климатическими условиями. Об изменении почвы (повышении уровня мерзлоты и заболачивании) в результате векового понижения температуры воздуха или увеличения количества осадков и связанной с этим гибели лесов писал еще Сомме, изучавший растительность лесотундры в низовьях Оби. Танфильев считает отмирание северных лесов естественным следствием процессов заболачивания их опушек при неизменном климате. Учитывая то обстоятельство, что в большинстве случаев отмирание лесных опушек в тундровой зоне не связано с развитием болот на их месте, на что указывал еще Сукачев, мы считаем более правильным мнение большинства исследователей, высказанное впервые Геденштромом и Шмидтом, о постепенном ухудшении климата в позднейшее время.

Как мы увидим в дальнейшем, бывшее продвижение лесов и сопутствующих им других растительных ассоциаций оставило свои следы не только в виде ископаемых остатков, но и в современном растительном покрове тундр. В свою очередь, на крайнем северо-востоке Азии, не подвергавшемся сплошному оледенению, лесные острова лесотундры имеют явный отпечаток растительности третичного периода (Сочава). Этот третичный элемент в растительности лесов Дальневосточной лесотундры сохранился до настоящего времени, между тем как лиственница, более распространенная в сухой ксеротермический период, отступила к западу.

Тундровые леса можно разделить на несколько растительных формаций в зависимости от характера их почвенного покрова, различия которого обязаны воздействию среды, в первую очередь свойствам грунтов — их механическому составу и степени дренированности. Последнее в свою очередь теснейшим образом связано с глубиной оттаивания вечной мерзлоты, с высотой снежного покрова и с прочими эдафическими и микроклиматическими особенностями местообитания. Мы разделяем лесной тип растительности равнинной тундровой зоны и ее невысоких горных склонов на следующие формации: лишайниковые леса, леса с почвенным покровом из зеленых мхов, политриховые и сфагновые леса, травянисто-кустарниковые суходольные, такие же леса заливных долин.



Лишайниковые тундровые леса, или, вернее, редколесье занимают местообитания на дренированных грубых и бедных субстратах — песчаных и щебенчатых, с умеренным и рыхлым снежным покровом, быстро-тающим весной, без вечной мерзлоты или с ней (лиственничные леса). Благодаря разреженности древесного полога он оказывает сравнительно малое влияние на напочвенный ярус, который в разных лесах очень сходен, представляя среднее между лишайниковым покровом сосновых боров и лишайниковой тундры. Основу напочвенного яруса составляют лишайники, требующие зимой достаточного снегового покрова (субхионофилы Дю Рие): *Cladonia alpestris*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*, *C. gracilis*, *C. coccifera*, *Stereocaulon paschale* и др. В лесах Центральносибирской и Дальневосточной лесотундры, кроме названных, большую роль играет еще *Cetraria cucullata*. Лишайники малоснежных мест (хионофобы), как, например, *Cetraria nivalis*, *Alectoria ochroleuca*, встречаются в значительном числе лишь в лесотундре с континентальным климатом; наоборот, *Stereocaulon paschale*, хорошо выдерживающий продолжительное лежание снега и избыточное поверхностное увлажнение, нередко образует пятна в западинках, заливаемых весенней водой, среди разных тундровых лесов. Под деревьями и группами кустарников светолюбивые лишайники уступают место мхам — *Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi*, *Polytrichum commune*, *Ptilidium ciliare*, благодаря чему напочвенный ярус в тундровых лесах мозаичен. Под лишайниками, кроме того, можно всегда найти *Polytrichum piliferum*. Запас кормовых лишайников в лишайниковых лесах может достигать 3—10 тонн, но обыкновенно они бывают сильно выбиты оленями, благодаря тому, что леса лесотундры служат наилучшими зимними пастбищами. На выбитых площадях хорошо поедаемые кустистые лишайники уступают место *Stereocaulon paschale*, который слабо поедается и менее вытаптывается, а также обладает способностью скорее нарастать по сравнению с кладониями и цетрариями. Вместе с ним разрастается и *Cetraria nivalis*, довольно хорошо выносящая пастьбу. Хозяйственная ценность этих вторичных ассоциаций незначительна.

Сходство лишайникового редколесья с северными сосновыми борами и лишайниковыми тундрами продолжается и на его разреженный травянистый и кустарниковый покров, где господствуют (частично): *Vaccinium vitis idaea*, *V. uliginosum*, *V. myrtillus*, *Arctostaphylos alpina*, *A. uva ursi*, *Empetrum nigrum*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca supina*, *Hierochloa alpina*. В якутских лесах весьма обыкно-

яенны *Cassiope tetragona* и *Polygonum Pawlowskianum*. Кустарниковый ярус также разрежен и приземист (около 0.5 м). Кусты *Betula nana*, сменяемой к востоку от Енисея *B. exilis*, иногда еще и *Juniperus sibirica*, распределены отдельными куртинами среди лишайниковых площадок.

Формация лишайниковых лесов тундровой зоны разделяется на группы ассоциаций, различающихся своим древесным ярусом. В лесотундре Европы, особенно на Кольском полуострове, преобладают лишайниковые березняки. Они занимают дренированные участки на холмах и террасах с оподзоленными песчаными или скелетными почвами вплоть до маломощных подзолов. Древесный ярус состоит из разреженной (полнота 0.2—0.3) и невысокой (3—5 м) березы — *Betula Kusmischeffii* или *B. tortuosa*, у которой несколько сильно искривленных стволов выходят из одного основания. К березе нередко примешивается такая же многовершинная и изуродованная ель (*Picea obovata*), а на западе Кольского полуострова и сосна. К востоку от Белого моря последняя сменяется лиственницей.

На оподзоленных песках и супесях высоких речных террас южной лесотундры от Белого моря до Енисея иногда встречаются лишайниковые ельники. Для них характерен сильно разреженный (полнота 0.2—0.3) древесный ярус из ели *Picea obovata* высотой 5—10 м и корявой березы (*Betula tortuosa*).

К востоку от Урала до верховьев р. Пясины очень распространены лишайниковые леса из сибирской лиственницы, замещающие в Сибири более южные сосновые и лиственничные боры. Лишайниковое лиственничное редколесье на песках образует крайние северные участки древесных насаждений, вытягиваясь узкой полосой иногда всего в несколько деревьев вдоль речных долин. Их деревья расставлены и невысоки (5—8 м). Ветви обыкновенно обильно покрыты траурными прядями лишайника *Alectoria chalybeiformis*. Подроста мало, несмотря на обильное плодоношение лиственницы. На террасах речных долин лишайниковые лиственничные леса становятся более сомкнутыми и высокоствольными, в них имеется более значительный подлесок из березы и ольхи (*Alnus fruticosa*). В южной лесотундре к лиственнице всегда примешивается ель.

О лиственничных лесах из даурской лиственницы, занимающих огромное протяжение лесотундры от верховьев Пясины до рр. Анадыря и Пенжины, мы знаем очень мало. По характеру своего древесного полога и нижних ярусов растительности лишайниковые ассоциации их очень сходны с такими же ассоциациями сибирской

лиственницы. Миддендорф и А. Толмачев отмечают лучшую приспособленность даурской лиственницы к условиям тундровой зоны, что позволяет ее редколесью заходить на север исключительно далеко, достигая на Таймыре и Анабаре  $72\frac{1}{2}^{\circ}$  с. ш. Толмачев обратил внимание на обилие неправильно развитых деревьев в западной части Таймыра, между тем как на востоке, особенно вблизи Хатанги, леса становятся лучше во всех отношениях. Он объясняет это уменьшением силы ветра к востоку от Енисея и более высокими температурами вегетационного периода.

В южной лесотундре по удовлетворительно дренированным или орошаемым проточными водами глинистым грунтам, в Европе обыкновенно лишенным вечной мерзлоты, а в Сибири с вечной мерзлотой, нередко встречаются леса с напочвенным покровом из зеленых мхов. Там, где глинистые грунты преобладают, как, например, на Енисее, зеленомошные ассоциации очень обыкновенны, на песчаных же и каменистых грунтах они встречаются среди лишайниковых лесов по западинам, увлажняемым проточными водами. Их характерной особенностью является гипновая дерновина, внизу торфянистая. Почва скрытоподзолистая, иногда слабо оглеенная. Наиболее распространенные мхи *Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi*, *Polypodium commune*, *P. strictum*, *Aulacomnium palustre*, *A. turgidum*. Почти всегда присутствуют сфагны и лишайники, главным образом кладонии и *Peltigera aphthosa*. Так же беден и однообразен довольно густой кустарниковый и кустарничковый ярус, в котором господствуют *Betula nana* (на востоке *B. exilis*), *Empetrum nigrum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum* и некоторые ивы. Из травянистых характерна *Carex globularis*, а для березняков Кольского полуострова *Cornus suecica*. В более светлых лиственничных лесах Центральносибирской лесотундры к вышеупомянутым присоединяются еще немногие арктические формы (*Cassiope tetragona*, *Arctostaphylos alpina*) и ольха *Alnus fruticosa*.

Подобно лишайниковому редколесью моховые леса тундровой зоны различаются своим древесным ярусом, который однако имеет большую сомкнутость (0.3—0.5). Таковы, например, березняки с отдельной елью на Кольском полуострове и ельники с примесью березы и сибирской лиственницы между Печорой и Енисеем. В моховых ельниках близ северного их предела обыкновенно наблюдаются мозаично вкрапленные безлесные участки, зарастающие кустарником из *Betula nana*, *Salix lapponum*, *S. phylicifolia*. Они представляют зачатки кустарниковой моховой гундры, и площадь их все более и более



Фиг. 3. Сстров елового леса в северной лесотундре на р. Адзьве, приток р. Усы.

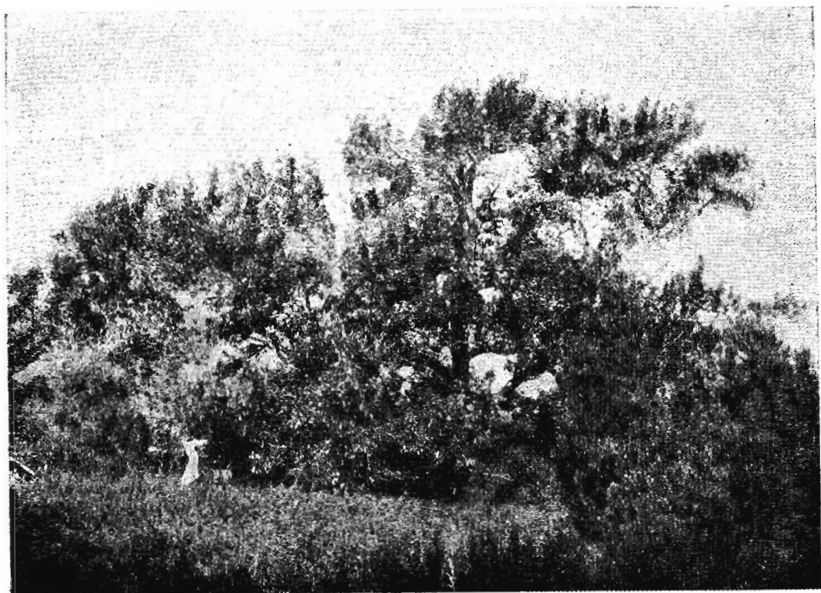
расширяется к северу, между тем как участки леса выпадают. Повидимому, в этих комплексах участки с деревьями находятся в более благоприятных грунтовых условиях, чем кустарники, судя по нашим наблюдениям в Большеземельской тундре, где под лесами мерзлота отсутствовала, а под соседними кустарниками она находилась на небольшой глубине. Древесный ярус моховых ельников несет явные следы угнетения: деревья его невысоки (5—10 м), нередко с засохшими вершинами. В Западносибирской лесотундре на плохо дренированных песчаных грунтах встречаются иногда моховые лиственничные леса, обычно с примесью ели; чистые же моховые лиственничники на песчаных почвах всегда вызывают подозрение, что мхи в их напочвенном покрове развились за счет лишайников после неумеренной потравы или пожара. Возможно, что по этой же причине моховые леса из даурской лиственницы довольно распространены и на щебенчатых склонах невысоких гор Якутии.

На глинистом субстрате лиственничные леса становятся более угнетенными, чем на песках. Их деревья ниже, верхушки их сильно усыхают и искривляются. Больше также сухостоя. На север моховые лиственничники далеко не распространяются, потому что тепловые

условия в заболоченных и замшелых глинистых грунтах очень неблагоприятны для древесной растительности. Моховые лиственничные леса располагаются по дренированным или увлажняемым проточными водами склонам холмов в южной лесотундре, а в северной они сохраняются лишь по краям коренных берегов речных долин. Находясь на склонах, куда нередко наносятся глубокие снега, моховые лиственничники иногда имеют довольно густой и высокий кустарник из *Betula nana*, *B. tortuosa*, *Alnus fruticosa* и ив, а на юге еще из рябины, *Lonicera altaica* и *Rosa acicularis*.

При сильной заболоченности мхи — *Polytrichum commune* и сфагны, почти всегда присутствующие и в зеленомошных лесах, получают особенное преобладание. В этих условиях в лесотундре Кольского полуострова встречаются политриховые и сфагновые березняки. Для первых очень характерен кустарник из *Betula nana* и *Ledum palustre* с морошкой, а для вторых густые заросли *Equisetum sylvaticum* и той же морошки. Заболоченные ельники со сфагнами и *Polytrichum commune*, столь широко распространенные на севере лесной зоны, в лесотундре отсутствуют (кроме Кольского полуострова), потому что толстый моховой покров и торфянистая дерновина способствуют сохранению неглубоко оттаивающей вечной мерзлоты, а последняя губит древесную растительность. Сравнительно замшелые, со сфагнами, ельники встречались нам в Большеземельской лесотундре лишь при наличии проточных вод, уничтожающих вечную мерзлоту. Леса из сибирской лиственницы со сфагновым, торфянистым ярусом попадают изредка на юге лесотундры Западно-сибирской низменности и в глубоких долинах Полярного Урала, а более выносливая к холодным грунтам даурская лиственница в Центральносибирской лесотундре образует так называемые маревые лиственничники с кочковатым сфагновым покровом, среди которого разбросаны отдельные пятна лишайников и обильный кустарник из *Ledum palustre* и *Betula exilis*.

Особое положение среди тундровых лесов занимают травянистые ассоциации, нередко имеющие также хорошо развитый кустарник. Это по преимуществу горные ассоциации, возникающие на местообитаниях с богатыми почвами и с залеживающимся снегом, что вместе с интенсивным размывом весенними водами угнетает лишайники и мхи и способствует развитию разнотравья. На Кольском полуострове известны травянистые березняки, часть которых, может быть, как это полагает Фрис для Скандинавии, возникла на месте моховых и лишайниковых березняков в результате неумерен-



Фиг. 4. Долинный тополевый лес в бассейне р. Пенжины на Дальнем Востоке.

ного выпаса оленей. Под разреженным пологом из *Betula Kusmischeffii* густой кустарничково-травянистый ярус образован преимущественно *Cornus suecica*, *Geranium sylvaticum*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Solidago virga aurea*, *Vaccinium myrtillus* и др. Сочный травянистый, а на приручьевых местообитаниях и ивняковый ярус привлекает сюда оленей, кормящихся здесь в жаркие дни. Однако широкому использованию этой формации, свойственной лишь лесотундре Кольского полуострова, препятствует обилие комаров. Сходные с травянистыми березняками ассоциации сибирской лиственницы весьма обыкновенны на Полярном Урале, по оснеженным и размываемым поверхностными водами склонам. В Европейской южной лесотундре, при основании склонов, где скапливаются снега и почва подвержена влиянию проточных вод, нередко можно встретить очень разреженные ельники с густым ярусом кустарников из ив и *Betula nana*. На севере они замещаются тундровыми кустарниками. Весьма сходны с ними такие же редколесные насаждения сибирской и даурской лиственницы в лесотундре Сибири.

В равнинной лесотундре всей Сибири и Дальнего Востока особые травянисто-кустарниковые лиственничники свойственны речным

долинам. В них обыкновенно много различных ив, красной смородины (*Ribes glabellum*, на востоке *Ribes triste*), *Rosa acicularis*. В западной лесотундре нередко растет *Betula tortuosa* и *B. nana*, а на востоке *Betula Middendorffii* и *B. exilis*. Кустарниково-травянистый ярус очень изменчив в различных ассоциациях; почти всегда присутствуют такие виды, как *Vaccinium uliginosum*, *Calamagrostis Langsdorffii*, *Equisetum arvense* и мн. др. Менее заливаемые ассоциации имеют довольно сомкнутый моховой покров. Заливные лиственничные леса (в Западносибирской низменности и по Енисею из *Larix sibirica*, а восточнее из *Larix dahurica*) имеют довольно сомкнутый древесный ярус (полнота 0.6—0.7) высотой до 15 м, что связано с пониженной мерзлотой в песчано-илистом аллювии. Эти леса местами усиленно эксплуатируются, потому что они в лесотундре являются единственным местным источником годного на постройки леса.

На Дальнем Востоке и в восточной Якутии в этом отношении к ним приближаются леса из березы (*Betula Sajanderi*), тополя (*Populus suaveolens*) и древовидной ивы (*Salix macrolepis*). Они заходят наиболее далеко в лесотундру бассейна Анадыря и Пенжины, составляя небольшие острова на закрепившемся песчано-галечном аллювии. Березовые леса, которые свойственны наиболее повышенным частям поймы, иногда поднимаются и на склоны коренных берегов, но здесь они относятся уже к вторичным ассоциациям на месте сгоревших зарослей кедрового стланца. Как березняки, так и тополевые леса очень разнообразны по растительности своих нижних ярусов. Из кустарников там встречаются: ольха (*Alnus fruticosa*), *Betula Middendorffii*, *B. fruticosa*, *Rosa acicularis*, *Spiraea salicifolia*, *Vaccinium uliginosum* и др. Кустарники чередуются с лужайками, зарастающими разнотравьем, среди которого наиболее распространены *Aconitum delphinifolium*, *Bromus Richardsonii*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca altaica*, *Galium boreale*, *Pirola incarnata*, *Rubus arcticus* и мн. др. В ассоциациях более низких уровней особенное распространение имеет *Calamagrostis Langsdorffii*. Наоборот, наименее заливаемые, супесчаные участки покрыты довольно сомкнутым ковром мхов — *Hylocomium proliferum*, *Ptilium crista castrensis* и др. С ним связан комплекс некоторых лесных форм. Сочава, изучивший эти леса на Анадыре, считает долинные березняки реликтами бывших здесь еще недавно лиственничных лесов. Разреженный полог березы имеет высоту до 8—10 м, а тополевые леса бывают и выше — 10—15 м, причем стволы их иногда достигают до 0.5—1 м толщины.

Мы несколько подробнее остановились на описании дальневосточных березняков и тополевых лесов, потому что первые указывают на наиболее пригодные для земледелия площади с глубоко и быстро оттаивающим супесчаным грунтом, подстилаемым дренирующим почву галечником. Тополево-ивовые леса используются для строительства, а на их местообитаниях после расчистки могут образоваться хорошие луга.

## VI. ПОЕМНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Леса из тополя и древовидной ивы на северо-востоке Азии служат естественным переходом от настоящих лесных ассоциаций речных долин к кустарниковым ассоциациям аллювиев. В южной лесотундре основные породы последних одинаковы с обитателями лесной зоны—это крупнокустарные ивы на свежем прирусловом аллювии и ольха (*Alnus fruticosa*) на закрепившемся. В зарослях последней нередко встречается береза — *Betula pubescens*, *B. tortuosa*, а на Дальнем Востоке *Betula Cajanderi*. Многочисленные береговые ассоциации удивительно однообразны на всем протяжении от Кольского полуострова до Тихого океана, потому что они образованы главным образом одной и той же *Salix Gmelini*, к которой на западе примешиваются *Salix dasyclados* и *S. phylicifolia*, а на востоке *Salix sachalinensis* и *S. parallelinervis*. Травянистый покров более разнообразен, но в нем повсюду значительную роль играют неизменные *Calamagrostis Langsdorffii* и *Equisetum arvense* в различных сочетаниях с другими травянистыми и кустарниковыми формами. На наиболее заливаемых, с обильной седиментацией, местообитаниях низинные ярусы бедны, на более высоких уровнях поймы они богаче. В последнем случае заросли кустарников нередко чередуются с небольшими участками лугов. Обширные пространства заливных кустарников на реках лесотундры являются основным потенциальным луговым фондом тундровой зоны, в настоящее время используемым в очень малой степени. Вблизи крупных селений выкашиваются лишь лужайки среди кустарников, расчистки же последних производятся в исключительно редких случаях.

В северной лесотундре поемные кустарники изменяются как по своей внешности, так и по составу верхних ярусов. Они становятся более низкорослыми и очень густыми; из них постепенно выпадает *Salix Gmelini* и близкие к ней виды, заменяясь *Salix glandulifera*, *S. glauca*, *S. hastata*, *S. lapponum*, *S. phylicifolia*. На Печоре и на

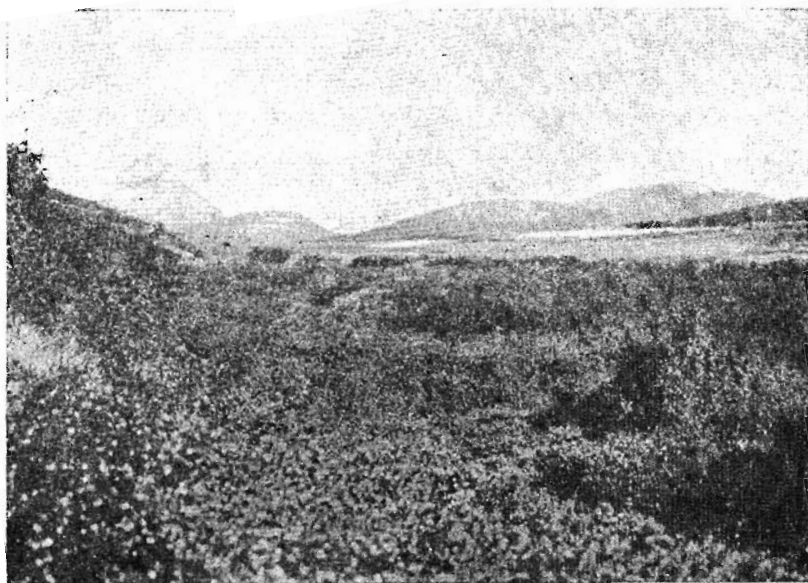


Оби местами много еще *Salix pirolifolia*. На Дальнем Востоке господствуют *Salix baicalensis*, *S. parallelinervis* и некоторые другие виды, замещающие западные формы. По причине малой исследованности нет возможности останавливаться на ассоциациях тундровых приречных и долинных кустарников, которые имеют большое значение, доставляя своей листвой обильный корм оленям. К сожалению, использование их затрудняется множеством комаров и густой чащей.

В более северных, безлесных тундровых подзонах приречные кустарники выдаются среди приземистой тундровой растительности своими сравнительно крупными размерами, достигающими иногда человеческого роста. Их процветанию способствуют глубокое и быстрое оттаивание летом вечной мерзлоты и снежные заносы, предохраняющие молодые побеги от зимних ветров и морозов. Основу тундровых долинных кустарников составляют: *Betula nana* (на востоке *B. exilis*), *Salix glauca* (на Дальнем Востоке *S. baicalensis*), *Salix pulchra*, *S. lanata*, *S. reptans*, а в более южных районах еще *Salix hastata* и *Alnus fruticosa*. В подзонах лишайниково-моховых и арктических тундр от перечисленных растений остаются только *Salix reptans*, *S. pulchra* и *S. lanata*, причем господствует первая. Для тундровых приречных кустарников характерен пестрый травянистый ярус и слабое развитие лишайниково-мохового покрова. Еще более чем в лесотундре важны для оленеводства приречные кустарники в типичной тундре.

Заливные луга, которые сравнительно слабо представлены в лесотундре, часто неотделимы от кустарников, встречаясь небольшими лужайками среди них. Лишь осоковые луга с *Carex aquatilis* занимают большие площади в долинах крупных рек. Несравненно меньше по площади, но также обыкновенны береговые заросли злака — *Arctophila fulva*. Наиболее существенной составляющей частью заливных лугов высокого уровня лесотундры является *Calamagrostis Langsdorffii*, который на заболоченных участках уступает первенство кочкообразующим осокам — на западе *Carex wiluica*, а на востоке *Carex appendiculata*. Зарастающие кустарниками, эти дольные кочкарники трудно проходимы. Почва их нередко густо покрыта мхами.

Благодаря повсеместному развитию неглубокой вечной мерзлоты, препятствующей весенней воде в большом количестве впитаться в землю, малым атмосферным осадкам и дружной весне, разлив рек в тундровой зоне, за исключением больших артерий, текущих с юга,



Фиг. 5. Горные приречные кустарники в бассейне р. Пенжины  
на Дальнем Востоке.



Фиг. 6. Приморские тундровые луга на берегу Гыданского залива.

очень непродолжителен, хотя и высок. Вода поднимается до 6—8 м, но держится на высоком уровне всего несколько дней. В равнинной Якутии половодья еще меньше. Небольшие речки летом нередко совершенно пересыхают. Такой режим исключает существование больших площадей поемных кустарников и лугов в безлесных подзонах тундр. И действительно, осоковые и высокотравные луга там постепенно исчезают, сменяясь пестрыми лужайками на береговых песках, где преобладают злаки, главным образом *Alopecurus alpinus*, *Calamagrostis groenlandica*, *Dupontia Fisheri*, *Poa alpigena* и некоторые другие; травостой не превышает 40 см. На илистых речных отмелях, по берегам озер и луж весьма обыкновенны почти чистые заросли *Arctophila fulva*, *Equisetum arvense* и *Carex stans*. Первые два доставляют излюбленный корм оленям, сохраняя зелень до поздней осени, а осока охотно используется весной, пока она еще молода.

При длинной береговой линии Ледовитого моря довольно большую площадь занимают приморские тундровые луга. По берегам опресненных заливов они представлены болотистыми осоковыми лугами из *Carex stans*, *Eriophorum medium*, *Dupontia Fisheri*. Луга в устьях рек, заливаемых морскими приливами, образованы в основе злаками (*Calamagrostis deschampsoides*, *Dupontia Fisheri*, *Festuca rubra*) и осоками (*Carex rariflora*, *C. salina*, *C. subspathacea*). Особенно обращали внимание путешественников красноватые лужайки на низменном побережье Ледовитого моря к востоку от Лены, где они чередуются с осоково-гипновыми болотами, полузаросшими галечниками и зарослями *Carex stans* и *Arctophila fulva* на берегах бесчисленных лагун и озер. Приземистый, довольно плотный дерн этих солончаковатых лугов, нередко сильно потравленный оленями, слагается из *Carex subspathacea*, *Dupontia Fisheri*, *Calamagrostis deschampsoides*, *Stellaria humifusa*.

На постоянно размываемых песчано-илистых берегах весьма обыкновенны разреженные заросли *Matricaria ambigua*, *Cochlearia arctica*, *Chrysanthemum arcticum*, *Atropis maritima*, а на европейском побережье, кроме того, еще *Aster tripolium*, *Plantago Schrenkii*, *Triglochin palustre*. На песчано-галечном пляже почти всегда можно встретить отдельные экземпляры и группы *Ammodenia reploides* и *Mertensia maritima*, к которым на побережье Берингова моря присоединяются *Senecio pseudo-arnica* и *Merckia physodes*. Для песчаных наносов морских берегов почти всей тундровой зоны весьма характерны заросли *Elymus mollis*. В устьях рек лесотундры

Дальнего Востока они нередко уступают место лугам из *Сагех* *сруptosarpa* и *Агроругит* *массougит*. Многие из приморских луговых ассоциаций имеют важное хозяйственное значение, как летние пастбища оленей, а в более южных районах они могут использоваться в качестве сенокосов.

## VII. ВОДНАЯ И СНЕГОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Водная цветковая растительность в безлесной тундре развита очень слабо по причине позднего оттаивания и раннего замерзания водоемов и низкой температуры воды в них. Лишь в особенно нагретых солнцем неглубоких заливных озерах речных долин на юге встречаются заросли *Ranunculus hyperboreus*, *Hippuris vulgaris* и *Potamogeton alpinus*. Повидимому, небогаты пресноводные бассейны и водорослями. В лесотундре стоячие водоемы уже чаще зарастают близ берегов кроме вышеупомянутых форм еще *Ranunculus Gmelini*, а на более глубоких местах *Nuphar pumilum*, *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton natans*, *Sparganium hyperboreum* и немногими другими. Богаче и микроскопическая водорослевая флора; нередко летом наблюдается даже цветение воды от *Anabaena flos aquae* и других синезеленых и зеленых водорослей.

Ледовитое море вдоль берегов Европы очень отличается по степени развития растительности из крупных водорослей, могущих иметь промышленное значение, от Азиатской своей части. Между тем как каменистое дно моря вдоль Европейского и Новоземельского побережья обильно зарастает водорослями, их количество и величина резко падают на побережье Сибири. Причину этого явления Чельман видит в неблагоприятных грунтовых условиях этой части Ледовитого моря, к тому же опресняемого несколькими огромными реками. Наиболее обыкновенны здесь *Poysiphonia arctica*, *Phyllophora interrupta*, *Rhodomela tenuissima*, некоторые виды ламинарий и немногие другие, всего около 35 видов. Несколько богаче восточная часть моря, на флоре которой сказывается влияние Тихого океана, хотя в общем, как и растительность вдоль берегов Азии, она очень сходна с морской растительностью Шпицбергена и Новой Земли.

Снеговые поля на ледниках крайней Арктики и перелетки горных и равнинных тундр имеют свою растительность, которая существует в верхнем тающем слое снегов, сохраняющихся до лета. Чаще всего встречаются розовые скопления водоросли *Sphaerella nivalis*, а на льдинах Ледовитого моря буроватые пятна нескольких видов диатомовых.

## VIII. ТУНДРОВЫЙ ТИП РАСТИТЕЛЬНОСТИ

К северу от лесотундры мы вступаем в подзону кустарниковых тундр, где условия таковы, что древесная растительность уже не может существовать ни при каких обстоятельствах, но повсюду господствуют тундры. Эти естественно безлесные ассоциации, нередко со времени Миддендорфа сравниваемые с болотами и степями, отличаются от них существенным образом и так же самостоятельны и характерны, как леса для лесной зоны и степи для степной. На ряду с тундрами мы имеем болота, кустарники и леса тундровой зоны. Сами же тундры суть зональный тип растительности, нигде на равнинах кроме тундровой зоны не встречающийся. Лишь на северных горах этот тип растительности представлен горными тундрами. Все указания на тундры в пределах равнинной лесной зоны основаны на недоразумении и относятся к торфяным болотам (напр., Васюганская тундра, Сахалинские тундры, тундры южной Камчатки). Русское слово „тундра“, или „трунда“, вошедшее в географическую литературу почти всех народов, имеет, по видимому, финский корень, значение которого не установлено в полной мере. Местное русское население Севера употребляет оба упомянутых слова для обозначения как безлесных северных ландшафтов разного происхождения, так и для обозначения торфянистой почвы. Едва ли будет существенным вопрос относительно того, считать ли научный термин „тундра“ понятием геоботаническим или ландшафтным. Его используют и в том и другом смысле с равным правом как для обозначения ландшафта крайнего Севера, так и одного из его составляющих—растительного покрова, как части целого. Совершенно то же делается и по отношению наименований ландшафта и растительности других зон. Мы избегаем только называть тундрой всю область распространения этого ландшафтного типа, предпочитая установленный Докучаевым термин „тундровая зона“. Таким образом понятие „тундра“ одновременно и геоботаническое и ландшафтное (географическое). Оно применимо для обозначения типа растительности, привязанного к определенному географическому ландшафту тундровой зоны. Относительно применения эпитета „тундровый“ к иным типам растительности, свойственным и другим зонам, а именно, болотам, лесам и пр., мы уже писали выше.

Тундровый тип растительности имеет свою историю, причем она, по сравнению с историей лесной, болотной и прочей растительности,

более кратка. Начало формирования тундрового ландшафта и свойственного ему растительного покрова мы должны отнести к началу четвертичного или концу третичного периода, перед великим оледенением. При этом мы менее всего склонны считать, будто тундры сформировались на севере Ангарского континента и Америки, не имевших ледникового покрова, а затем распространились в пределы Европы, как это полагает А. Толмачев. Тундровый ландшафт в ледниковый период существовал вдоль всей окраины ледяного покрова, независимо от географического положения, подобно тому, как это мы наблюдаем и в настоящую эпоху в достаточно низких широтах на Лабрадоре, в Гренландии и на притихоокеанских территориях Азии и Америки, где имеются соответствующие климатические условия. Вместе с тем во время значительного развития оледенения среди тундр были разбросаны лесные острова вплоть до самого края ледника, о чем мы можем судить по ископаемым остаткам. Повидимому, ландшафт напоминал современную лесотундру. Как в настоящее время мы нигде не видим соприкосновения между степной и тундровой зоной, но всегда они отделяются лесами, так точно сомнительна непосредственная смена во времени тундр степями или территориальное соприкосновение последних с равнинными тундрами в ледниковый или послеледниковый период, что было по мнению Неринга и некоторых других. При изменении климата в послеледниковое время на равнинах происходило лишь смещение всех зон без выпадения промежуточных. Одновременно с распространением степей далеко на север в ксеротермический период и леса оттесняли тундровую растительность в том же направлении. Лишь в позднейшее время, при ухудшении климата, повидимому, продолжающегося до сих пор, тундры местами могли занять территории, на которых еще сохранились немногие степные элементы среди лесов, исключительно обитатели песков и обнаженных от дерна склонов (напр., *Carex supina*, *Sisymbrium junceum*, *Erysimum hieracifolium*, *Lychnis sibirica*, *Galium verum*, *Cerastium maximum*, *Arenaria graminifolia*). Большинство из них встречаются и в промежуточной лесной зоне. Во многих случаях их проникновение объясняется заносом реками, текущими с юга на север. Только через посредство лесной зоны можно представить себе проникновение степных по происхождению форм в тундры. Виды *Oxytropis* и *Astragalus*, сравнительно слабо представленные на равнинных тундрах, по преимуществу по каменистым и песчаным субстратам,—горные, а не степные формы.

Если мы не находим во флоре тундр в заметном количестве степных растений, представляющих реликты более далекого продвижения степей в ксеротермический период (Лавренко без особенного основания распространяет их до пределов современных тундр), то тем менее можно ожидать в тундровой зоне растительных ассоциаций, близких к степным, „арктических степей“, как их называет Григорьев<sup>1</sup>. Они не могли существовать ни во время ледникового периода, ни в настоящее время. Последнее подтверждается наблюдениями Сочава в бассейне р. Анабары. Он не обнаружил там даже зачатка степной растительности, несмотря на резко континентальный климат. Приледниковая гренландская растительность также ничуть не сходна со степной. В ледниковый период, если мы даже согласимся с Тутковским и другими относительно значительной континентальности климата в периглациальной зоне, то и в этих условиях, благодаря неизбежной при континентальном климате вечной мерзлоте, в ближайших от ледника районах должны были существовать не степи, но тундры и леса, как они и теперь господствуют в Якутии. Если же мы признаем, что климат во время великого оледенения был океаническим, и вечная мерзлота даже не существовала, то тем самым мы признаем природные условия приледниковой зоны благоприятными лишь для тундр, болот и лесов, но опять-таки не для степей.

Отрицая для равнинных тундр значительное количество степных растений и ассоциаций, приближающихся к степным, мы, наоборот, должны признать большое распространение лесных форм, иногда даже господствующих по занимаемой площади над тундровыми. К ним принадлежат не только элементы болот лесной зоны, но и настоящие лесные виды и в первую очередь такие мхи, как *Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi*, *Ptilidium ciliare*, а также лишайники северных боровых лесов—*Cladonia alpestris*, *C. gracilis* и некоторые другие. Растительный покров широко распространенных моховых и лишайниковых тундр несет явные следы недавно сместившейся лесной зоны с ее сфагновыми торфяниками и хвойными лесами. Вместе с тем и в северных лесах имеются реликты ледникового времени, когда на месте современной лесной зоны существовали тундры. В более южных частях эти реликты (напр., *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*) свойственны лишь торфяникам, а на северной окраине лесной зоны они сохранились и в лесах, особенно на

<sup>1</sup> Неринг употребляет наименование „арктические степи“ как синоним тундр.

песчаном субстрате, например, в светлых лиственничных борах. Из этих тундровых реликтов можно назвать *Arctostaphylos alpina*, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Cetraria cucullata*, *C. nivalis* и др. На береговых отмелях и песках к ледниковым растениям можно причислить такие виды, как *Arctophila fulva*, *Pyrethrum bipinnatum*, проникающие по берегам рек далеко на юг.

Вечнозеленые кустарнички тундровой зоны, вроде *Ledum decumbens*, *Empetrum nigrum*, представляют потомков вечнозеленых третичных лесных элементов, приспособившихся сначала к физиологически сухим торфяникам на севере плиоценовой лесной зоны, а затем перешедших на такие же тундры при формировании тундрового ландшафта в начале ледникового периода. Одновременно флора тундровой зоны включила в себя высокогорные растения поднятий крайнего Севера (напр., Урала, Бырранга, Анадырского хребта), а позднее, сдвинувшись далеко к югу под напором ледяных масс, обогатилась и иными альпийскими элементами, причем произошло настолько тесное общение между возникшими при несколько сходных климатических условиях гор и арктических равнин флорами, что в настоящее время очень трудно установить, что получила равнинная тундра от гор и что она сама передала горам. Лишь немногие роды, заходящие в тундровую зону, например, *Rhododendron*, *Gentiana*, явно горного происхождения.

Таким образом в современной флоре тундровой зоны мы можем различить четыре элемента по их происхождению: 1) формы, возникшие из лесной (болотной) третичной флоры, 2) альпийские растения горной Арктики третичного периода, 3) такие же растения южных гор (в том числе и незначительное количество горно-степных) и 4) виды четвертичных лесов, оставшиеся в тундре со времени ксеротермического периода и еще не успевшие достаточно измениться. Изучение ископаемых остатков и анализ ареалов различных флористических элементов позволят разобраться в миграциях разных эпох, создавших в конечном результате современную, довольно единообразную арктическую флору, но это уже не относится к теме нашей работы.

В высшей степени любопытны растительные ассоциации южного предела тундровой зоны, где она постепенно переходит в лесную. Изучая их, мы подойдем к разрешению коренных вопросов генезиса тундр и тем самым к представлению о их характерных особенностях, отличающих тундры от других типов растительности. К сожалению, хороших материалов у нас почти нет.



При изучении того изменения, которое претерпевают болотный и лесной тип растительности в тундровой зоне, нельзя упускать из вида, что ассоциации соответствующих местообитаний болот и лесов не будут вполне замещающими. На границе лесной и тундровой зон они смещаются по рельефу, и на освободившихся местообитаниях возникает особый характерный лишь для тундровой зоны тип растительности — тундры. Что же они представляют? Многие исследователи находили между ними и болотами большое сходство (Миддендорф, Варминг), а некоторые (Бекетов) даже отождествляли эти оба типа растительности, против чего протестовал в свое время еще Шренк. Такое отождествление тундр с болотами особенно вредно, потому что оно ведет к неправильному представлению о легкости мелиораций тундр путем простых агротехнических воздействий.

Поле отметил, что накопление торфянистого субстрата при всяких условиях увлажнения очень характерно для Полярной области. Особенное значение торфянистости тундр придает большинство западноевропейских авторов. Сочава, объединяя в своей формулировке наиболее распространенные представления, основанные иногда на недостаточном фактическом материале, считает, что тундровый тип растительности характеризуется: исконным безлесием; преобладанием аркто-альпийских цветковых растений (микротермов) или же мхов и лишайников; особым типом почвообразования, для которого характерна неполная минерализация в силу низкой температуры и значительное оглеение. Почти идентично определение тундрового типа растительности и у Корчагина. Отличие от болот Сочава видит в том, что торфообразование в тундрах происходит лишь в результате низкой температуры, что в сочетании с другими факторами обуславливает и безлесие. Такое определение в отдельных своих положениях неверно, потому что на деле в тундровой зоне накопление торфа происходит одинаковым порядком с более южными местностями (Корчагин) и лишь ослаблено, и по своей мощности и строению дерновина тундр мало отличается от моховой или лишайниковой дерновины северных лесов. Гумификация растительных остатков там, где этому не препятствует поверхностная заболоченность, протекает, повидимому, приблизительно пропорционально нарастанию растительности, т. е. опять-таки тем же порядком, как и в лесах. Представление о торфянистости тундр обычно сильно преувеличено, она сравнительно велика только на южных пределах зоны, приближаясь в этом отношении к северу лесной.

Накопление торфа в тундровой зоне происходит лишь в одинаковых условиях с лесной, т. е. при избыточном увлажнении, но в значительно меньшей степени по причине низких температур, задерживающих нарастание торфообразователей.

Основное различие между болотными и тундровыми местообитаниями растительности заключается, по нашему мнению, в постоянной заболоченности первых и сезонной (весенне-осенней) вторых. Временная заболоченность поверхностных горизонтов и нередкая постоянная заболоченность глубоких обуславливают болотные черты большинства тундровых почв, не имеющих самостоятельного типа почвообразования, но мало сказываются на растительности типичных тундр, которая более напоминает напочвенный покров северных лесов, чем болот, на что обращал внимание еще Григорьев. Лишайниковые и моховые тундры являются как бы нижними ярусами когда-то бывших здесь лесов, ярусами, обогащенными арктическими формами и обедненными лесными.

Подводя итоги, мы можем характеризовать тундровой тип растительности как совокупность таких растительных ассоциаций, которые отличаются присутствием лишь от одного до трех ярусов — лишайниково-мохового, травянисто-кустарничкового и кустарникового. Малоярусность тундр не первична, но возникла в результате редукции многоярусных лесных и болотных ассоциаций третичного времени. Древесный ярус отсутствует, потому что древесные жизненные формы исключаются микроклиматическими условиями тундровых местообитаний, в первую очередь физиологической сухостью по причине низкой температуры почвенных вод, мешающей восполнить во время вегетационного периода потерю от испарения, повышенного сильными ветрами. Из-за физиологической сухости местообитаний в напочвенном ярусе господствуют бескорневые мхи и лишайники, находящие вместе с арктическими травянистыми и кустарными многолетними гекистотермами достаточно влаги и тепла в хорошо прогреваемом узком слое почвы на границе с атмосферой, в котором и концентрируются корневые системы цветковых растений. Эти корневые системы под влиянием низкой температуры почвы редуцированы лишь до одного яруса в торфянистой лишайниково-моховой дерновине и в поверхностном минеральном слое, почему на растительности тундр мало сказывается заболоченность их грунтов. Почвы тундр, по причине сходного с лесами напочвенного покрова, на песчаных субстратах относятся к слабоподзолистым, глееватым, причем оподзоленность их постепенно падает к северу;

на глинистых породах оподзоленность внешне не выражена, на небольшой глубине почти всегда имеется глеевый горизонт; торфянистость тундровых почв невелика. Нет основания говорить об особом типе тундрового почвообразования, потому что отличия тундровых почв от подзолистых и болотных лишь количественного порядка.

## IX. МОХОВЫЕ ТУНДРЫ

Мы встречаем естественно безлесные участки вне речных долин близ северного предела лесной зоны при трех условиях: на открытых ветрам и поэтому почти лишенных зимой снега местообитаниях, в слабо пониженных бессточных котловинах среди лесов и на водораздельных торфяниках. Растительные ассоциации тундрового характера в условиях разных местообитаний появляются не на одной параллели, хотя их южные пределы и не удалены далеко друг от друга. Все они служат зачатками различных географических рядов тундровых формаций, переходом от них к формациям лесной зоны. Прежде всего обращают на себя внимание среди лесов разнотравные кустарниковые лужайки из *Salix lapponum*, *S. glauca*, *S. phylicifolia*, *Betula nana* с лишайниково-моховым покровом из *Pleurozium Schreberi*, *Polytrichum commune*, *P. strictum*, *Sphagnum acutifolium*, *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *Nephroma arcticum* и др. Они описаны Самбуком на р. Лае, притоке средней Печоры, как часть мозаичной ассоциации ельника, а нами неоднократно наблюдались на р. Усе и в Западносибирской низменности. Этой ассоциации, которую мы считаем еще принадлежащей лесной зоне, аналогичны кустарниковые мари с *Betula fruticosa*, *B. Middendorffii* и др. в северо-восточной Азии. Как там, так и на западе торфяно-глеевые почвы под кустарниками имеют вечную мерзлоту или поздно оттаивают весной.

В южной лесотундре наибольшая площадь безлесных участков принадлежит различным заболоченным тундрообразным ассоциациям, на которых мы еще остановимся. Среди них можно встретить безлесные кустарниковые ассоциации на дренированных местах с повышенной вечной мерзлотой, замещающие здесь вышеописанные кустарники среди лесов. Это — наиболее южные члены формации моховой тундры на дренированных суглинистых местообитаниях. В Европе и на Западносибирской низменности для них характерен густой кустарник из *Betula nana*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum* и некоторых ив, чередующийся с прогалинами. Лишайниково-

моховой ярус, в котором лишайники преобладают лишь на освещенных прогалинах, состоит из *Cladonia gracilis*, *C. sylvatica*, *Pleurozium Schreberi*, *Polytrichum commune*, *P. juniperinum* и др. В кустарничково-травянистом ярусе господствуют *Calamagrostis neglecta*, *Carex globularis*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium vitis idaea*. Почвы под ними слабо- или скрытоподзолистые, глееватые. На Дальнем Востоке этим ассоциациям соответствуют заросли *Alnus fruticosa*, *Betula Middendorffii* и *Pinus pumila* приблизительно с той же растительностью в нижних ярусах и таким же прерывистым кустарниковым ярусом.

В подзоне кустарниковых тундр моховые тундры с ярусом *Betula nana* или *B. exilis* (на восток от Енисея) распространены очень широко на всем протяжении от Малоземельской тундры до Лены. Восточнее они, повидимому, уступают место кочкарным тундрам. Среди преобладающей полярной березки на моховых тундрах много *Ledum palustre*, *Salix glauca*, *S. pulchra*, *Vaccinium uliginosum*. Кустарниковый ярус в западной части тундровой зоны гуще (покрытие 50—60%), чем в восточной. В северной половине подзоны кустарниковых тундр березка постепенно уступает первенство багульнику. В кустарничково-травянистом ярусе наиболее обыкновенны *Carex rigida*, *Empetrum nigrum*, *Festuca supina*, *Nardosmia frigida*, *Vaccinium vitis idaea*, в общем почти такая же растительность, как и в лесотундре, только без *Carex globularis* (лесной элемент) и с большим процентом арктических форм. В лишайниково-моховом ярусе, прикрывающем глеевые и глееватые суглинки с неглубокой вечной мерзлотой, господствуют мхи — *Aulacomnium palustre*, *A. turgidum*, *Dicranum angustum*, *Hylocomium proliferum*, *Polytrichum strictum*, *Ptilidium ciliare* и др., а среди лишайников *Cetraria cucullata*, *Cladonia gracilis*, *C. sylvatica*, *Peltigera aphthosa* и др. На границе лесотундры очень обыкновенна *Nephroma arcticum*.

Содержа большие запасы кустарниковых кормов и в небольшом количестве поедаемые оленями травы и лишайники, кустарничково-моховые тундры могут использоваться по преимуществу как летние пастбища, но этому нередко препятствует обилие комаров в связи с их сравнительно южным положением и с зарослями кустарников. Влияние выпаса на кустарничково-моховые тундры в тех районах, где имеются большие стада оленей (напр., в некоторых частях Большеземельской тундры), иногда сказывается в сильной степени. Пока выпас слаб, и потребляется лишь листва кустарников, это оказывает благоприятное влияние на лишайниковый покров, благо-

даря осветлению верхнего яруса. Более сильный выпас ведет к деградации не только кустарников, но и лишайников и мхов, за счет которых обильнее разрастаются разнотравье и злаки. Так как подзона кустарниковых тундр при современном состоянии оленеводства подвергается сравнительно слабому летнему выпасу, деградация описываемых пастбищ обыкновенно останавливается на средних стадиях, что не обесценивает их в сильной степени.

В условиях морского климата на северной оконечности Канина полуострова моховые тундры отсутствуют, замещаясь мелкобугорчатой (правильнее мелкобугристой) лишайниково-моховой тундрой. Ее невысокие, плоские бугорки высотой в 20—30 см и диаметром от 30 до 100 см состоят из неглубокой торфянистой массы, нередко с минеральным ядром. Они зарастают низким кустарником из *Betula nana* и некоторых ив (*Salix glauca*), под которым располагаются обычные тундровые кустарнички и травы, вроде *Arctostaphylos alpina*, *Empetrum nigrum*, *Carex rigida*, *Deschampsia alpina*, *Polygonum bistorta*, *Salix herbacea*, *Vaccinium vitis idaea* и др. В мохово-лишайниковом ярусе господствует *Cladonia sylvatica*, а к ней примешаны: *Cladonia uncialis*, *C. rangiferina*, *Sphaerophorus globosus*, *Aulacomnium turgidum*, *Hylocomium proliferum*, *Dicranum congestum* и др.

Замещающие ассоциации описанной мелкобугристой тундры широко распространены и на восток от Канина полуострова, в пределах северной лесотундры, заходя в Европе даже в подзону кустарниковых тундр. Они занимают пологие склоны холмов, зимой достаточно прикрытые снегом, и, повидимому, приурочены к супесчаным и легкосуглинистым грунтам со слабооподзоленными, оглееными почвами. В низинах мелкобугристые тундры уступают место крупнобугристым торфяникам. Характерная особенность мелкобугристых тундр — это чередование плоских бугорков до 75 см высотой и до 200 см диаметром с низинками, занимающими около 50% всей площади. Бугорки с минеральной основой под слоем торфа около 10 см толщиной зарастают густым кустарником до 40—50 см высотой из *Betula nana*, *Ledum palustre*, *Salix glauca*, *Vaccinium uliginosum* и немногими другими. Средней густоты кустарниково-травянистый ярус образован *Carex globularis*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium vitis idaea* и др. В мохово-лишайниковом ярусе, разорванном кое-где голыми пятнами вымокания по низинкам, несколько более половины площади занято лишайниками: *Cladonia sylvatica*, *Stereocaulon paschale*, *Cetraria islandica*, *C. nivalis*, *Cladonia grac-*

lis, *Nephroma arcticum* и др. Из мхов преобладают *Dicranum elongatum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum compactum*, а в низинках нередко много черной, как бы обугленной *Gymnocolea inflata*. Описанные тундры служат важными зимними и весенне-осенними пастбищами оленей.

Существование этих тундрообразных, переходных от торфяников к тундрам ассоциаций обусловлено переходными климатическими и почвенно-грунтовыми условиями лесотундры. В южных районах ее мелкобугристые тундры находятся на месте постепенно разрушающихся водораздельных торфяников, при более благоприятных климатических условиях послеледниковой эпохи заходивших глубоко на север. Торфяной покров их более мощный, в нем более сфагнов, остальная растительность сходна с растительностью крупнобугристых торфяников, с которыми мелкобугристые тундры здесь нередко чередуются.

Мы уже отмечали малое распространение кустарниково-моховой тундры на глинистых субстратах в лесотундре; несколько чаще встречаются близкие к ней ассоциации на достаточно дренированных слабооподзоленных и оглеенных песках. Они не имеют резко выраженных бугорков, верхний ярус почти целиком состоит из *Betula nana*, несколько больше *Arctostaphylos alpina* и других кустарничков, меньше осок, больше лишайников, за счет которых после неумеренного выпаса развиваются дерновины *Dicranum elongatum* и других мхов. Эти ассоциации представляют уже переход к лишайниковым тундрам, возможно, что они вторичного происхождения и возникли в результате неумеренного выпаса на месте последних.

Высота и густота кустарникового яруса моховых тундр находятся в зависимости от глубины снегового покрова, защищающего зимой растительность от суровых климатических условий, главным образом от сильных ветров, губительно действующих на выступающие над снегом побеги. Однако, мощность снегового покрова не должна превышать известного предела, потому что в противном случае задержка в сходе снега весной может привести к гибели кустарников. Воздействие ветра двояко: физиологическое (высушивающее) и механическое, главным образом через посредство несомых им масс снега во время зимних метелей, особенно усиливающихся к северу от лесных пределов. Иссушающее влияние ветра сказывается на высоко поднятых над поверхностью почвы кустарниках преимущественно во время вегетационного периода, но

в меньшей степени, чем на деревьях, потому что тундровые кустарники обладают неглубокой корневой системой, способной довольствоваться самыми верхними слоями почвы, имеющими достаточную влажность и достаточно прогреваемыми. Так, по наблюдениям Дедова, в Малоземельской тундре корни *Betula nana* не проникали глубже 30—35 см, где температура летом держалась не ниже 5—6°, а основная масса корней находилась лишь в 20-сантиметровом слое. Наши наблюдения в Большеземельской тундре и в Пенжинском районе Дальнего Востока близко совпадают с наблюдениями Дедова за исключением того, что отдельные корни кустарников доходят до 60—100 см глубины, почти до уровня мерзлоты. Однако, температура почвенных вод даже близ поверхности довольно низка, и поступление влаги задерживается в то время, когда в ней оказывается наибольшая потребность. Это вызывает, по объяснению Чильмана, ксероморфный облик многих растений тундр, в том числе и кустарников.

В подзоне кустарниковых тундр моховые тундры с кустарниковым ярусом занимают почти все площади (кроме болот), на которых зимой располагается достаточный снеговой покров, в свою очередь задерживаемый кустарниками. По мере приближения к более северной подзоне лишайниково-моховых тундр, кустарниковые моховые тундры начинают смещаться на места, лучше защищенные от сильных зимних ветров, сносящих неглубокие снега. Сначала плоские вершины холмов, а севернее и все склоны их, кроме оснований, занимаются моховыми тундрами, с очень приземистыми, распластанными кустами *Betula nana*, *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. pulchra* (в Европе *Salix phylicifolia*), постепенно редющими и исчезающими по направлению к полюсу. В подзоне арктических тундр из них остаются лишь *Salix pulchra* и *S. reptans*. На суглинистых грунтах со скрытоподзолистыми поверхностноглеевыми почвами господствуют мхи: *Aulacomnium turgidum*, *Camptothecium trichoides*, *Dicranum elongatum*, *Hylocomium proliferum*, *Polytrichum strictum*, *Ptilidium ciliare*, *Rhytidium rugosum* и др. с примесью обыкновенных тундровых лишайников. В отличие от лесов, где затенение способствует однородности моховой дерновины, открытый солнечным лучам напочвенный покров тундр обыкновенно представляет пеструю смесь перепутанных между собой мхов и лишайников, из которой трудно выделить чистую дерновинку какого-либо одного вида. Наиболее характерными представителями разреженного травянисто-кустарничкового яруса являются: *Carex rigida*, *Dryas punctata*

(в Европе *D. octopetala*), *Poa arctica*, *Polygonum viviparum*, *Salix polaris*, *S. reticulata*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis idaea* и др., всего 3—4 десятка видов. На ассоциациях несколько заболоченных местообитаний среди зеленых мхов появляются сфагны (главным образом *Sphagnum Warnstorffii*), а среди травянистого яруса *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*, *Nardosmia frigida*, *Rubus chamaemorus* и др. Благодаря тому, что поверхность моховых тундр мелкокочковата по причинам, указанным ниже, для растительности создаются неравномерные условия существования. Повышения микрорельефа летом лучше дренируются, а зимой менее защищены снегом; западинки, наоборот, несколько заболочены и заносятся более толстым и рыхлым снеговым покровом. В них образуется сравнительно плотная, торфянистая дерновина с преобладанием зеленых мхов, мощностью до 10 см, а на повышениях микрорельефа в ослабленной дерновине значительную роль играют лишайники. Соответственно распределяются и цветковые растения, и таким образом возникает комплексность растительности моховых тундр.

Сочава считает, что моховые тундры, в число которых он, впрочем, не включает кустарничково-моховых ассоциаций (главным образом с *Dryas*), наиболее характерны для гор западной Евразии и очень слабо представлены на крайнем северо-востоке. По нашим наблюдениям, моховые тундры не менее распространены и на равнинах западной половины тундровой зоны СССР по глинистым грунтам, в том числе и по известковистым. Лишь в области широкого развития песчаных почв они уступают место лишайниковым тундрам, как это мы видим, например, в Анабарском районе, в центральной части Гыданской тундры и Ямала. Мы не знаем, насколько формация моховых тундр распространена в Якутии, за отсутствием сведений, но в лесотундре Пенжины и Анадыря, по наблюдениям Сочава и нашим, моховые тундры ограничиваются лишь небольшими участками довольно пестрых ассоциаций по ручьям в невысоких горах. Наоборот, на равнинах и в предгорьях Чукотского побережья моховые тундры довольно обыкновенны на пологих склонах холмов среди преобладающих кочкарников и низинных болот. В их напочвенном ярусе господствуют обычные мхи (*Campythecium trichoides*, *Dicranum elongatum*, *Hylocomium proliferum*, *Ptilidium ciliare*), а лишайников очень мало, благодаря воздействию холодного морского климата. Почвы—торфянисто-глеевые суглинки и глины. Климатические условия побережья сказываются и на довольно сомкнутом (покрытие до 70%) кустарничково-травянистом



ярус, в котором взамен западной *Carex rigida* основу составляет *Eriophorum angustifolium*. Особенное обилие этой пушицы одинаково свойственно моховым тундрам и западного побережья Ледовитого моря (подзона арктических тундр), что сближает их с ассоциациями более заболоченных местообитаний континентальных областей. Кроме *Eriophorum angustifolium* весьма обыкновенны еще *Carex misandra*, *Dryas punctata*, *Polygonum viviparum*, *Salix pulchra*, *S. reticulata*, а местами и *Carex stans*. В горах Чукотки небольшие участки лишайниково-моховых тундр обязаны своим существованием главным образом неумеренному выпасу оленей на лишайниковых ассоциациях.

Моховые тундры имеют большое хозяйственное значение по причине их обширной площади, которая используется стадами оленей преимущественно в летнее время. Весной олени жадно пожирают молодые побеги *Eriophorum vaginatum*, обыкновенной на заболоченных моховых тундрах, а позднее едят листву кустарников и травянистые растения, вроде *Gymnandra Stelleri*, *Polygonum bistorta*, *P. viviparum*, *Eriophorum angustifolium*. Зимой для выпаса пригодны лишь сравнительно богатые лишайниками участки сухой моховой тундры, пастба на которых облегчается их слабым снежным покровом, но не всегда может быть производима из-за суровости климата открытых тундр.

## Х. ПОЛИГОНАЛЬНЫЕ И ПЯТНИСТЫЕ ТУНДРЫ

Плотный снеговой покров тундр, прибитый ветрами так, что по нему можно ходить без лыж, слабо предохраняет почву от морозов. Поверхность земли разбивается многочисленными морозными трещинами на отдельности, создающие характерную плоскую кочковатость моховых тундр, лишенных плохо проводящей тепло толстой торфянистой дерновины. Кочковатость увеличивается весной, когда в трещинах замерзает талая вода, распирающая их. Ледяные линзы сохраняются до середины лета; позднее трещины, освободившиеся от льда, образуют дренажную сеть в тех местах, где обеспечен сток воды. Местами выступающие над снегом повышения микро-рельефа обнажаются зимними метелями от растительного покрова, и на дневной свет появляется голый суглинок, расплывающийся пятнами от осенних дождей и весенних вод. На склонах пропитанный водой суглинок нередко сползает, разрывая дерновину и оголяя почву. Кое-где торфянистый, рыхлый, легко сдираемый с поверх-

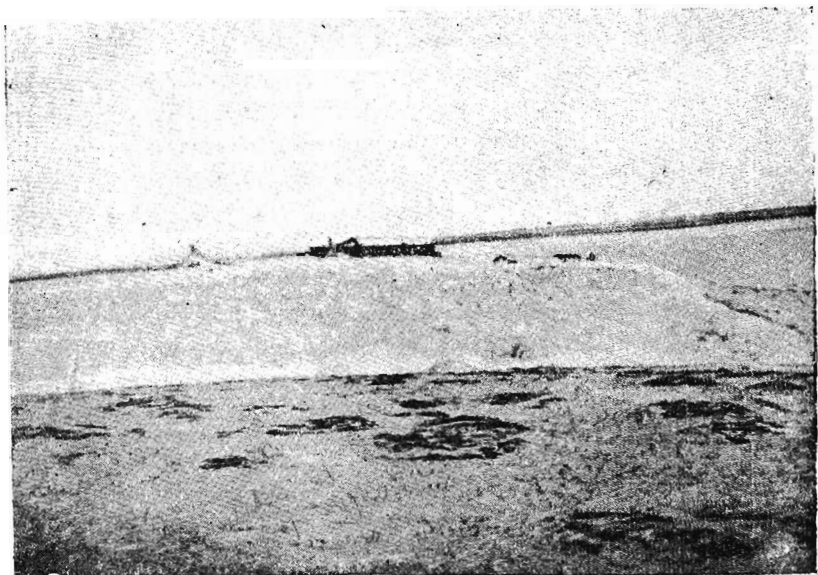
ности минерального субстрата лишайниково-моховой ковер разрушается и под влиянием иных причин: [размыва дождями и весенними водами, вымокания, повреждения копытами оленей. Все это ведет к образованию голых пятен.

С переходом в подзону арктических тундр суровость зимних ветров сильно возрастает, а снеговой покров становится тонким, едва прикрывающим вершины холмов. От этого происходит особенная деградация напочвенного яруса и растрескивание почвы—возникают так называемые полигональные тундры, широко распространенные на слабо оглеенных, без признаков оподзоливания, глинистых почвах побережья Ледовитого моря и островов от Югорского шара до Колымы. Их пестрая лишайниково-моховая дерновина с растительностью, близкой к обычной для сухой моховой тундры (*Aulacomnium turgidum*, *Camptothecium trichoides*, *Cetraria islandica*, *Cladonia coccifera*, *C. gracilis*, *C. sylvatica*, *Dicranum elongatum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Hylocomium proliferum*, *Peltigera aphthosa*, *Polytrichum juniperinum*, *Stereocaulon alpinum*, *Thamnochloa vermicularis* и др.), сохраняется полосами по ложбинкам морозных трещин и промоин, оставляя на слабых выпуклинах между ложбинками почти оголенный суглинок, нередко щебенчатый. Среди мхов и лишайников ютятся разнообразная травянистая и кустарничковая растительность из наиболее выносливых представителей арктической флоры. Из них особенно обыкновенны: *Alopecurus alpinus*, *Carex rigida*, *Catabrosa algida*, *Deschampsia arctica*, *Luzula confusa*, *Oxyria digyna*, *Ranunculus nivalis*, *Salix polaris* и др. Можно различить несколько растительных ассоциаций в зависимости от географического положения, близости или удаленности от морского побережья, от качества субстрата и пр. По особенно открытым ветрам склонам растительный покров почти совершенно исчезает, и на поверхности сползающей весной глинистой породы остаются лишь отдельные экземпляры и группы цветковых растений. Такая разорванность растительного покрова особенно характерна для островов Ледовитого моря к востоку от Новой Земли, когда они сложены мелкоземистыми породами, иногда подстилаемыми толщами льда (Новосибирские острова).

В снеговой зоне, в пределах которой находится большинство островов Ледовитого моря, разорванность растительного покрова на глинисто-щебенчатых террасах побережья достигает своего предела. Разбитая морозными трещинами, нередко образующая каменные многоугольники, почва зарастает отдельными рыхлыми дерновин-

ками главным образом по ложбинкам вдоль трещин. Эти дерновинки состоят по преимуществу из немногих десятков цветковых, вроде: *Alopecurus alpinus*, *Draba alpina*, *Eritrichium villosum*, *Papaver radiculatum*, *Poa alpigena*, *Myosotis alpestris*, *Saxifraga caespitosa*, *S. oppositifolia*, *Silene acaulis* и др. Мхи и лишайники не столь бросаются в глаза по сравнению с пестрыми куртинками цветковых. Среди лишайников преобладают типичные кустистые формы: *Alectoria ochroleuca*, *Bryopogon divergens*, *Cetraria crispa*, *C. cucullata*, *Stereocaulon alpinum*, *Thamnia vermicularis* и некоторые другие. Кладонии, господствующие в тундровой зоне, отсутствуют. Причина этого, вероятно, заключается в большей выносливости первых, имеющих плотный коровый слой. Из мхов наиболее обыкновенны: *Drepanocladus uncinatus*, *Polytrichum alpinum*, *Rhacomitrium canescens*, *Rh. hypnoides*, *Webera cruda*. Большая разорванность растительного покрова этих арктических полигональных тундр обусловлена исключительно зимними ветрами, почти целиком сметающими снеговой покров, отчего большая часть щебнисто-глинистой почвы остается голой значительную часть зимы. Связная дерновина встречается лишь по ложбинкам, зимой занесенным снегом, а летом обильно увлажняемым. Наоборот, на бесснежных каменистых участках, всю зиму шлифуемых и выдуваемых ветром, среди щебенки сохраняются только отдельные кустики *Papaver radiculatum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Sieversia glacialis* и немногие другие. Это — настоящие арктические пустыни.

В материковой части подзоны арктических тундр Таймыра и Якутии сила зимних ветров несколько уменьшается по сравнению с побережьем моря и тем более с островами. Поэтому взамен полигональных тундр здесь широко распространены дриадовые тундры с более сомкнутой растительностью (покрытие от 40 до 60%). Они свойственны сухим повышениям рельефа, несколько прикрытым снегом в зимнее время. Эти тундры в экологическом отношении занимают среднее положение между полигональными и моховыми тундрами и в северной части подзоны лишайниково-моховых тундр располагаются на пологих склонах холмов выше полосы моховых тундр, а на юге подзоны арктических тундр ниже полигональных. Их почвы имеют примитивный характер, они не заболочены, вечная мерзлота глубоко оттаивает летом. Особенное преобладание *Dryas punctata* в приземистом кустарничково-травянистом ярусе, повидимому, зависит в значительной мере от некоторой известковистости почвы, хорошо дренированной и аэрированной густой сетью мелких



Фиг. 7. Пятнистая тундра зимой в северной лесотундре (низовья р. Таза).

морозных трещин. Остальная цветковая растительность довольно пестра, приближаясь в этом отношении к растительности полигональных тундр. Ее состав меняется в зависимости от качества грунтов и географического положения. На суглинистых, слабо каменистых грунтах Таймыра (А. Толмачев), кроме преобладающей *Dryas punctata*, весьма обыкновенны *Alopecurus alpinus*, *Astragalus umbellatus*, *Festuca brevifolia*, *Parrya nudicaulis*, *Salix arctica*, *Saxifraga punctata* и др. Тонкий и сильно разорванный лишайниково-моховой покров состоит из обычных представителей тундры, обогащенной формами открытых местообитаний: *Distichium montanum*, *Ditrichum flexicaule* и др. В Анабарском районе (Сочава) дриадовые тундры особенно распространены по открытым вершинам невысоких, песчаных и каменистых холмов. Можно различить несколько ассоциаций, для которых характерно господство, кроме общей для всех дриады, то *Diapensia lapponica*, то *Carex rupestris*, то *Cassiope tetragona*. Среди остальной, достаточно пестрой цветковой флоры преобладают формы местообитаний с обнаженным субстратом, вроде: *Arctagrostis latifolia*, *Hierochloa alpina*, *Papaver radiculatum*, *Salix cupeata*, *Saxifraga oppositifolia* и др. В лишайниково-моховом покрове—обычные обитатели сухих, малоснежных тундр.

В Западносибирской низменности дриадовые тундры на соответствующих местообитаниях замещаются близкими ассоциациями, в тонком, разорванном напочвенном покрове которых преобладают: *Cetraria crispa*, *C. cucullata*, *Cladonia gracilis*, *Dicranum congestum*, *Dufourea arctica*, *Hylocomium proliferum*, *Oncophorus Wahlenbergii*, *Polytrichum hyperboreum*, *Ptilidium ciliare*, а в травянисто-кустарничковом, кроме *Dryas punctata*, еще *Alopecurus alpinus*, *Arctagrostis latifolia*, *Carex rigida*, *Luzula arctica*, *Salix lanata*, *S. polaris*.

Полигональная тундра сменяется в южных подзонах вплоть до границы сплошных лесов небольшими участками сухой пятнистой тундры, происхождение которой связано с зимней снеговой корразией и последующим весенним размоканием, а на крутых склонах и сплыванием лишенной связного растительного покрова породы. Пятнистая тундра развивается на оголенных зимой от снега склонах и по седловинам между холмами, где возникают скопления суглинистых, расплывшихся пятен до 1—1.5 м в диаметре, отделенных полосами растительности. Голые пятна располагаются на слабых выпуклинах микрорельефа, а растительный покров сохраняется по защищенным снегом ложбинкам с морозными трещинами. Сеть этих трещин значительно гуще, чем на моховых тундрах. Соотношение между оголенными и заросшими участками очень изменчиво. В типичных случаях площадь пятен несколько превышает площадь, занятую растительностью.

Так как открытые склоны и седловины обыкновенно хорошо дренированы и мало увлажняются снеговой водой, их поверхность кочковата в меньшей степени, чем поверхность моховых тундр, а по краям голых пятен выпуклые валики, образование которых, по видимому, связано с боковым давлением весной при образовании ледяных линз в трещинах, едва намечаются. На тяжелых глинистых породах, плохо дренирующихся даже на склонах, или на местах, куда весной стекают талые воды, наоборот, кочковатость, вернее, мелкая бугристость выражена резко и на сухих пятнистых тундрах.

Растительный покров пятнистых тундр очень разнообразен, но в общем он приближается к растительности тех ассоциаций моховых и лишайниковых тундр, которые свойственны соответствующей подзоне. В нем лишь больше лишайников и цветковых растений, способных лучше мхов переносить сравнительную сухость почвы и резкие колебания температуры зимой и летом на недостаточно защищенной снегом и растительной дерновиной поверхности земли. То более узкие, то более широкие ложбинки между пятнами за-

полнены торфянистой дерновиной из *Aulacomnium turgidum*, *Cetraria chrysantha*, *C. nivalis*, *Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *Dicranum elongatum*, *D. congestum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Bryopogon divergens*, *Dufourea arctica*, *Hylocomium proliferum*, *Oncophorus Wahlenbergii*, *Ochrolechia tartarea*, *Polytrichum alpinum*, *P. strictum*, *Ptilidium ciliare*, *Rhytidium rugosum*, *Stereocaulon alpinum*, *Rhacomitrium hypnoides*, *Thamnia vermicularis* и др. В этой дерновине среди мхов и лишайников прячется от ветров, зимой шлифующих снегом, а летом заносающих пылью, негустой кустарничково-травянистый покров. Над дерновиной поднимаются лишь стебли травянистых растений да отдельные веточки кустарничков. Деградации растительности помогают также олени, которые очень охотно падутся весной на оголенных от снега и оттаявших участках пятнистых тундр. Вот список наиболее характерных цветковых растений пятнистых тундр: *Alsine macrocarpa*, *Alopecurus alpinus*, *Betula nana*, *Carex rigida*, *Dryas punctata*, *Draba fladnizensis*, *Festuca brevifolia*, *Hierochloa alpina*, *Luzula confusa*, *Papaver radicum*, *Parrya nudicaulis*, *Pedicularis Oederi*, *Poa arctica*, *Polygonum viviparum*, *Salix polaris*, *S. rotundifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis idaea* и др. Разнообразие растительного покрова пятнистых тундр увеличивается на севере и уменьшается на юге, где остаются главным образом лишь такие виды, как *Empetrum nigrum*, *Arctostaphylos alpina*, *Betula nana*, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis idaea* и немногие травянистые формы, а среди споровых в большом количестве растут лишайники, в том числе ягели, что повышает кормовую ценность пятнистых тундр.

На сухих пятнистых тундрах зарастания пятен обыкновенно незаметно, потому что они ежегодно зимой шлифуются метелями, летом размокают и расплываются от дождей. Однако, отдельные экземпляры некоторых травянистых растений всегда можно встретить на пятнах. Это *Carex melanocarpa*, *Festuca brevifolia*, *Juncus biglumis*, *J. castaneus*, *Nardosmia Gmelini*, *Papaver radicum* и немногие другие. В континентальных тундрах Сибири Драницыным и Городковым наблюдалось на поверхности пятен накопление карбоната извести, вскипающего от соляной кислоты. То же самое описывает Ливеровский для северных районов Большеземельской тундры. Это явление зависит от восходящих токов воды под оголенными участками, вызывающих поднятие и накопление солей. В лесотундре вскипания поверхностных слоев пятен не бывает, нет его и в условиях влажного климата Чукотского побережья.

Наше описание пятнистых тундр относится к западной половине тундровой зоны. Сухие пятнистые тундры в их типичном виде не описывались для северо-восточной Азии, если исключить сведения Чельмана о полигональных тундрах. Среди заболоченных равнинных долов Дальневосточной лесотундры оголенные от растительности пятна встречаются часто, но они иного происхождения, чем на западе. Лишь кое-где вблизи склонов в речные долины можно увидеть скопления сильно выпуклых, разбитых трещинами глинистых пятен с довольно пестрой растительностью между ними. Более типичны участки сухих пятнистых тундр на щебенчато-глинистых перевалах невысоких гор и по открытым ветрам краям террас морского побережья, где болотистые кочкарные тундры немного отступают в сторону. Эти суровые по экологическим условиям местообитания заселяются по преимуществу хионофобными лишайниками *Alectoria ochroleuca*, *A. nigricans*, *Cetraria Tilesii*, *Sphaerophorus globosus*, *Thamnia vermicularis* и др., и арктическими цветковыми и выходцами с гор, вроде: *Alsine arctica*, *Artemisia glomerata*, *Arctostaphylos alpina*, *Bupleurum triradiatum*, *Cassiope tetragona*, *Dicentra peregrina*, *Diapensia lapponica*, *Potentilla fragiformis*, *Rhododendron kamtschaticum*, *Salix cuneata*.

Довольно обыкновенными становятся своеобразные пятнистые тундры на побережье Ледовитого моря в Чукотии, где зимние ветры очень сильны и продолжительны, но климат в общем не настолько суров, чтобы вызвать образование настоящих полигональных тундр. Вместо них на вершинах и перевалах холмистых предгорий возникают скопления голых щебенчато-глинистых пятен, разделенных разорванными полосами растительности, состоящей на более влажных местах преимущественно из *Aulacomnium turgidum*, *Camptothecium trichoides*, *Dicranum elongatum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Hylacomium proliferum* и немногих лишайников, а на более сухих и каменистых из *Alectoria nigricans*, *Ochrolechia tartarea*, *Rhacomitrium hypnoides*, *Thamnia vermicularis* и др. Соответственно изменив и довольно разнообразный кустарничково-травянистый ярус, в котором на влажных местообитаниях преобладают рыхлые дерновинки *Carex Soczavaeana*, *C. misandra*, *Parrya nudicaulis*, *Ranunculus nivalis*, *Salix reptans*, *S. pulchra* и др., а на сухих и каменистых *Artemisia trifurcata*, *Dryas punctata*, *Oxytropis nigrescens*, *Pedicularis lanata*, *Sieversia glacialis* и др.

К этим пятнистым тундрам крайнего северо-востока Азии приближаются по строению своего растительного покрова оголенные

зимними ветрами древние галечные наносы низких террас Чукотского побережья. Растительный покров их занимает от 20% до 60% поверхности и состоит из клочков довольно разнообразного, но непостоянного по составу, лишайниково-мохового яруса и пестрой смеси трав и кустарничков, как, например, *Cassiope tetragona*, *Dicranella lapponica*, *Dryas punctata*, *Empetrum nigrum* (в более южных районах), *Hierochloa alpina*, *Luzula confusa*, *Sieversia glacialis*, *Silene acaulis*, *Vaccinium vitis idaea* и многие другие.

## XI. КОЧКАРНЫЕ ТУНДРЫ

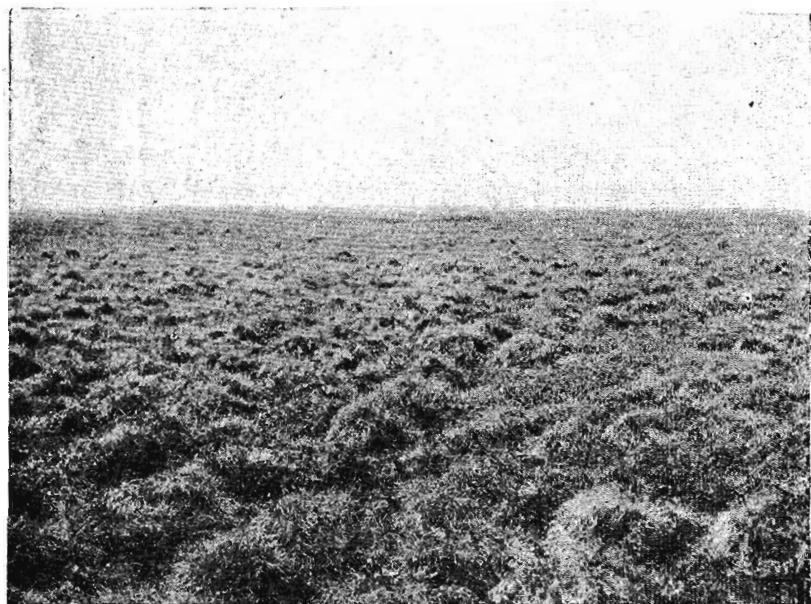
Моховые тундры, если исключить побережье Ледовитого моря, распространены лишь в западной и центральной частях тундровой зоны, приблизительно до р. Лены. К востоку от нее, несмотря на малое количество осадков, заболоченность глинистых грунтов настолько увеличивается, что существование моховых тундр становится невозможным. Причина особенного развития гипново-сфагновых кочкарных тундр на востоке тундровой зоны недостаточно ясна. Надо думать, что здесь оказывает влияние континентальный климат с его слабым снежным покровом, морозной зимой и теплым летом, что создает благоприятную обстановку для сильного развития вечной мерзлоты, но вместе с тем не препятствует ее быстрому, хотя и неглубокому, оттаиванию летом. В результате этого заболоченная почва довольно хорошо прогревается в поверхностных слоях, и сфагны получают возможность удовлетворительно развиваться в достаточно защищенных снежным покровом межкочкарных пространствах. Накапливается слой торфа, который еще более предохраняет вечную мерзлоту грунта от глубокого оттаивания, а влагу от испарения. К осени вечная мерзлота в пропитанной водой торфяно-глеевой глинистой почве успевает оттаять всего на 50—100 см. По склонам холмов и гор, а также поблизости от них, словом, везде, где поверхностные грунтовые воды более деятельны, в период замерзания и оттаивания происходят особенно интенсивные выпячивания, сплывания и другие деформации грунта в зависимости от неравномерного промерзания и подтока вод. Это вызывает местные разрывы мало эластичной торфянистой дерновины и обнажение глинистой породы. Образуются округлые и кольцеобразные (вокруг кочек) пятна диаметром 0.5—1 м, столь характерные для кочкарных тундр. Нередко эти пятна располагаются полосами вниз по склонам, следуя потокам грунтовых вод. С течением



времени глубоко оттаивающие пятна под напором несколько сползающей породы и новообразующихся скоплений льда в почве выпячиваются. Общая площадь их, в отличие от сухих пятнистых тундр, обыкновенно не превышает 2--5%. На болотах, лишенных местных потоков верховодок, пятен не бывает. Выходы породы недолго остаются голыми. Они начинают постепенно зарастать, а взамен их на других местах, куда отклонились потоки грунтовых вод, образуются новые пятна. Так как несколько выпяченные и свежезаросшие участки более сухи, дерновина их отличается от соседних торфянистых пространств с осоковыми кочками сравнительным обилием лишайников, и это создает комплексность тех кочкарных тундр, где происходит пятнообразование. На пониженных, молодых пятнах, часто залитых водой, в отличие от уже заросших, появляется растительность болот, вроде *Eriophorum angustifolium*, *Drepanocladus exannulatus* и др.

Основным материалом для торфообразования служат дерновины осоковых (*Eriophorum vaginatum*, *Carex Soczavaeana*), сфагны (*Sphagnum lenense*, *S. balticum*, *S. Warnstorffii*), бурые и зеленые мхи (*Aulacomnium turgidum*, *Dicranum elongatum*, *Polytrichum Jensenii*, *P. strictum*), лишайники (*Cladonia rangiferina*, *C. sylvatica*, *C. amaurocraea*, *Cetraria cucullata*, *C. crispa*). Количество мхов и лишайников в разных ассоциациях сильно варьирует: в одних случаях преобладают мхи, особенно сфагны, в других—лишайники. Травянисто-моховые ассоциации занимают обыкновенно пониженные, более заболоченные и заносимые снегом местообитания, а лишайниковые более открытые и сравнительно дренированные. Поэтому на первых почти не наблюдается пятнообразования, связанного с передвижением грунтовых вод и накоплением льда, а на вторых оно обычно. По достижении толщины в 40--50 см нарастание торфянистого слоя ослабляется из-за ухудшившихся температурных и водных условий почвы в связи с поднятием вечной мерзлоты в торф; над мхами берут верх лишайники, и минерализация торфа начинает превышать его накопление, которое снова продолжается там, где местные условия улучшаются. В сильно заболоченных понижениях среди кочкарных тундр лесотундры иногда развиваются даже мелкобугристые верховые торфяники.

Поверхность кочкарных тундр на 30—50% ее площади усеяна кочками *Eriophorum vaginatum* до 30—50 см высотой. К востоку от Индигирки на менее заболоченных ассоциациях лесотундры большое значение получает на ряду с пушицей еще кочкообразующая



Фиг. 8. Кочкарная тундра в подзоне лишайниково-моховых тундр (Гыданская тундра).

*Carex Soczavaeana*. Остальная цветковая растительность очень однообразна на всех кочкарных тундрах и состоит из *Betula exilis*, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis idaea* и немногие другие. На местообитаниях менее заболоченных, но подверженных воздействию проточных грунтовых вод и потому богатых пятнами и плоскими бугорками минерального субстрата, появляются разреженные заросли низких кустов *Alnus fruticosa*, а травянистый покров становится несколько более пестрым. Это — переход к ольховникам и зарослям *Betula Middendorffii* предгорий.

Вне лесотундры лишайниковые кочкарные тундры не встречаются, хотя обычные тундровые лишайники в небольшом количестве всегда присутствуют в растительном покрове кочкарных тундр вплоть до Чукотского побережья Ледовитого моря. Моховые кочкарные тундры широко распространены по пологим склонам холмов и невысоких гор во всей северной Чукотии, но они отличаются от южных ассоциаций более мелкими кочками исключительно из *Eriophorum vaginatum*, так как *Carex Saczavaeana* здесь теряет способность образовывать кочки. По мере приближения к берегу Ледовитого моря исчезают *Betula exilis* и *Ledum decumbens*, сменяясь *Salix pulchra*.

Параллельно этому в моховом покрове кочкарных тундр становятся редкими сфагны, впрочем, еще достаточно обыкновенные вне узкой полосы самого побережья Ледовитого моря. Мощность торфянистого горизонта уменьшается до десятка сантиметров.

Кочкарные тундры имеют большое хозяйственное значение, потому что они, будучи очень распространены на равнинах, на невысоких плато и по днищам широких долин в горах северо-восточной Азии, служат довольно удобными площадями для зимнего выпаса больших оленьих стад, хотя этому иногда препятствуют холодные ветры. Снега на описанных тундрах не бывают глубокими, так что над снегом обыкновенно выдаются верхушки кочек. Обилие хороших кормовых лишайников на ассоциациях более дренированных местообитаний делает их особенно ценными и в кормовом отношении. Весной кочкарные тундры привлекают оленей быстро развивающейся зеленью пушицы и осок, но летом они становятся неудобными для пастбы из-за трудности передвижения.

К западу от Лены площадь кочкарных тундр на торфяно-глеевых почвах уменьшается по сравнению с крайним северо-востоком Азии. Они отсутствуют в подзоне арктических тундр и появляются лишь в более южных подзонах до лесотундры включительно. Благодаря резко континентальному климату Якутии особенного накопления торфа не происходит, и торфянистый горизонт кочкарных тундр в северных подзонах обыкновенно не превышает 10 см, сфагны отсутствуют, но лишайники развиты довольно хорошо. Основу лишайникового покрова составляют не ягели, как на Дальнем Востоке, а *Cetraria cucullata*. Кочкообразователем является исключительно *Eriophorum vaginatum*. Отсутствие или малое количество сфагнов и преобладание зеленых мхов, сравнительно слабое развитие кочек придает ассоциациям кочкарных тундр Якутии переходный характер между моховыми тундрами Западносибирской низменности и кочкарниками Дальнего Востока. На кочкарных тундрах вблизи предела леса появляются отдельные лиственницы (*Larix dahurica*), в лесотундре же встречаются и сфагновые ассоциации кочкарных тундр.

В Западносибирской низменности и в Европе кочкарные тундры также отсутствуют в подзоне арктических тундр и лишь южнее встречаются сравнительно небольшими участками по слабо заболоченным понижениям среди моховых тундр, будучи связанными с ними переходными ассоциациями. Торфообразователями служат в равном количестве сфагны (*Sphagnum balticum*, *S. Girgensohnii*, *S. lenense*, *S. Warnstorffii*) и зеленые мхи (*Aulacomnium turgid-*

dum, *Camptothecium trichoides*, *Dicranum elongatum*, *Hylocomium proliferum*, *Ptilidium ciliare*). Лишайников (*Cetraria cucullata*, *Cladonia gracilis*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*) немного. Толщина торфянистого горизонта глеевой почвы не превышает 15—20 см, вечная мерзлота оттаивает на 50—60 см. В верхних ярусах господствует *Eriophorum vaginatum*, кроме которой еще много *Betula nana*, *Carex rigida*, *Eriophorum angustifolium*, *Rubus chamaemorus*, *Polygonum viviparum*, *Vaccinium vitis idaea* и немногие другие.

В хозяйственном отношении кочкарники западной части тундровой зоны имеют ценность в качестве весенних пастбищ, на которых олени находят на ряду с лишайниками свежую листву пушицы. Любопытно, что эти кочкарники приурочены к более легким грунтам, вплоть до песков, и как будто избегают глинистых почв, между тем как в восточных тундрах они особенно характерны для последних.

## ХII. ЛИШАЙНИКОВЫЕ ТУНДРЫ

В тех районах, где широко распространены песчаные грунты, например, на Ямале, местами в Гыданской тундре, в бассейне Анабары, особенное значение получают лишайниковые тундры не только по занимаемой ими площади, но и по ценности для оленеводческого хозяйства. В последнем отношении они неравноценны, но все-таки большинство лишайниковых тундр представляет хорошие зимние пастбища, эксплуатация которых, однако, нередко затрудняется суровым климатом в связи с их северным местоположением.

Лишайниковые тундры служат естественным продолжением к северу растительности лишайниковых сосновых и лиственничных лесов на песках. В южной лесотундре пески, если они не заболочены, нередко зарастают редколесьем: в Европе елово-березовым, а в Азии лиственничным, представляющими переход от лесных к тундровым ассоциациям на песчаных грунтах.

Как изменяются лишайниковые тундры на северном пределе тундровой зоны, достаточно ясно представить себе трудно по недостатку сведений в настоящее время. Несомненно, что площадь их и общая масса лишайников сильно уменьшаются по направлению к полюсу. Лишайниковые тундры, подобно моховым, уступают место каким-то ассоциациям с обедненным растительным покровом, сходным по своему генезису с полигональными тундрами глинистых грунтов. Вероятно, что эти ассоциации имеют много общего с развеянными песками и песчаными пятнистыми тундрами южных подзон тундро-

вой зоны. По описаниям Альмквиста и Чельмана, сухие, грубые почвы из песка и дресвы, распространенные по всему побережью Ледовитого моря, зарастают тонкой дерновиной из мхов и лишайников с незначительной примесью высших растений. В этой дерновине преобладают лишайники, то *Alectoria ochroleuca*, то кладонии и пармелии. Растительная дерновина арктической лишайниковой тундры прерывается пятнами голой земли, которые иногда занимают большие пространства. В некоторых случаях (вероятно, на более глинистых породах) такие лишайниковые тундры очень походят на полигональные или дриадовые по строению своей поверхности. Из работ Сочава можно заключить, что в подзоне арктических тундр Анабарского района лишайниковые тундры замещаются именно дриадовыми ассоциациями. На Таймырском полуострове Миддендорф встречал лишайниковые тундры лишь на хребте Бырранга. Он связывает их существование с каменистой почвой.

Постепенная деградация лишайниковых тундр на севере имеет большое практическое значение, поскольку отсутствие достаточного запаса лишайникового корма делает крайний Север мало пригодным для зимнего обитания оленей. Между тем мы до сих пор не имеем определенного ответа на вопрос, является ли бедность подзоны арктических тундр лишайниковыми ассоциациями следствием природных условий или она возникла в результате усиленного летнего выпаса больших оленьих стад. Повидимому, влияет и та и другая причина. В наиболее северных пунктах, как, например, на Таймыре, за хребтом Бырранга, ничтожное развитие лишайниковых тундр, о чем мы можем судить по сведениям, собранным Дедовым, объясняется климатическими причинами: здесь площадь сухих тундровых ассоциаций с сомкнутым растительным покровом (лишайниковые, моховые тундры) сильно сокращена в пользу полигональных тундр и болот. Зато в более южных частях подзоны арктических тундр, например, на Ямале и в Приенисейской тундре, где издавна летом собирается много оленеводов, остающихся в небольшом числе со своими оленями и на зиму для промысла песца, морского зверя и пр., сокращение площади лишайниковых тундр происходит не только из-за неблагоприятного климата, но и по причине неумеренного выпаса.

Этот неумеренный выпас особенно вредно влияет на лишайниковые пастбища потому, что он производится в летнее время, когда лишайники особенно сильно страдают от него, а также и потому, что возобновление потравленных пастбищ затрудняется медлен-

ностью прироста лишайников на севере. Правда, они иногда мало отличаются по своей величине от южных форм, как это было установлено Еленкиным в противовес мнению Альмквиста, отметившего угнетение в росте и плодоношении лишайников на побережье Ледовитого моря, но чтобы достичь этой величины на крайнем Севере с его непродолжительным и холодным вегетационным периодом, потребен значительно больший промежуток времени, чем в лесной зоне. Основываясь на различных источниках (Краббе, Пальмер, Тенгвалль и др.), мы считаем, что средний прирост обычных кустистых лишайников, который в лесной зоне достигает 4—6 мм в лето, в тундровой зоне постепенно падает к северу и, вероятно, может оцениваться для лесотундры в 3—4 мм, для безлесных подзон в 2—3 мм, а для подзоны арктических тундр всего в 1—2 мм. Приморские районы лесотундры (напр., Кольский полуостров, Дальний Восток) как будто способствуют более высокому приросту лишайников по сравнению с континентальной лесотундрой. Другие неблагоприятные для оленеводческого хозяйства тундр крайнего Севера обстоятельства заключаются, во-первых, в разорванности растительной дерновины, что уменьшает общую массу корма, и во-вторых, в преобладании в лишайниковом ярусе плохо поедаемых видов *Alectoria ochroleuca* и *Bryopogon divergens* и непоедаемых накипных. На причинах этого явления мы еще остановимся, когда будем писать об алекториевых тундрах.

Из вышеприведенных соображений выступает с достаточной ясностью, что по количеству и качеству зимних кормов для оленеводства несравненно важнее лишайниковые ассоциации на севере лесной зоны, но эксплуатация их нередко затрудняется глубокими снегами. Более удобны лишайниковые леса Якутии, к сожалению, сильно измененные пожарами, после которых восстановление лишайников протекает чрезвычайно медленно (20—30 лет). В тундровой зоне лишайниковые ассоциации страдают от пожаров гораздо меньше, хотя горелые участки изредка попадают и в глубокой тундре, в районах с более сухим и теплым летом.

Восстановление сильно потравленных или выгоревших лишайниковых тундр в тундровой зоне протекает легче, чем в лесах, потому что распространение лишайников на обнаженные площади облегчается ветрами, разносящими беспрепятственно по плотной снеговой поверхности обломки слоевищ и подстилки, затем разрастающихся в новые экземпляры. Особенно большое значение имеет этот способ распространения для так называемых хионофобных ли-

шайников, населяющих малоснежные тундры и вершины гор. Исследования Дю Рие показали, что разносимые ветром по снеговой поверхности Скандинавских гор растительные обломки были чаще всего представлены *Cetraria nivalis*, *Alectoria ochroleuca*, *Cladonia sylvatica* и *Vryopogon divergens*, т. е. основными эдификаторами малоснежных лишайниковых тундр, и в меньшей степени встречались обломки других лишайников. Способность лишайников размножаться из кусочков слоевищ дает возможность применить искусственный засев выгоревших или сильно потравленных пастбищ, подбирая наиболее выгодные в кормовом отношении смеси.

Нетолстая, в нетронutom состоянии достигающая 8—10 см, едва торфянистая дерновина лишайниковых тундр обыкновенно прикрывает слабооподзоленные влажные пески, оподзоленность которых падает к северу и повышается в лесотундре. Вечная мерзлота, благодаря тонкой дерновине и значительной теплопроводности песка, к осени опускается до 80—200 см в зависимости от географического положения местности. Верхние слои песчаных почв лишайниковых тундр иногда настолько высыхают, что травянистая растительность с ее неглубокими корнями начинает вянуть.

Растительность лишайниковых тундр различна в зависимости от географического положения: на западе, до Енисея, и на крайнем востоке, в областях с более снежной зимой преобладают ягельные лишайниковые тундры, а в континентальной северной Сибири алекториевые. Последние весьма обыкновенны и в центральной части подзоны лишайниково-моховых тундр Ямала и Гыданской тундры, причем они сменяются ягельными тундрами во всей описываемой зоне по мере приближения к лесотундре.

Ягельные тундры объединяют ряд ассоциаций, характерной особенностью которых является преобладание в напочвенном покрове ягелей, т. е. *Cladonia sylvatica*, *C. rangiferina*, *C. uncialis*, *C. amaurogaster*, а в более южных подзонах и на Кольском полуострове еще *Cladonia alpestris*. Однако, особенное преобладание ягелей наблюдается лишь по менее тронутым систематическим выпасом местам, чего в большинстве районов почти не бывает. В Европе такие нетронутые тундры известны лишь для зараженных сибирской язвой пространств, где без предохранительных прививок выпас невозможен. Неумеренная пастба дает перевес менее поедаемым и более стойким к вытаптыванию лишайникам, как, например, *Cetraria nivalis*, *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon paschale*, нормально уступающим по покрытию ягелям. *Stereocaulon*, по мнению Тенг-

валля, особенно распространяется на выбитых пастбищах еще потому, что обладает значительной скоростью роста по сравнению с другими лишайниками. Из других наиболее характерных составляющих мохово - лишайниковой дерновины следует назвать: *Bryopogon divergens*, *Aulacomnium turgidum*, *Cetraria cucullata*, *C. crispa*, *Cladonia pleurota*, *C. gracilis*, *Dicranum elongatum*, *Dufourea arctica*, *Polytrichum hyperboreum*, *P. piliferum*, *Racomitrium hypnoides*. В западных тундрах особенно распространен последний. Количество мхов увеличивается при неумеренном выпасе, нормально же они мало заметны среди лишайников и под ними. В приземистом и разреженном травянисто-кустарничковом ярусе преобладают кустарнички: *Arctostaphylos alpina*, *Betula nana*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Salix rotundifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis idaea*. Высота их ограничивается тонким слоем снега зимой на лишайниковых тундрах. Лишь на границе с лесотундрой появляются ассоциации с настоящим ярусом кустарников из полярной березки, достигающим 50 см. Эти ассоциации усиленно используются оленеводами, и в более населенных частях Большеземельской тундры и Полярного Урала они почти потеряли ягельный покров, вместо которого обильно разрастаются *Stereocaulon paschale* и *Sphaerophorus globosus*. Из травянистой растительности особенно характерны для ягельных тундр: *Arctagrostis latifolia*, *Carex rigida*, *Hierochloa alpina*, *Luzula confusa*, *Parrya nudicaulis*, *Pedicularis hirsuta*, а на востоке взамен некоторых из них появляются *Artemisia glomerata*, *Carex Soczavaeana*, *Polygonum Pawlowskianum*, *Salix fuscescens* и др. На особенно выбитых оленями тундрах, переходящих уже в оголенные пески, почти непригодные для выпаса, вырастает много *Festuca supina*. Такие песчаные пустыни—яреи—довольно распространены на севере Большеземельской тундры и на Ямале, где издавна летом, когда на песках особенно вредно отзывается неумеренный выпас, кочует большое оленеводческое население. На Дальнем Востоке, при большой заболоченности равнин, ягельные тундры на песках встречаются лишь небольшими клочками, но на сухих каменистых местообитаниях Чукотского полуострова лишайниковые ассоциации очень распространены. Они приближаются уже к горным лишайниковым тундрам, и их растительность, в основе сходная с равнинными ягельными тундрами, более разнообразна, включая такие виды, как *Cassiope tetragona*, *Rhododendron kamtschaticum*, *R. parvifolium*, *Saxifraga bronchialis* и др.



Растительный покров лишайниковых тундр изменяется не только под влиянием выпаса, но и от условий местообитания. На более тяжелых грунтах лишайниковые тундры приближаются к моховым, а на заболоченных песках, нередко занимающих большие пространства, появляется довольно мощный торфянистый горизонт (до 5—10 см), нарастанию которого способствуют более благоприятные летом тепловые свойства песчаных грунтов по сравнению с глинистыми. В этом случае количество лишайников уменьшается, они уступают место бурым мхам, преимущественно *Polytrichum alpinum*, *P. hyperboreum*, *P. strictum*, а также *Dicranum elongatum*, встречаясь однако в большем числе, чем на глинистых моховых тундрах. Соответственно и среди обычной цветковой флоры лишайниковых тундр появляются формы влажных местообитаний, вроде *Calamagrostis groenlandica*, *Eriophorum angustifolium*, *Salix polaris*, *S. herbacea* (в Европе), *Senecio taimyrensis*. Ягельно-моховые тундры имеют тот же ареал, что и ягельные тундры, т. е. распространение их ограничивается главным образом западной половиной зоны. Мы не можем согласиться с Андреевым, что эта группа ягельно-моховых тундр, называемая им кустарничково-моховым типом, возникла из лишайниковых в результате интенсивного выпаса.

На открытых ветрам, хорошо дренированных песчаных склонах ягельные тундры сменяются ассоциациями, аналогичными пятнистым тундрам на глинистых грунтах. Эти пятнистые лишайниковые тундры обращают на себя внимание очень угнетенной, разорванной дерновиной, которая к тому же обыкновенно страдает от выпаса оленей, предпочитающих малоснежные места. Так как пески не подвержены в той степени как глинистые грунты морозной трещиноватости, а голые пятна на них весной сильно не размокают и не расплываются, на пятнах обыкновенно хорошо сохраняется съезжившаяся корочка из водорослей, печеночников и накипных лишайников. Между нерезко ограниченными пятнами развита тонкая мохово-лишайниковая дерновина из *Cetraria crispa*, *C. cucullata*, *Cladonia sylvatica*, *C. uncialis*, *Bryopogon divergens*, *Dicranum elongatum*, *Polytrichum alpinum*, *P. hyperboreum*, *Sphaerophorus globosus*, *Thamnia verticillaris* и других мхов и лишайников. Флора цветковых состоит из обычных представителей ягельной тундры, только еще более распластанных, скрывающихся в дерновине от зимних метелей.

На особенно подверженных ветрам грубых песках от сомкнутого растительного покрова почти ничего не остается. Развеянная до появления котлов выдувания поверхность зарастает лишь отдель-

ными экземплярами и группами главным образом цветковых растений, состав которых довольно разнообразен в зависимости от географического положения. Особенно обыкновенны голые песчаные пространства (яреи) в районах усиленного выпаса по верхним частям склонов вблизи стойбищ оленеводов и вблизи поселений. В лесотундре на изрытой ветром и животными поверхности сыпучего песка разбросаны характерные для этих местообитаний формы: *Alsine macrocarpa*, *Arctostaphylos alpina*, *Campanula rotundifolia*, *Equisetum arvense*, *Festuca rubra*, *Empetrum nigrum*, *Polygonum Laxmanni*, *Pyrethrum bipinnatum*, *Rumex graminifolius*, *Salix rotundifolia*. По более защищенным местам нередко попадаются клочки лишайниковой тундры, уцелевшей от разрушения.

В северных подзонах, особенно в подзоне арктических тундр, участки песчаных арктических пустынь, повидимому, могут возникать самостоятельно на ряду с полигональными тундрами, без участия животных. Их растительность уже значительно отличается от растительности лишайниковых и пятнистых тундр. Преобладают разбросанные единичными экземплярами цветковые, например: *Armeria sibirica*, *Artemisia Tilesii*, *Astragalus arcticus*, *Alopecurus alpinus*, *Poa alpigena*, *Potentilla emarginata*, *P. stipularis*, *Polemonium lanatum*, *Papaver radicatum*, *Salix reptans* и др. Из мхов и лишайников сохраняются дерновинки *Cetraria cucullata* и *Polytrichum hyperboreum*. По голому песку перекатываются своеобразные кочующие формы и обломки лишайников: *Cetraria islandica*, *Alectoria nigricans*, *Alectoria chalybeiformis*, *Cornicularia tenuissima* и др.

Основу мохово-лишайниковой, рыхлой дерновины алекториевых тундр составляют: *Alectoria ochroleuca*, *Bryopogon divergens* и в меньшей степени еще *Alectoria nigricans*, *Cetraria cucullata* и *C. nivalis*. Ягели и некоторые мхи присутствуют лишь в качестве примеси. Их исчезновение, в согласии с наблюдениями Чильмана, мы должны объяснить суровыми зимними условиями малоснежных мест, которых не переносят лишенные корового слоя лишайники секции *Cladinae*, между тем как более выносливые алектории и цетрарии с коровым слоем меньше страдают от сильных ветров и морозов. Впервые *Alectoria ochroleuca* и *Cetraria nivalis*, типичные горно-арктические хионофобы, появляются еще в лесной зоне, например, на безлесных, вечно мерзлых торфяниках Западносибирской низменности, заросших ягелями. Они всегда занимают здесь вершинки кочек, которые зимой едва прикрыты снегом. Фрис наблюдал *Cetraria nivalis* в Скандинавии также пре-

имущественно на малоснежных местах. Учитывая эту биологическую особенность хионофобов, мы поймем причину широкого распространения алекториевых тундр в континентальных малоснежных областях крайнего Севера Сибири и постепенное исчезновение их в лесотундре. Несомненно также, что на преобладание алекторий и цетрарий над кладониями с кустистыми подециями, лишенными корового слоя, оказывает влияние и сухость лета Центральносибирских тундр. В некоторых случаях может быть влияет и выпас оленей, выедающих ягели, но оставляющих алектории. Травянисто-кустарничковый ярус алекториевых тундр отличается от ягельных еще большей бедностью как в смысле покрытия, так и во флористическом отношении. Наиболее характерны разбросанные экземпляры *Carex rigida*, *Cassiope tetragona*, *Diapensia lapponica*, *Ledum decumbens*, *Luzula confusa*, *Vaccinium vitis idaea*, а на востоке еще *Polygonum Pawlowskianum*. Несколько разнообразнее растительность алекториевых ассоциаций на песчано-каменистых грунтах склонов и надпойменных террас.

Для Анабарского района (Сочава) очень характерны своеобразные цетрариевые тундры, сменяющие алекториевые на ровных, слабо повышенных, но заболоченных песках, суглинках и даже глинах. Повидимому они представляют ассоциации, которые замещают в резко континентальной Центральной Сибири описанные выше ягельно-моховые тундры. Под маломощным торфянистым слоем этих цетрариево-моховых тундр находится оглеенная почва, иногда подстилаяемая льдом на небольшой глубине. В напочвенном покрове господствует *Cetraria cucullata*, а к ней примешаны *Alectorina ochroleuca*, *Cladonia rangiferina*, *Dicranum angustum*, *D. elongatum* и некоторые другие обычные тундровые мхи и лишайники. Присутствуют даже сфагны и печеночники (*Sphagnum compactum*, *S. Warnstorffii*, *Sphenolobus minutus* и др.). В разреженном травянисто-кустарничковом ярусе мы также видим смесь форм, свойственных болотам и алекториевым тундрам, как, например, *Betula exilis*, *Calamagrostis groenlandica*, *Carex stans* (с укороченным, кочкообразным корневищем), *Eriophorum vaginatum*, *Ledum decumbens*.

Хозяйственная ценность алекториевых тундр несравненно ниже, чем ягельных, потому что лишайники их поедаются оленями лишь в случае отсутствия других. Несмотря на большое распространение описываемых тундр в Центральносибирской тундровой зоне, оленеводство там главным образом основывается не на них, а на лишайниковых кочкарниках, лишайниковом редколесье и на описанных выше своеобразных ассоциациях *Cetraria cucullata*.

### ХIII. ТУНДРОВЫЕ КУСТАРНИКИ

Выше мы неоднократно отмечали важное значение снегового покрова для существования кустарников на тундрах. Со скоплениями снегов, как бы опоясывающих склоны холмистых повышений тундры сугробами, и с увлажнением проточными водами связано существование особой формации кустарников. Они хорошо отличаются от кустарниковых моховых тундр сильным развитием своего верхнего яруса, подавляющего светолюбивую флору тундр и создающего особые условия для нижних ярусов, которые по своей растительности несколько напоминают соответствующие ярусы северных лесов.

Наибольшее развитие тундровые кустарники получают на склонах холмов в подзоне кустарниковых тундр и в северной лесотундре, причем в последней среди них встречаются разбросанные деревья березы, ели или лиственницы, в зависимости от географического положения. В южной лесотундре соответствующие местообитания зарастают лесами с кустарниковым ярусом. В Сибири (Западносибирская низменность, Таймыр) еще севернее последних деревьев среди зарослей кустарников встречается ольха — *Alnus fruticosa*. По мере продвижения к северу кустарники смещаются все ниже и ниже к основанию склонов, поднимаясь вверх лишь узкими полосами по лощинам. Верхние части склонов в подзоне лишайниково-моховых тундр заняты уже различными ассоциациями настоящих тундр.

Глубокий и рыхлый в нижних слоях снег обыкновенно покрывает к концу зимы кустарники почти целиком и предохраняет их от вредного воздействия сильных ветров. Поверхностные слои снежных наносов в северных подзонах тундры бывают настолько плотно прибиты ветром, что по ним можно без опасности провалиться ехать на оленях или ходить без лыж. Если сугробы не превысили некоторой величины, они быстро стаивают весной, потому что пронизывающие снег ветви густых кустарников, поглощая своей темной поверхностью солнечную теплоту, помогают его таянию.

Несмотря на довольно толстый и рыхлый моховой покров почва кустарников в своих верхних горизонтах быстро оттаивает на некоторую глубину под воздействием стекающих по склонам и лощинам талых снежных и мерзлотных вод. В южной половине тундровой зоны глубина оттаивания почвы под кустарниками больше, чем на тун-

драх ровных местообитаний, но на севере она, наоборот, под влиянием затенения и торфянистой дерновины, а также более продолжительного лежания снега, становится меньше с тем, чтобы в подзоне арктических тундр уменьшиться до предела, прекращающего существование крупных кустарников. На границе арктических тундр происходит как бы перелом, за которым благоприятное защитное действие снежных наносов переходит в губительное для кустарниковых жизненных форм, благодаря слишком медленному стаиванию снежных скоплений в течение короткого лета. Абсолютная глубина оттаивания различна. В лесотундре вечная мерзлота может совсем отсутствовать (например, в Европе), в подзоне кустарниковых тундр она находится на глубине около 1—2 м, но в подзоне лишайниково-моховых тундр оттаивающий слой, несмотря на проточные воды, количество которых впрочем сильно уменьшается в связи с ослаблением снежного покрова к северу, едва достигает 40—50 см.

Корни и ползучие стволы кустарников там имеют возможность распространяться лишь в землисто-торфянистой дерновине, едва углубляясь в почву. Рукой можно без особенного труда вырвать такой кустарник из земли, что иногда и делают туземцы, использующие описываемые заросли для заготовок топлива. Они собирают его весной в кучи, которые сохнут до осени. В местах большого скопления людей кустарниковые заросли бывают частично уничтожены, и среди них возникают лужайки. Впрочем причины образования прогалин, обыкновенно прерывающих заросли, еще недостаточно выяснены; часть их, несомненно, естественного происхождения и зависит быть может от влияния залеживающихся местами снежных сугробов или от застаивающихся талых вод.

На ряду с непосредственной деятельностью человека причиной деградации, а местами и исчезновения кустарников, является также пастьба оленей, частью объедающих, частью вытаптывающих заросли, на месте которых возникают иногда вторичные травянистые группировки. Андреев, Дедов и Самбук описывают исчезновение кустарников в некоторых местностях Большеземельской и Мало-земельской тундр, где продолжительное время паслись стада оленей, и последующее восстановление зарослей по прекращении пастьбы. Дедов считает даже, что усыхание верхних побегов ерника не всегда вызывается их превышением над уровнем снега зимой, но нередко обусловлено объеданием листвы оленями. Нам также приходилось наблюдать на горных пастбищах Северного Урала заросли кустарников, осужденных на гибель, потому что их листва была целиком

уничтожена оленями. Так как такие ивы, как *Salix myrsinites*, оленями не потребляются, их преобладание в некоторых ассоциациях тундровых кустарников Европы, по мнению Андреева, вызвано именно этими не „природными“ факторами.

По флористическому составу и по своему географическому распространению тундровые кустарники могут быть разделены на две замещающих группы ассоциаций: западную и восточную. В первой группе основу кустарникового яруса составляют на глинистых грунтах *Betula nana* (к востоку от Енисея *B. exilis*) и ивы — *Salix glauca*, *S. lanata*, *S. lapponum*, *S. glandulifera*, *S. phylicifolia*, *S. pulchra*, *S. reptans* и некоторые другие, а на песчаных грунтах почти исключительно ерник — *Betula nana* или *B. exilis*. Из ив *Salix phylicifolia*, *S. lapponum* встречаются лишь в ассоциациях подзоны кустарниковых тундр и лесотундры, а *Salix reptans* и *S. lanata* идут всего далее на север. К востоку от Лены взамен названных видов основу тундровых кустарников составляют *Salix pulchra*, *S. baicalensis*, *Betula exilis*, *B. Middendorffii*, *Alnus fruticosa* и др., а в лесотундре. Дальнего Востока к ним на каменистых и песчаных местообитаниях нередко присоединяется еще *Pinus pumila*.

В распределении кустарников западной группы по склонам можно заметить следующую закономерность: полоса ивняковых ассоциаций на глинистых грунтах всегда занимает нижнюю часть склона, более подверженную воздействию проточных вод и более заносимую снегом. Выше полосы ивняков по склонам располагается обыкновенно полоса ерников — зарослей *Betula nana*, которые в подзоне кустарниковых тундр иногда трудно отличимы от кустарниковых моховых тундр. В подзоне лишайниково-моховых тундр полоса ерников отделяет ивняки от моховых тундр, будучи связана с последними переходными ассоциациями. На песках ивняки уступают место ерникам и внизу склонов. Между тем как густые, иногда труднопроходимые заросли ивы достигают на юге высоты в  $1\frac{1}{2}$ —3 м, снижаясь на северном пределе своем до  $\frac{1}{2}$ —1 м, ерники имеют высоту, обыкновенно не превышающую  $\frac{1}{2}$ —1 м, и не столь густы, как ивняки.

Среди тундровых кустарников можно установить большое число ассоциаций, различающихся составом своего верхнего яруса, напочвенным и травянистым покровом. Выше мы отметили постепенную смену пород кустарникового яруса в связи с изменением географического положения. Подобное же изменение испытывает и остальная растительность, среди которой по направлению к северу

исчезают некоторые лесные формы, свойственные еще кустарникам лесотундры и подзоны кустарниковых тундр, вроде: *Archangelica decurrens*, *Carex globularis*, *Cirsium heterophyllum*, *Delphinium elatum*, *Geum rivale*, *Lycopodium annotinum*, *Myosotis palustris*, *Pirola minor*, *Rubus arcticus*, *Trientalis europaea*, *Veronica longifolia*. На ряду с географическими замещающими ассоциациями формация тундровых кустарников распадается и в пределах одной и той же подзоны на серию ассоциаций в связи с изменением экологических условий: степени заболоченности почв, продолжительности снежного покрова и пр. Эти ассоциации еще мало изучены, и пока мы можем наметить лишь два направления, по которым идет изменение растительности тундровых кустарников при смене местообитаний. При увеличении заболоченности, что происходит чаще всего при основании склонов холмов там, где они переходят в болотистые низины, в моховом покрове увеличивается количество сфагнов и уменьшается разнообразие травянистого яруса. Наоборот, при улучшении дренажа и увеличении количества проточной воды, понижающей мерзлоту, или при некоторой задержке в таянии снежных наносов, усиленно развивается травянистый ярус, а моховой ослабляется. В связи с этим можно наметить серию экологически замещающих ассоциаций тундровых кустарников от заболоченных, со сфагнами, к хорошо дренированным, с мохово-травянистым покровом. При увеличении заболоченности и заторфованности свыше некоторого предела, кустарники исчезают, уступая место болотным формациям, а при долгом лежании снега они сменяются тундровыми лугами.

Для довольно густого травянистого яруса с незначительной примесью кустарничков особенно характерны следующие растения, которые сопровождают тундровые кустарники почти на всем их ареале, изменяясь в количественных соотношениях в зависимости от географического положения и экологических особенностей местообитаний: *Carex aquatilis* (или *stans*), *Chrysosplenium alternifolium*, *Equisetum arvense*, *Eriophorum angustifolium*, *Festuca supina*, *Nardosmia frigida*, *Pedicularis sudetica*, *Polemonium acutiflorum*, *Polygonum bistorta*, *P. viviparum*, *Pirola grandiflora*, *Ranunculus monophyllos*, *Rubus chamaemorus*, *Salix polaris*, *Vaccinium uliginosum*, *Veratrum Mischae*.

Торфянистая дерновина имеет толщину от 10 до 30 см и переходит в слабо и неравномерно оглеенную почву. Основную массу дерновины составляют мхи: *Aulacomnium palustre*, *A. turgidum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Hylocomium proliferum*, *Mnium affine*, *Poly-*

*trichum strictum* и др. На севере к ним присоединяется еще *Camptothecium trichoides*, а на юге *Polytrichum commune*, в последнем случае также увеличивается количество почти всегда присутствующих сфагнов (*Sphagnum Girgensohnii*, *S. squarrosum*). Лишайников (*Cetraria islandica*, *Cladonia gracilis*, *Nephroma arcticum*, *Peltigera aphthosa* и др.) очень немного, благодаря затенению густыми кустарниками. Их бывает значительно больше и они разнообразнее по составу (*Cladonia sylvatica*, *C. amaurocraea* и др.) в ассоциациях ерников, которые замещают ивняки на песчаных грунтах. Остальная флора этих ерников представляет смесь видов лишайниковой тундры и тундровых кустарников. Ерники на песках широко распространены на Кольском полуострове, обыкновенны на юге тундровой зоны восточной Европы, но становятся более редкими в континентальных тундрах Сибири.

Не имея достаточного материала по растительности для всего обширного протяжения тундр от Таймыра до Колымы, мы не в состоянии проследить изменение описываемой формации к востоку. Можно заметить только, что, начиная от Оби, в тундровых кустарниках появляется все более и более *Alnus fruticosa*. В лесотундре Дальнего Востока заносимые снегами склоны и основания холмов уже значительно отличаются по своей растительности, на характер которой влияет также гористость страны, ее особенная флора и очень неблагоприятные почвенные условия при едва оттаивающей мерзлоте, что создает совершенно своеобразный режим поверхностных грунтовых вод, сильно влияющих на формирование напочвенного покрова. Местообитания тундровых кустарников, как мы знаем, особенно подвержены верховодкам, отчего их микрорельеф представляет сложный комплекс невысоких бугорков и чередующихся с ними узких ложбин. Соответственно комплексна и растительность, которая распадается на более ксерофитные участки по бугоркам и на заболоченные по торфянистым низинкам. В большинстве случаев глинистые почвы, часто со щебенкой, то более, то менее оглеены. Мерзлота оттаивает к осени всего до 40—100 см в зависимости от развития дерновины. Средней густоты кустарниковый ярус, прерываемый прогалинами, достигает высоты  $1\frac{1}{2}$ —2 м и образован *Alnus fruticosa*, *Betula Middendorffii* и *Pinus pumila* в разных сочетаниях, причем некоторые из названных пород могут выпадать. Можно различить несколько ассоциаций, связанных всевозможными переходами с соседящими на горах зарослями *Pinus pumila* и равнинными кочкарными тундрами. В редком кустарничково-тра-



вянистом ярусе господствуют: *Arctostaphylos alpina*, *Carex globularis*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis idaea* и немногие другие. Напочвенный ярус имеет комплексный характер, потому что на повышениях микрорельефа преобладают лишайники, а в низинках мхи, образующие торфянистую дерновину в 5—10 см. Преобладают: *Cetraria islandica*, *Cladonia alpestris*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*, *Dicranum elongatum*, *Sphagnum balticum*, *S. lenense*, *Stereocaulon paschale*.

Хотя мы и не отделяем описанную формацию от тундровых кустарников, но по своей растительности она настолько отличается от ивняков и ерников западных тундр, что заслуживает выделения в самостоятельную группу, занимающую среднее положение между субальпийскими и тундровыми кустарниками.

Тундровые кустарники Дальнего Востока образуют широкую полосу по шлейфам гор, граничащим с доловыми равнинами, и не поднимаются выше 150 м над ур. моря; они же разбросаны и заносимым снегом склонам холмов в долах. Каким замещающим ассоциациям они уступают место к северу от Анадыря, мы не можем с достоверностью установить за отсутствием материалов.

#### XIV. ТУНДРОВЫЕ ЛУГА

Как мы уже указывали, снежные скопления, когда они залегают, приводят в силу изменившейся экологической обстановки не к защите, а к гибели кустарниковой растительности. На месте ее возникают травянистые лужайки, на которых из кустарников сохраняются лишь приземистые или распластанные экземпляры *Salix herbacea*, *S. lanata*, *S. pulchra*, *S. reptans*—в западной части тундровой зоны; *Salix Chamissonis*, *Alnus fruticosa*, *Rhododendron chrysanthum*, *Spiraea betulifolia*—на северо-востоке. Разнообразная растительность этих тундровых лугов более или менее изучена лишь в Европе и в Западносибирской низменности. Повидимому, они вообще становятся более редкими в Центральносибирских тундрах с их малым количеством зимних осадков и теплым летом.

Долгое лежание снега и избыточное увлажнение проточными водами при глубоко оттаивающей мерзлоте не создают условий, благоприятных для мхов и лишайников. Из первых остаются лишь отдельные дерновинки *Dicranum congestum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Polytrichum hyperboreum*, а из лишайников очень характерны *Cetraria hiascens* и *C. islandica*, также разбросанные отдельными груп-



Фиг. 9. Горный приснеговой луг на Полярном Урале.

пами. Взамен низших споровых и кустарников вырастает довольно густой, но невысокий травянистый ярус, очень разнообразный по своему составу. Например, в Малоземельской тундре, по Самбуку, основу так называемых луговинных тундр (тундровых лугов) составляют разнотравье (около 76%) и злаки (10%).

При настоящем состоянии наших знаний еще невозможно классифицировать замещающие ассоциации и экологические серии тундровых лугов. Можно только сказать, что чем меньше залеживается снег, тем ближе растительность тундровых лугов к нижнему ярусу соответствующих ассоциаций травянистых кустарников с его сравнительной бедностью. Луговые ассоциации подзоны арктических тундр возникающие при основании холмов и замещающие более южные кустарники, насколько мы знаем их в Западносибирской низменности, имеют сомкнутую растительность с преобладанием *Calamagrostis groenlandica*, *Eriophorum angustifolium*, *Poa arctica*, *Polygonum viviparum*, *Salix polaris*. Ослабленный моховой ярус сохраняет в основе состав дерновины кустарников, за исключением сфагнов. То же можно сказать и о почве.

Травянистые лужайки по краю снежных сугробов в лощинах и оврагах, где снег нередко переживает лето и где субстрат более

подвержен размыву, кажутся цветниками на однообразном буро-зеленом фоне тундр, настолько пестр их травянистый ярус. Обычно он находится в различных фазах своего развития в зависимости от удаления от снега: ближе к снегу из земли пробиваются молодые побеги, цветут ранние весенние растения, например, *Gymnandra Stelleri*, *Ranunculus borealis*, *Salix pulchra*, далее более заметны другие цветковые. Нередко часть растительности осенью уходит под новый снег в цветущем состоянии.

Из многочисленных описаний тундровых лугов, которые опубликованы разными авторами для западной части тундровой зоны, можно заключить, что нет особенного постоянства в их растительности и что она сильно меняется не только при различных условиях местообитания, но и по сезонам, когда одни цветущие виды сменяются другими. В некоторых случаях преобладает разнотравье, в других—злаки. Из господствующих видов можно указать для Кольского полуострова: *Gnaphalium supinum*, *Nardus stricta*, *Salix herbacea*, *Sibbaldia procumbens*, *Viola biflora* (Цинзерлинг, Регель). На Новой Земле наблюдались заросли *Festuca brevifolia*, *Poa alpigena*, *P. alpina*, *P. arctica*, *Polemonium lanatum* (Зубков). На Канине Андреев выделяет группы с преобладанием *Alopecurus pratensis* или *Deschampsia alpina*. Для Малоземельской тундры Дедов считает наиболее характерными такие виды, как *Solidago virgaurea*, *Hieracium alpinum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia flexuosa* и некоторые из вышеупомянутых. В Большеземельской тундре (Андреев) на тундровых лугах преобладают: *Achillea millefolium*, *Equisetum arvense*, *Geranium sylvaticum*, *Poa alpina*, *Polygonum viviparum*, *Pyrethrum bipinnatum*, *Ranunculus borealis*, *Veratrum Mischae*. Если мы прибавим к упомянутым спискам еще такие виды, как *Carex Lachenalii*, *Draba glacialis*, *D. hirta*, *Myosotis alpestris*, *Oxyria digyna*, *Pachypleurum alpinum*, *Poa alpigena*, *Polygonum bistorta*, *Ranunculus nivalis*, *R. pygmaeus*, *Saxifraga cernua*, *Valeriana capitata*, особенно обыкновенные к востоку от Урала, то мы получим представление о тундровых лугах вплоть до Енисея, потому что в Западносибирской низменности их растительный покров мало отличается от восточноевропейского. Долгое лежание снега несколько уравнивает разницы географического положения и способствует сходству пестрой растительности соответствующих местообитаний южных тундровых подзон с арктическими. Песчаный субстрат, по наблюдениям Андреева, уменьшает разнообразие растительного покрова.

Для Анабарского района Сочава упоминает о „разнотравных тундрах“ с преобладанием *Pachypleurum alpinum* и *Polygonum viviparum*, в других случаях господствуют *Gymnandra Stelleri*, *Astragalus arcticus* или *Pedicularis sudetica*.

На Дальнем Востоке приснеговые ассоциации также обращали на себя внимание исследователей своей пестротой. Имея большое сходство в физиогномическом отношении с тундровыми лугами западных районов, они однако отличаются присутствием видов восточносибирской и берингийской флоры, вроде: *Anemone Richardsonii*, *Carex scirpoidea*, *Draba dahurica*, *Gentiana glauca*, *Luzula unalaschkensis*, *Parnassia Kotzebouei*, *Salix Chamissonis*, *Senecio subfrigidus*, *Trollius membranostylus*.

В заключение мы должны отметить, что из растительных формаций равнинной тундры только что описанная нами наиболее сходна с альпийскими лугами горных стран. Это сходство не случайно, но зависит от сходных экологических условий: мощного снежного покрова, подавляющего развитие кустарников и низших споровых; хорошего дренажа при избыточном увлажнении проточной снеговой водой в начале лета; хорошей защиты зимой от сурового климата снегом; быстрого и довольно глубокого оттаивания почвы во время вегетационного периода.

Постоянно зеленеющая сочная травянистая растительность тундровых лугов имеет важное хозяйственное значение, как оленье пастбище осенью, когда травы и кустарники на других местообитаниях тундр огрубели и засохли. При отсутствии жалящих насекомых в этот сезон олени пасутся спокойно и особенно предпочитают тундровые луга, которые служат нажировочным пастбищем на ряду с некоторыми прибрежными и болотными ассоциациями, также сохраняющими свою зелень в свежем состоянии очень долго. Летом оленей привлекает на тундровые луга также прохлада снегов, часто находящихся по соседству.

## XV. ДЕРНОВИННЫЕ ТУНДРЫ

Разнотравные участки по склонам, существование которых связано с залежами снега, иногда смешивались с ассоциациями склонов, слабо заносимых снегом и обнаженных с ранней весны. Растительность последних также состоит преимущественно из цветковых, между тем как низшие споровые играют подчиненную роль, потому что им не благоприятствует умеренная влажность, а иногда и настоя-

щая сухость хорошо прогреваемого и дренированного субстрата. Нередко эти две формации — тундровый луг и тундра сухих склонов, которую Андреев называет дерновинной, — располагаются в непосредственной близости: первая при основании склона, а вторая на его верхней части. В таком случае легче заметить разницу в растительности их. В отличие от мезофитной, травянистой в основе растительности тундровых лугов, растительный покров сухих склонов состоит из более ксерофитных форм, среди которых особенно характерны *Dryas octopetala* (s. l.) и *Festuca supina*.

Преобладание *Dryas octopetala* особенно заметно по наиболее дренированным местам склонов, которые находятся в верхней части их. Ниже количество *Dryas* уменьшается, и она уступает первенство пестрой смеси (до 60 видов) травянистых и кустарничковых форм. Из них можно назвать обычные почти для всей тундровой зоны СССР: *Empetrum nigrum*, *Equisetum arvense*, *Geranium sylvaticum* (к востоку от Урала — *G. albiflorum*), *Hedysarum obscurum*, *Lloydia serotina*, *Oxytropis sordida*, *Pedicularis Oederi*, *Polygonum viviparum*, *Salix reticulata*, *Sedum rhodiola*, *Stellaria peduncularis*, *Taraxacum ceratophorum*, *Thalictrum alpinum*, *Trollius europaeus* (к востоку от Урала *Trollius asiaticus*), *Vaccinium vitis idaea* и многие другие. На Кольском полуострове бывает много *Cornus suecica*, а на Дальнем Востоке *Festuca altaica* и различных *Oxytropis*. Чем ниже по склону, тем более увеличиваются влажность почвы, продолжительность снегового покрова, и растительность становится близка к тундровым лугам. Высота травостоя колеблется: на севере он едва достигает 15—20 см, а на юге несколько выше. На пологих склонах травостой сомкнут, на крутых разорван, благодаря размыву и сползанию почвы. Ассоциации дерновинной тундры (особенно с преобладанием *Dryas*) обыкновенно имеют довольно развитый лишайниково-моховой покров из более сухолюбивых мхов — *Hylocomium proliferum*, *Rhytidium rugosum*, *Thuidium abietinum* — и немногих лишайников вроде *Cetraria islandica*, *Cladonia sylvatica* и др.

На южных склонах создаются подходящие условия для накопления гумуса и уменьшения кислотности почвы (по Андрееву,  $pH = 6.8—7.3$ ), хотя торфянистость верхних горизонтов и оглеенность нижних не исчезают. Такое благоприятное влияние южной экспозиции на почвообразование и растительность склонов сказывается лишь на юге тундровой зоны, в более же северных широтах Арктики экспозиция по отношению к солнцу теряет свое значение благодаря незаходящему летом солнцу. По мнению Андреева, который видел



Фиг. 10. Дерновинная тундра на южном склоне в подзоне лишайниково-моховых тундр (Гыданская тундра).

опыты по выращиванию лука на участках дерновинной тундры на Канином Носу, она наиболее пригодна для разработки под огороды.

Достаточно резкая разница между растительностью тундровых лугов и дерновинной тундры имеется лишь в условиях континентального климата. В приморских же районах тундровой зоны, как, например, на острове Колгуеве и на Канином полуострове, где мощный снеговой покров более равномерно оттаивает и где туманная и дождливая погода летом мешает просыхать даже хорошо дренированным участкам, мы встречаем ассоциации, занимающие среднее положение между тундровыми лугами и дерновинной тундрой (луговинная тундра Андреева на Канине; растительность склонов на Колгуеве, описанная Перфильевым).

Подобно тундровым лугам сочные травянистые корма дерновинной тундры привлекают оленей, причем они используют их весной и в начале лета, когда сухие склоны покрыты массой цветов.

## XVI. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БЕРЕГОВЫХ ОБНАЖЕНИЙ

Довольно близко к дерновинной тундре по своей растительности приближаются заросли по крутым склонам коренных берегов, где интенсивное осыпание и оплывание почвы мешает образованию сплошного дерна. Зимой они остаются почти обнаженными от снега. На глинистых породах здесь разбросаны экземпляры и группы *Alopecurus alpinus*, *Cochlearia arctica*, *Deschampsia arctica*, *Draba hirta*, *Melandryum affine*, *Sisymbrium sophioides* и др. Количество трав увеличивается вблизи птичьих гнезд, где почва удобрена экскрементами. На обнажениях более легких грунтов флора уже иная, там обыкновенны: *Artemisia Tilesii*, *Dianthus repens*, *Equisetum arvense*, *Festuca supina*, *Galium verum*, *Pyrethrum bipinnatum*, *Trisetum subspicatum* и др. Эти списки мало различаются на всем пространстве безлесной тундры.

В лесотундре береговые яры, если они не размываются достаточно интенсивно рекой, то зарастают чаще *Alnus fruticosa*, к которой на Дальнем Востоке присоединяются еще *Betula Middendorffii* и *Pinus pumila*. Среди кустарников остальной растительный покров очень разнообразен: он то совсем исчезает, то образует густые травянистые заросли. Здесь нередко можно встретить лесные формы далеко на севере. В Сибири заросли *Alnus fruticosa* по береговым склонам рек идут значительно севернее древесной растительности—в пределы подзоны кустарниковых тундр. Кочевые туземцы используют их для заготовки топлива, хотя древесина ольхи дает плохие, сильно дымящие дрова.

## XVII. ТУНДРОВЫЕ БОЛОТА

Характерной особенностью северной части лесной зоны Европы и Западносибирской низменности является широкое распространение верховых (олиготрофных) сфагновых торфяников. Резко континентальный климат заенисейской Сибири вместе с вызванной им вечной мерзлотой кладут предел развитию глубоких торфяников, мест которых занимают болотистые леса и кустарники с изрытой морозом бугристой поверхностью. Их торфянистый покров неглубок, он измеряется немногими десятками сантиметров. Та же картина наблюдается вообще на крайнем севере лесной зоны, вне которой климат становится более континентальным, а вечная мерзлота грунтов повсеместной. Мощность торфяников с приближением к лесотундре падает в связи

с сильно уменьшившимся приростом сфагнов и большей молодостью торфяных залежей последнеледникового возраста. Лишь в западных районах европейского Севера с его морским климатом при отсутствии вечной мерзлоты, которая здесь постепенно выклинивается, сфагновые торфяники хорошо нарастают и занимают большие площади, доходя до самого побережья Ледовитого моря.

Параллельно с уменьшением прироста северных торфяников их мощности изменяется и самый состав торфообразователей. Наиболее обыкновенные сфагны верховых торфяников, например, *Sphagnum fuscum*, *S. medium*, уступают первое место сфагну арктических верховых болот — *Sphagnum lenense* — и сфагнам низинных болот — *Sphagnum squarrosum*, *S. subsecundum*, *S. teres*, *S. Warnstorffii* и др. Вместе с тем и в количественном отношении сфагновые мхи отступают перед гипновыми, потому что минерализация болотных вод, накапливающихся в низинах с непроницаемым дном из вечномерзлого грунта, увеличивается. В отличие от лесной зоны, где главная роль при заболачивании водоемов и суходолов принадлежит сфагнам, стадиями заболачивания водоемов тундровой зоны бывают последовательно: занос минеральным субстратом озер, их обмеление и зарастание с краев травянистой растительностью (*Arctophila fulva*, *Carex stans*, *Eriophorum angustifolium*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus Pallasii*) и гипновыми мхами из родов *Drepanocladus* и *Calliergon*. Одновременно с этим процессом уничтожения бесчисленных озер в понижениях тундры может происходить заболачивание и повышенных равнин, при котором сфагны играют также небольшую роль, за исключением лесотундры Дальнего Востока и Кольского полуострова.

Как на месте заболоченных водоемов, так и по водоразделам в тундровой зоне глубоких нарастающих торфяников не встречается. Все мощные залежи торфа, достигающие в Европейской тундре до 4—6 м (Андреев, Ливеровский), — реликтовые и свою историю ведут с ксеротермического периода, когда в пределах современной тундровой зоны шло накопление торфа (на севере, по-видимому, главным образом гипнового) в противовес усыханию болот на юге (пограничный горизонт). Характерное различие между верховыми торфяниками лесной и тундровой зон заключается в том, что в первой они продолжают свой рост и в настоящее время, а во второй почти прекратили его и разрушаются: таким образом непосредственной преемственности между торфяниками более благоприятного последнеледникового времени и современными болотами



тундровой зоны нет. Климат тундры в настоящее время таков, что он не благоприятствует накоплению торфа, и минерализация торфянистой массы даже на заболоченных тундрах протекает достаточно интенсивно.

Особенно наглядно это выступает на Дальнем Востоке с его бесконечными пространствами торфянистых заболоченных кочкарников, лишенных глубоких торфяников. Химико-биологическим процессам разрушения торфа содействуют здесь еще механические разрушения торфяного покровного слоя под влиянием морозных трещин и замерзающих верховодок, буквально вспахивающих тонкий слой, расположенный над вечной мерзлотой. В более континентальных районах Центральносибирских тундр вообще мало подходящих условий для развития глубоких торфяников.

Только что изложенное нами совсем не следует понимать, будто мы хотим представить тундровую зону почти лишенной болот. Наоборот, мы должны указать, что даже такие местности с резко континентальным климатом, как Таймыр и Якутия, имеют большие пространства заболоченных земель, но эта заболоченность грунтов не способствует развитию торфяников с достаточно глубоким и стойким торфяным горизонтом. Никак нельзя согласиться с Самбуком, который считает, что наиболее длительные и устойчивые растительные группировки в тундровой зоне суть торфянистые. В тундровой зоне среди низинных болот имеются небольшие участки и верховых торфяников, но своеобразных, занимающих среднее положение между верховыми и низинными болотами. По характеру своего режима они стоят ближе к так называемым переходным болотам, чем к верховым. Это находится в связи с тем, что питание атмосферными осадками в тундровой зоне затруднено по причине их незначительности.

Наиболее далеко к северу современные верховые (олиготрофные) торфяники в составе болотных комплексов проникают в Европе. Они входят в следующие комплексные типы по классификации финских исследователей, дополненной Цинзерлингом: в арктические болота крайнего северо-востока Кольского полуострова; в различные бугристые болота северной половины Кольского полуострова, которые связаны переходами с замещающими их южнее болотами типа Аара. На Канином полуострове (Андреев) наряду с крупнобугристыми комплексами встречаются массивы и исключительно низинных болот. С появлением сплошной вечной мерзлоты полоса мерзлых крупнобугристых торфяников постепенно смещается

к югу, в пределы лесной зоны и в лесотундру, причем на юге Малоземельской и в Тиманской тундре их еще не мало. К востоку от Печоры крупнобугристые торфяники с буграми выше 2 м уже не переступают северной границы лесотундры, будучи однако весьма распространены в ее подзонах, особенно в южной лесотундре, в связи с сильным продвижением на юг вечной мерзлоты. Они остаются в пределах лесной зоны и южной лесотундры также на Западносибирской низменности и близ Енисея. В лесотундре и в северной части лесной зоны всей остальной Азии крупнобугристые торфяники отсутствуют. Они исчезают также по мере повышения местности в горах. Изучая распределение крупнобугристых торфяников, как элемента ландшафта, мы замечаем их явную приуроченность к южной окраине вечной мерзлоты, независимо от того, проходит ли она в безлесной тундре, в лесотундре или в лесной зоне.

В области сплошного распространения вечной мерзлоты рельеф болотных комплексов становится более плоским: бугры как бы расплываются, их высота превышает соседние мокрые низины едва на 1 — 1.5 м. Эти плоскобугристые торфяники, подобно крупнобугристым, приурочены обыкновенно к замкнутым понижениям с подтекающими водами, намерзанием которых в глубине и создаются бугры. Делая разрезы их, можно видеть, что эти бугры, сложенные в основе минеральным ядром, пронизаны прослойками льда различной толщины, а иногда заключают целые линзы льда (Драницын). В Европе плоскобугристые торфяники доходят до побережья Ледовитого моря, но в Азии они значительно отступают к югу, в Якутии и на Дальнем Востоке даже вообще не проникая в тундровую зону.

Участки верховых торфяников на болотных комплексах восточно-азиатской тундры сводятся лишь к плоским, неопределенной формы буграм около 0.5 м высотой, рассеянным отдельными группами среди мокрых тундр или низинных болот. Их площадь еще более сокращается на крайнем севере тундровой зоны, где уже беспредельно господствуют комплексы низинных болот. Такое географическое распространение северных торфяниковых комплексов, не совпадающее с зональными геоботаническими областями, находится в прямой зависимости от степени развития вечной мерзлоты, главным образом от глубины ее оттаивания и сплошности распространения, и подтверждает мнение тех исследователей, которые считают генезис бугристых торфяников связанным с местным накоплением льда в глубине их (Фрис, Драницын, Ануфриев, Городков).

В области островной вечной мерзлоты, где на болотах талые участки чередуются с мерзлыми, предел нарастанию бугров кладут лишь денудация и мощность торфяного слоя, способного сохранять вечную мерзлоту. В области сплошной вечной мерзлоты рост бугров в высоту прекращается, как только их мерзлота сольется с поверхностью вечномерзлых грунтов, которая на юге находится в среднем глубже, а на севере выше, соответственно чему меняется и высота бугров. Наконец, в области сплошной и едва оттаивающей вечной мерзлоты, несмотря на активность верховодок, может произойти лишь совсем незначительное бугрообразование. Все более крупные бугры на торфяниках в этих областях обязаны эрозионным процессам или оказываются реликтовыми.

Сложное строение поверхности тундровых болот, на которых то высокие, то низкие мерзлые бугры чередуются с мокрыми низинками, в крупнобугристых торфяниках лишенной мерзлоты, а в остальных болотах лишь глубже оттаивающими по сравнению с буграми, несколько затрудняет параллелизацию тундровых болотных комплексов с соответствующими комплексами лесной зоны. Кроме того, ассоциации комплексных торфяников, которые мы считаем замещающими по отношению ассоциаций верховых болот лесной зоны, значительно отличаются по флористическому составу. Однако, существующий фактический материал для Европы и Западносибирской низменности все же позволяет уяснить характер изменения растительности верховых болотных комплексов на северном пределе их распространения.

На севере лесной зоны можно наметить два основных типа комплексов: 1) образованные сочетанием верховых (олиготрофных) ассоциаций различной степени увлажнения (мочажинный комплекс) и 2) состоящие из участков верховых и низинных болот (тип Аара). Оба ряда связаны переходами. Тип Аара замещает на севере торфяники с мочажинными комплексами. Последние еще севернее в свою очередь сменяются бугристыми болотами (Кац). Бугристые болота крайнего Севера, которые представляют последовательные географические стадии типа Аара по направлению к полюсу мы разделяем на три замещающих друг друга типа комплексов: крупнобугристые, плоско- и мелкобугристые торфяники.

Крупнобугристые болота всегда располагаются в замкнутых понижениях рельефа, куда стекают воды с соседних повышений, занятых лесными или тундровыми формациями. Исходной стадией в развитии крупнобугристых торфяников могут быть как осоково-



Фиг. 11. Крупнобугристый торфяник в южной лесотундре на среднем течении р. Усы (приток р. Печоры).

гипновые болота, так и болотистые леса, судя по тому, что выпяченные нижние слои торфа на буграх состоят из зеленых мхов с осоками (Драницын, Доктуровский) или содержат древесные остатки. Типичные крупнобугристые болота имеют весьма разнообразный ландшафт и растительный покров на всей площади своего распространения от северной Скандинавии до Енисея. Торфянистые бугры куполообразной или вытянутой формы, отдельные или сливающиеся, обыкновенно с минеральным ядром (последнее отсутствует лишь в Скандинавии) разбросаны среди мокрых низин, которые зимой заполняются глубоким снегом, а весной талыми водами. И та и другая причина препятствует развитию в низинах вечной мерзлоты, которая сковывает бугры, оттаивая там всего на 30 — 50 см. Сильному промерзанию бугров зимой способствует сдувание снега, в результате чего на их вершинах возникают пятна сухого развеенного торфа, пронизанного морозными трещинами и трещинами усыхания. Первоначальные стадии этих очень медленных денудационных процессов на зрелых буграх выпячивания выражаются в отмирании цветковой растительности и в смене сфагнов зелеными мхами — *Dicranum congestum*, *D. elongatum* и *Polytrichum strictum*. Позднее деградируются и они, частично сменяясь

некоторыми накипными лишайниками (*Ochrolechia tartarea*, различные *Pertusaria*) и мелкими, изуродованными *Cladonia deformis*, *Cetraria nivalis* и др. По склонам бугров поверх напочвенного покрова из сфагнов (*Sphagnum fuscum*, *S. angustifolium*, *S. medium*), обычных зеленых мхов и лишайников (*Cetraria cucullata*, *C. islandica*, *C. nivalis*, *Cladonia sylvatica*, *C. rangiferina* и др.) обильно разрастаются *Betula nana*, *Empetrum nigrum*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea* и немногие другие. Высота бугров самая разнообразная—до 8 м, но обыкновенно не превышающая 4 м. Кроме высоких, уже разрушающихся бугров всегда можно встретить молодые бугорки, едва поднимающиеся над поверхностью мокрых низин, и всевозможные другие стадии развития.

Низины (ерсеи) между буграми заняты мокрыми сфагново-гипновыми болотами. Основу их составляют в различных сочетаниях как олиготрофные сфагны сильно увлажненных местообитаний—*Sphagnum balticum*, *S. Lindbergii*, так и зеленые эутрофные мхи—*Calliergon cordifolium*, *C. stramineum*, *Drepanocladus exannulatus*, *Palludella squarrosa*, *Polytrichum Jensenii*. Бедный видами травянистый ярус в различных ассоциациях сложен в основе то *Carex aquatilis*, то *Carex rariflora*, то *Carex rotundata*. Иногда много *Scirpus caespitosus*. Среди них разбросаны *Andromeda polifolia*, *Carex chordorrhiza*, *C. limosa*, *Caltha palustris*, *Comarum palustre*, *Eriophorum angustifolium*, *Menyanthes trifoliata* и др. Нередко встречаются темные пятна отмершего от вымокания торфа, а во многих случаях место болот в низинках между буграми занимают озерки в различных стадиях зарастания или новообразования.

Крупнобугристые болота, находясь в пределах лесотундры и северной окраины лесов, используются оленеводами в качестве зимних пастбищ, лишайники которых легко доступны оленям благодаря неглубокому снежному покрову на повышениях. Кроме того, в низинах олени находят много травянистого корма, ушедшего зеленым под снег. Если на буграх выпас производится летом, они лишаются своего нормального растительного покрова, взамен которого на выбитом торфе обильно разрастается *Rubus chamaemorus*. В этой стадии бугристые торфяники были бы хорошими летними пастбищами, если бы выпас не затруднялся топкими низинами.

Крупнобугристые торфяники на севере постепенно замещаются плоскобугристыми. Область распространения последних мы уже отметили выше. Начинаясь у Печоры, она захватывает южные под-

зоны безлесной тундры в Европе, заходит в лесотундру Западно-сибирской низменности, постепенно смещаясь к югу, в пределы лесной зоны, за Енисеем. Возможно, что к плоскобугристому комплексу относятся арктические болота крайней северо-восточной оконечности Кольского полуострова, описанные Цинзерлингом. Растительность плоских и как бы расплывшихся бугров в 0.5—1.5 м высотой близка к такой же растительности крупнобугристых торфяников, только становятся приземистее и разреженнее кустарники, увеличивается количество зеленых мхов и лишайников, особенно арктических форм—*Cetraria cucullata*, *C. nivalis*, а голые пятна от денудации и размыва становятся меньше и теряют свои резкие очертания, потому что зимний снеговой покров, несмотря на общее уменьшение осадков по направлению к северу, покрывает более равномерным слоем невысокие бугры болот в понижениях рельефа, главным образом в долинах рек, куда смещаются комплексы торфяников с водоразделов.

Мокрые низины между буграми застают *Sphagnum balticum*, *S. fimbriatum*, *S. Lindbergii*, *Calliergon cordifolium*, *C. samentosum*, *Drepanocladus exannulatus*, *D. vernicosus*, *Polytrichum Jensenii* и др. Травянистый ярус образован главным образом *Carex rariflora*, *C. rotundata*, *C. stans*, *Eriophorum russeolum* в различных сочетаниях в зависимости от степени увлажнения, проточности воды и пр. В общем флористический состав этого верхнего яруса беднее по сравнению с крупнобугристыми болотами, а в моховом ярусе чаще преобладают зеленые мхи, а не сфагны.

В тех районах тундровой зоны, где вечномёрзлые грунты оттаивают летом на совсем незначительную глубину, бугры становятся особенно пониженными (до 0.5 — 0.75 м), и площадь бугристых комплексов сильно уменьшается по сравнению с низинными болотами, среди которых они разбросаны. Эти мелкобугристые верховые болота встречаются небольшими участками в подзонах лишайниково-моховых и арктических тундр Западносибирской низменности, а к востоку от Енисея повидимому и южнее. На Дальнем Востоке они довольно обычны на равнинных долах лесотундры, исчезая совершенно в горах. На равнинах мелкобугристые верховые болота (вернее комплексы олиготрофных ассоциаций с эутрофными) доходят до самого побережья Ледовитого моря, за исключением, вероятно, Таймыра, хотя Миддендорф упоминает о крошечных участках болот из *Sphagnum compactum* и *S. capillifolium* в долине р. Таймыры. А. Толмачев также отмечает заросли сфаг-

нов вблизи Таймырского озера, но лишь в кустарниках *Betula nana*. Вместе с тем Сочава, по наблюдениям которого сфагны в подзоне арктических тундр Анабары представляют флористическую редкость, все-таки обнаружил там очень небольшие участки выпуклых торфяников из *Sphagnum lenense* среди низинных осочников. Мы встречали мелкобугристые верховые торфянички из *Sphagnum lenense* на Чукотском побережье Ледовитого моря также среди низинных болот и мокрых моховых тундр у подножья невысоких гор. По своей растительности они приближались к горным сфагновым тундрам. Встречаются ли верховые торфяники на равнинах резко континентальной восточной Якутии, мы не знаем. В общем, приходится согласиться с Миддендорфом, который не считает верховые сфагновые болота свойственными тундровой зоне, где нет значительных торфяных пластов; по его мнению, продолжительная зима и холод почв препятствуют в Сибири развитию возвышенных моховиков. Позднейшие исследования все более и более подкрепляют это утверждение Миддендорфа. Так, например, Герасимов, анализируя видовой состав сфагнов на севере Западносибирской низменности, обнаруживает смену олиготрофных видов на эутрофные в тундровой зоне. Северная граница лесотундры есть равным образом такая же граница типичных верховых болот.

Кочковатые повышения мелкобугристых торфяников значительно отличаются от своих южных замещающих ассоциаций прежде всего тем, что на них наряду с олиготрофными (*Sphagnum balticum*) господствуют более требовательные к минеральному питанию сфагны, например, *Sphagnum Warnstorffii*, *S. Girgensohnii*. Характерен для повышений мелкобугристых болот *Sphagnum lenense*, который на крайнем Севере и в северных горах замещает на сходных местообитаниях *Sphagnum fuscum*, иногда встречаясь на границе распространения последнего вместе с ним. На повышениях, менее защищенных зимой снегом, господствуют зеленые мхи верховых северных болот, главным образом *Dicranum elongatum* и *Polytrichum strictum*, но обнаженных эрозией участков очень мало. Нередко торф лишается нормального растительного покрова по причине неумеренной пастьбы оленей, зарастая морошкой. Из лишайников очень обыкновенны: *Cetraria cucullata*, *Cladonia gracilis*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica* и др. Разреженный кустарничково-травянистый ярус составлен *Betula nana* (или *B. exilis*), *Carex stans*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum decumbens*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium vitis idaea* и немногими другими.

Ассоциации верховых болот в мелкобугристом комплексе не занимают более 20% площади. Остальное пространство падает на пересыщенные влагой низинные болота, маломощный торфянистый слой которых состоит из *Calliergon Richardsonii*, *C. sarmentosum*, *C. stramineum*, *Drepanocladus exannulatus*, *D. vernicosus*, *Sphagnum obtusum*, *S. subsecundum* и др. На южном пределе распространения описанного комплекса становится больше сфагнов, и участки низинных болот постепенно приближаются по составу моховой растительности к соответственно замещающим ассоциациям плоскобугристых болот. В травянистом ярусе низин, который в различных ассоциациях отличается преобладанием того или другого вида, господствуют *Carex chordorrhiza*, *C. rariflora*, *C. stans*, *Eriophorum russeolum*. Весьма характерны: *Comarum palustre*, *Eriophorum angustifolium*, *Hierochloa pauciflora*, *Pedicularis sudetica*, а на Дальнем Востоке еще *Carex gypocrates*.

Будучи довольно богаты лишайниками на своих повышенных участках, плоско- и мелкобугристые болота в некоторых районах используются оленеводами в качестве зимних и позднеосенних пастбищ. В более северных подзонах они служат пастбищами летними, причем пастьбе здесь не мешают мокрые низины, потому что вечная мерзлота в них находится на небольшой глубине, и они не топки.

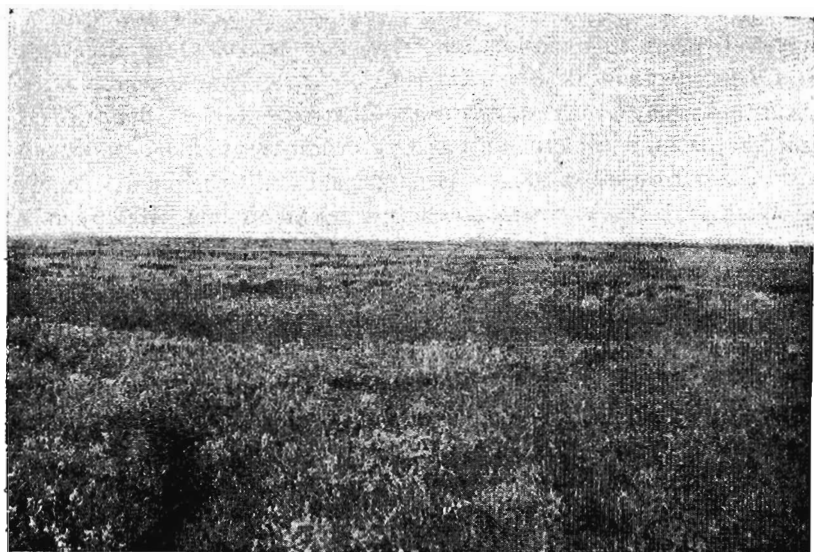
Некоторые исследователи (Орловский), отмечая заболоченность тундр, надеются найти на них большие запасы торфа, пригодного для эксплуатации на топливо. Из нашего очерка тундровых торфяников видно, что сравнительно глубокие болота (крупнобугристые) с достаточным запасом торфа заходят в тундровую зону лишь в Европе и в Западносибирской низменности, большая же часть тундровых болот относится к плоско- и мелкобугристым комплексам, лишенным толстого слоя торфа (обыкновенно до 0.5—1 м). Участки глубоких реликтовых торфяников невелики и встречаются редко. Их несколько больше лишь в Большеземельской тундре. Торф тундровых торфяников всегда скован мерзлотой, что должно очень затруднять разработку его; в большинстве случаев он принадлежит к гипновым разностям, т. е. не представляет особенной ценности в качестве топлива. Таким образом в тундровой зоне не приходится рассчитывать на большие запасы удобного для разработки торфа, но это, конечно, не исключает эксплуатации отдельных массивов торфяников, расположенных вблизи селений, если применить специальные способы разработки и сушки.



Мы причисляем мелкобугристые торфяники к комплексам, в состав которых в заметном количестве входят ассоциации верховых болот. В подзоне арктических тундр (включая Новую Землю) последние отступают совсем на задний план по сравнению с низинными болотами, которые нередко бывают самым заметным элементом ландшафта, занимая обширные площади плоских понижений рельефа. Комплексы их появляются в подзоне лишайниково-моховых тундр, постепенно редая к югу и уступая первенство мелкобугристым болотам. Характерной особенностью низинных комплексов подзоны арктических тундр является своеобразное строение их поверхности, обыкновенно разбитой на многоугольники прямыми трещинами с невысокими грядами по краям. Эти трещины возникают в начале зимы, когда почва низин, еще слабо прикрытая снегом, растрескивается от мороза. Весной трещины заполняются талой водой, расширяющейся при замерзании и выпячивающей по краям почву и торф. Лед в трещинах сохраняется до позднего лета, а на крайнем северо-востоке может быть и накапливается, как в болотах Аляски. В более южных подзонах низинные болота, располагаясь в понижениях, покрываются более рыхлым и рано выпадающим снегом, который защищает их от резких перемен температур и тем самым препятствует возникновению трещин и грядок. Имеет значение также и лучше развитая торфянистая дерновина — плохой проводник тепла.

Арктический, трещиноватый тип низинных болот, которые мы называем полигональными, имеет своего аналога на сухих местах в полигональной тундре. Пропитанная водой и поэтому поздно замерзающая торфяно-глеевая почва этих болот, к тому же защищенная торфянистой дерновиной, а к концу зимы и довольно толстым снежным покровом, в отличие от сухой, едва прикрытой зимой почвы полигональных тундр, растрескивается на крупные многоугольники — диаметром от 5 до 20 м. Внутри них, как в блюдце с краинами до 0.5 м высотой, из грядок вдоль трещин скапливается вода, особенно весной. Летом болота настолько просыхают, что по ним можно свободно ходить. Осенью они снова пропитываются водой, выступающей под ногой и образующей лужи. Мерзлота оттаивает всего на 30—50 см, опускаясь немного глубже там, где бывает проточная вода.

Толщина землисто-торфянистой дерновины незначительна. Она редко превышает 25—30 см. Эта дерновина образована почти исключительно гипнами — *Calliergon Richardsonii*, *C. sarmentosum*, *C. stramineum*, *Drepanocladus exannulatus*, *D. revolvens*, *D. Sendtneri*.



Фиг. 12. Полигональное гипновое болото в подзоне лишайниково-моховых тундр в низовьях р. Юрибей (Гыданская тундра).

*D. vernicosus* и др. Сфагны (главным образом *Sphagnum obtusum*, *S. squarrosum*) встречаются в небольшом количестве. В травянистом ярусе преобладают в зависимости от степени увлажнения или проточности воды *Carex chordorrhiza*, *C. rariflora*, *C. rotundata*, *C. stans*, *Eriophorum angustifolium*, *E. russeolum*, а в подзоне арктических тундр также *Dupontia Fisheri*. Из второстепенных членов верхнего яруса весьма обыкновенны: *Caltha palustris*, *Comarum palustre*, *Hierochloa pauciflora*, *Nardosmia frigida*, *Salix reptans* и немногие другие.

Элементы верховых болот не исчезают совершенно среди низинных комплексов. Их сравнительно много на болотах переходного характера от мелкобугристых к полигональным, а на последних растительность вытянутых грядок вдоль морозных трещин и на повышениях на месте береговых валов заболоченных озер также должно причислить к арктическим замещающим ассоциациям верховых торфяников. На южном острове Новой Земли (Зубков), где на болотах морозная трещиноватость, в связи с более умеренным морским климатом, повидимому, развита мало, комплексы низинных болот с плоскими буграми до 10 м в диаметре и до 40 см высотой напоминают уже мелкобугристые болота, отличаясь от них характерной

растительностью низинных элементов комплекса, где почти отсутствуют сфагны, а в травянистом ярусе преобладает *Durontia Fischeri*.

Сухие повышения полигональных болотных комплексов имеют очень небольшую мощность торфа — всего около 20—30 см. Торф залегает на выпяченном минеральном субстрате. Основу дерновины составляют сфагны: в более южных районах *Sphagnum lenense* и *S. Warnstorffii*, а в северных *Sphagnum fimbriatum*. На вершинах грядок преобладают *Dicranum elongatum*, *Polytrichum alpinum*, *P. Jensenii* и лишайники (*Cladonia gracilis*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*, *Cetraria cucullata*, *Dufourea arctica* и др.). Из цветковых наиболее обычны *Carex stans*, *Luzula confusa*, *L. Wahlenbergii*, *Poa alpigena*, *Salix polaris*, *Saxifraga comosa*, *S. hieracifolia*, *S. punctata*, а на более южных ассоциациях еще *Betula exilis*, *Luzula arctica*, *Rubus chamaemorus*, *Salix reptans*, *Senecio taimyrensis*.

Обширные низинные болота, которые иногда преобладают по площади над остальными формациями побережья Ледовитого моря, имеют большое хозяйственное значение в качестве летних пастбищ для оленей, которые используют весной осоки, а летом листву кустарников.

## XVIII. ГОРНЫЕ ТУНДРЫ

Довольно распространено мнение о сходстве растительности высокогорных поясов и равнинной тундры. Однако, за последние годы накопился материал, свидетельствующий, что это сходство действительно существует лишь по отношению северных гор, примыкающих к тундровой зоне, между тем как строение растительных ассоциаций альпийских поясов более южных гор существенным образом разнится. Эта разница делается понятной, если мы вспомним, что климатические условия альп и равнинной тундры сходны лишь в общих чертах, а именно: своим сокращенным вегетационным периодом и суровостью (жестокостью) погоды, вызванной низкими температурами в совокупности с сильными ветрами. Некоторое сходство обусловлено еще богатством света гор и Арктики химически активными лучами. Все остальные климатические элементы весьма различаются, почему строение растительности высокогорных поясов, за исключением отдельных ассоциаций, иное, чем на равнинных тундрах.

Из отличий общего климатического порядка следует отметить значение в горах экспозиции склонов, которая мало сказывается в тундрах с их незаходящим летом солнцем, более или менее одинаково нагревающим склоны всех направлений. Незаходящее лето

солнце, кроме особого светового режима для растительности, создает также слабые колебания температуры в дневные и ночные часы суток, между тем как в горах температурные амплитуды дня и ночи, усиливаемые еще разреженным воздухом, очень велики. Значительная влажность воздуха и частые туманы в горах имеют аналогию лишь в узкой приморской полосе тундровой зоны, а количество осадков в Арктике и альпах очень различно. Между тем как в горах обильные снега выпадают рано и ложатся сразу толстым слоем на талую почву, снеговой покров тундр обыкновенно устанавливается поздно и ложится на сухую, промерзшую землю, что способствует легкому сдуванию его. Тонкий и плотный снеговой покров Арктики плохо предохраняет почву от глубокого промерзания и тем поддерживает в ней вечную мерзлоту. В южных горах почва под снегом остается талой в течение всей зимы за исключением немногих более оголенных мест, в связи с чем вечная мерзлота там даже на больших высотах встречается очень редко. Сходство между горами и равнинными тундрами можно найти лишь в неравномерности распределения снегов, которые сильными ветрами и там и здесь местами сметаются почти нацело, местами образуют мощные забой. Очень наглядно климатические различия альп и тундр выступают в числах частного от деления количества осадков на недостаток насыщения (N.—S.—Q.), которыми Мейер предложил характеризовать гидротермические условия разных географических областей. Для тундры (правильнее, для севера Европы с годовой температурой 0°) эти числа, относящиеся к средним годовым, равны 500—600, а для высокогорных поясов 1000—4000.

Таким образом южные высокогорья имеют иной световой климат, менее низкие температуры зимой, большую влажность летом и снеговую защиту зимой. Все это создает иную экологическую обстановку, чем на равнинных тундрах. Тундры приближаются по экологическим условиям к альпам лишь там, где на них встречаются снежные скопления, а горы к тундрам там, где на дневную поверхность зимой выступает оголенная земля. Первым местообитаниям соответствуют приснеговые ассоциации, близкие по своему строению к высокогорным лугам, а на вторых в горах появляются скопления аркто-альпийских лишайников малоснежных тундр, как-то: *Cetraria nivalis*, *Thamnolia vermicularis* и др. Значительно большее сходство с равнинными тундрами наблюдается в горах центральной Сибири (Саяны, Восточносибирская горная страна), где растительность альпийского пояса можно нередко отнести к лишайниково-моховым.

тундрам. Причина этого сходства объясняется континентальным климатом, вызывающим при слабости снежного покрова вечную мерзлоту или по крайней мере низкие температуры в почвах.

Особенно большое значение для растительности альпийских высот имеет то обстоятельство, что почвенный климат их несравненно благоприятнее, чем в тундрах со слабо оттаивающей вечной мерзлотой. Корневые системы горных растений имеют все возможности для глубокого проникновения в почву, если она не очень камениста, между тем как корни тундровых растений принуждены довольствоваться лишь самым верхним слоем. Последнему обстоятельству содействует также распространенная в тундрах заболоченность почв, обладающих глеевым горизонтом на небольшой глубине. В горных почвах, наоборот, заболоченность, благодаря отсутствию вечной мерзлоты и отличному дренажу, наблюдается лишь в редких случаях. В результате глубокого проникновения корневых систем травянистых растений хорошо аэрированные почвы альпийских ассоциаций богаты гумусом, количество которого постепенно уменьшается книзу. В субальпийском поясе почвы нередко приближаются к черноземным по своей внешности. Таким образом горные почвы достаточно отличаются от скрытоподзолистых оглеенных почв тундр, где поверхностные корневые системы травянистых и кустарниковых форм вместе с лишайниково-моховой растительностью образуют лишь тонкий торфянисто-землистый горизонт, содержание же органического вещества резко падает немного ниже поверхности и остается довольно равномерным до уровня вечной мерзлоты. Благоприятный зимний почвенный климат способствует произрастанию в горах многих луковичных геофитов, между тем как во флоре Арктики из этих жизненных форм встречаются лишь *Lloydia serotina* на быстро оттаивающих весной склонах да *Allium sibiricum* по берегам рек на юге тундровой зоны. Из клубненосных упомянем *Claytonia tuberosa*, довольно обыкновенное растение мшистых берегов ручьев в тундрах северо-восточной Азии и Аляски. Не бывает в тундрах и развития некоторых растений под нестаявшим окончательно снежным покровом, что довольно обыкновенно в горах с их талой почвой, способной нагреваться лучами весеннего солнца, проходящими сквозь тонкую корочку оледеневшего снега.

В общем для высокогорных формаций характерно образование плотного корешковатого дерна при ничтожном развитии мхов и лишайников, в отличие от равнинных тундр с их господством споровых в рыхлой, непрочной дерновине, почти свободно лежащей на

почве благодаря отслаиванию льдом, выступающим на поверхности мокрого минерального субстрата при замерзании осенью; она лишь пронизана корнями и стеблями цветковых. Анализ строения растительного покрова альп и равнинных тундр дает нам указание, в каком направлении мы должны вести мелиоративные работы за Полярным кругом, чтобы на месте моховых пространств получить луговые угодия. Эти мелиорации сводятся к дренажу одновременно с созданием благоприятных условий для накопления снега зимой после уничтожения торфянистой дерновины и понижения вечной мерзлоты.

Несмотря на описанные отличия в растительном покрове альп и равнинных тундр, и те и другие создают сходное ландшафтное впечатление, благодаря преобладанию многолетников и отсутствию древесных пород. Причины естественного безлесия южных альп иные, чем на равнинных тундрах. Повидимому, в первом случае в основе лежит не физиологическая сухость местообитаний, но губительное механическое воздействие сильнейших ветров на высотах, особенно усиливающееся зимой. Такое предположение подтверждается повсеместным распространением в горах кустарных и ползучих форм деревьев, несущих ясные следы снеговой шлифовки на своих стволах и ветвях. Так как в этом случае мы имеем дело лишь с частным климатическим фактором, проявление которого не в полной мере зависит от высоты местообитания, верхний предел леса в горах может быть образован на соседних участках различными древесными породами. Например, на Северном Урале с горно-тундровыми безлесными пространствами граничат и пихта, и кедр, и лиственница. Другая причина местного безлесия горных вершин — это продолжительное лежание снегов и зависящая от этого краткость вегетационного периода. Долго не растаивающие снеговые сугробы способны вызвать образование альпийских лужаек не только на границе снеговой линии, но даже среди лесов в нижних поясах гор. Наконец, в горах с древним скотоводством нередко многие безлесные альпийские пастбища поддерживаются в этом состоянии деятельностью человека, пасущего летом на высотах свои стада. Лишь в тех горах, климат которых приближается к арктическому, например, в горах крайнего Севера, вредное климатическое воздействие на древесные породы выражается прежде всего в физиологической сухости местообитаний с вечномерзлыми почвами или с почвами, температура которых сильно понижена, а условия испарения повышены.

Сходные экологические условия альпийских местообитаний северных гор с местообитаниями равнинных тундр обуславливаются

следующими причинами. Почвенный климат, в связи с наличием вечной мерзлоты, как мы уже указывали, здесь одинаков; сходно также и освещение летом; общее количество осадков и мощность снегового покрова разнятся мало. В горах усиливается только суровость отдельных местообитаний по причине особенно сильных ветров. Вместе с тем изрезанный рельеф гор, хороший дренаж их склонов, усиление инсоляции с высотой, лучшая прогреваемость сухих почв на обращенных к солнцу крутых склонах нередко создают даже более благоприятную обстановку для растительности, чем на равнинных тундрах. Это хорошо заметно, например, на Полярном Урале или на Анадырском хребте, где леса на горах имеют лучший вид и идут далее к северу, чем на соседних равнинах, а развитие растительности весной на горных тундрах иногда начинается раньше и протекает быстрее. Нижние пояса арктических гор находятся в лучшем положении и осенью, будучи менее подвержены ранним заморозкам.

Особый отпечаток накладывает на растительность северных гор каменистость субстрата и большое количество обнаженных ветрами, сползанием почвы и размывом участков. И то и другое сильно увеличивает пестроту растительного покрова горных площадей, чем горные тундры сразу отличаются от близких к ним по растительности равнинных тундр.

Следуя в основе скандинавским геоботаникам, мы различаем в арктических горах пять поясов: лесной, субальпийский, нижний альпийский, верхний альпийский и пояс вечных снегов. Признаком перехода одного пояса в другой служит появление новых формаций, ранее не встречавшихся или не имевших зонального характера. Например, для верхнего альпийского пояса типичны лишайниковые ассоциации на грубых каменных россыпях, возникших в результате физического выветривания; для нижнего альпийского пояса — горные моховые и лишайниковые тундры; для субальпийского — высокие кустарники; для лесного — хвойные леса. В пределах Арктики СССР мы не знаем гор, на которых были бы в полной мере развиты все пять поясов. В южной, материковой части Арктики, несмотря на значительную высоту отдельных горных вершин, вечные снега как особый пояс существуют лишь в зачатке (Северный Урал, Корякские горы) по причине континентальности климата, препятствующего накоплению снегов и образованию ледников. Встречаются только отдельные снежные поля и забои по лощинам, но они приурочены не столько к вершинам, сколько к склонам гор и мало связаны с высотой или экспозицией на север, находясь, однако,

в ясной зависимости от направления преобладающих ветров. В свою очередь горы арктических островов, покрытые ледниками, лишены большинства из перечисленных выше нижних поясов растительности.

Древесные формации лесного пояса гор не всегда целиком сходятся по составу своего верхнего яруса с лесными формациями соседней равнины, потому что благоприятные условия на защищенных склонах глубоких долин в горных массивах иногда способствуют продвижению на север таких ассоциаций, которые на равнинной лесотундре отсутствуют. Пример этого мы видим в долине р. Соби на Полярном Урале, где встречаются моховые ельники с черникой, совершенно несвойственные тундровой зоне, в географических пределах которой находится упомянутая долина.

На северо-востоке тундровой зоны Европы нет достаточно высоких гор. Лишь северо-восточная часть Кольского полуострова поднимается на 200 м, образуя плато с отдельными возвышенностями, не превышающими 400 м. Вертикальная зональность здесь сказывается в том, что в приморских районах глубокие долины зарастают березой — *Betula Kusmischeffii* — и корявой елью, а плато совершенно безлесно. По удалении от моря пояса смешаются: в долинах появляются настоящие сосновые леса, а на плато березовое редколесье с елями и соснами (Цинзерлинг).

Горы Канина полуострова (Паэ) не превышают 200 м, почему растительность их не имеет особых формаций, не свойственных соседней равнине. Горы Тимана находятся вне пределов тундровой зоны.

Резко выраженную вертикальную зональность мы впервые встречаем на высотах Полярного Урала, растительность которого изучена достаточно хорошо. Лесной пояс представлен здесь отдельными массивами лесов в долинах и по склонам гор. На юге Полярного Урала, в бассейне р. Соби, сомкнутые леса поднимаются не выше 200 м над ур. моря, но отдельные деревья среди зарослей ольхи встречаются даже выше 300 м. Подобно лесотундровым островам соседней Западносибирской низменности леса Полярного Урала образованы лиственницей (*Larix sibirica*) и в меньшей степени елью (*Picea obovata*) и березой (*Betula tortuosa*). По характеру своих нижних ярусов лиственничные леса разделяются на лишайниковые, зеленомошные, сфагновые, травянистые и кустарниковые. Лишайниковые леса занимают наиболее сухие местообитания с грубыми почвами. Зеленомошники приурочены к более влажным и мелкоземистым грунтам, а сфагновые к заболоченным, со слабо оттаиваю-

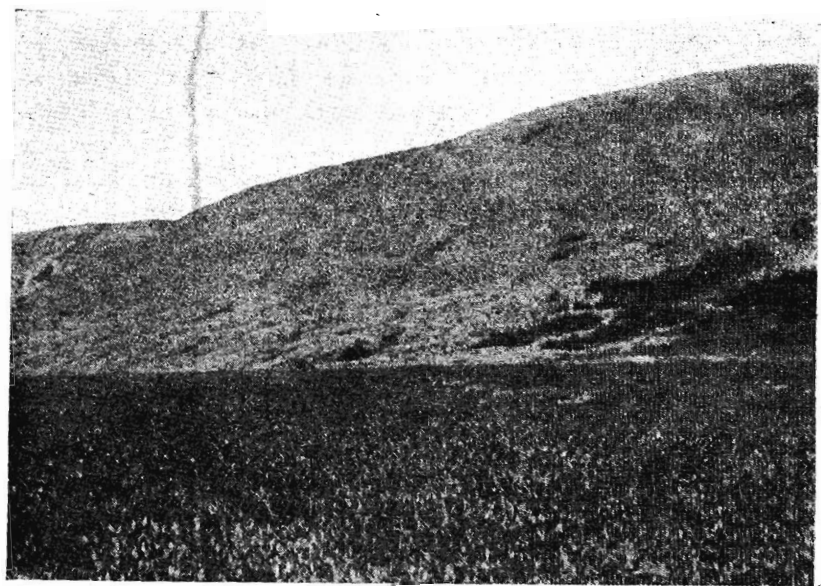


щей мерзлотой местообитаниям в глубине долин. Древесный ярус последних очень угнетен и весьма напоминает леса из *Larix dahurica* на болотах Восточной Сибири и Дальнего Востока. Ассоциации с травянистым и кустарниковым ярусом находятся на местообитаниях с долго залеживающимся весной толстым снежным покровом, который, однако, благодаря обильным проточным водам, быстро уничтожающим мерзлоту почвы по сходе снега, не препятствует расти лесам. Возможно, что под ними вообще нет вечной мерзлоты. Используя запасы воды, которые находятся в стволе и ветвях, лиственницы этих лесов распускают свою листву еще тогда, когда почва под ними покрыта толстым слоем плотного снега. Этим они увеличивают период вегетации.

Леса Полярного Урала чаще всего сосредоточены на хорошо дренированных склонах гор, особенно вдоль тальвегов ручьев, уничтожающих мерзлоту, на выступающих каменистых холмах в глубоких долинах и на речных террасах; заболоченные же плоские днища долин заняты безлесными болотами и моховыми тундрами с довольно пестрым травянистым ярусом.

По мере приближения к Ледовитому морю леса постепенно исчезают, и их местообитания занимают субальпийскими кустарниками из ольхи (*Alnus fruticosa*) и в меньшей степени из березы (*Betula tortuosa*). Эта же формация сменяет леса и в вертикальном направлении, выпадая совершенно только на горах, сложенных глубинными породами оливиновой группы — перидотитами и дунитами. Там ольха и береза сменяются единичными группами можжевельника (*Juniperus sibirica*). Отсутствие ольхи на западном склоне Урала в верхнем течении р. Усы, которое Поле объясняет историческими причинами, а именно, тем, что она распространялась на запад от Урала лишь через посредство долины Печоры и не успела далеко подняться вверх по Усе, по нашему мнению, обусловлено причинами эдафического порядка — широким распространением в районе верхней Усы оливиновых пород. На других горных породах она очень обыкновенна в субальпийском поясе гор, непосредственно примыкающих к Усе. Среди зарослей ольхи и березы встречаются отдельные деревья лиственницы. Островки лиственничного редколесья замещают субальпийские кустарники на оливиновых породах.

Субальпийские кустарники редко образуют густую, труднопроходимую чащу. Это бывает лишь по ложбинам вдоль весенних водотоков. Обыкновенно же группы кустарников чередуются с участками каменных россыпей, с лишайниковой горной тундрой, с моховой



Фиг. 13. Горное осоковое болото, ольховники и россыпи габбро на Полярном Урале.

тундрой или с другими горнотундровыми ассоциациями. Сами ольховники и березняки также представлены разными ассоциациями: на сухих каменистых склонах встречаются лишайниковые субальпийские кустарники; по хорошо увлажняемым и заносимым снегом местобитаниям — гипновые; на заболоченных склонах, иногда имеющих характер висячих торфяников, — сфагновые; наконец, по тальвегам весенних ручьев — травянистые. Верхний предел субальпийского пояса на Полярном Урале в бассейне р. Соби находится на высоте 350 м. К северу он постепенно опускается, выклиниваясь совсем близ оконечности Урала. Субальпийский и лесной пояса располагаются ниже также на западном склоне Полярного Урала, обладающем менее континентальным климатом.

Отдельные кустарники, как и изуродованные корразией деревья, заходят значительно выше указанной высоты, в предел нижнего альпийского пояса, где уже господствуют моховые тундры на пологих, мелкоземистых склонах и лишайниковые (из ягелей и мха *Rhacomitrium hypnoides*) по каменистым и песчанистым пространствам. Особенно преобладают эти лишайниковые тундры с *Rhacomitrium* на продуктах выветривания оливиновых пород. Как моховые, так и лишай-

лишайниковые горные тундры далеко не однородны на всем протяжении Полярного Урала. Они слагаются из многих ассоциаций, закономерно сменяющих друг друга в горизонтальном и вертикальном направлении.

В частности, по мере поднятия вверх, в покрове лишайниковых тундр ягели начинают в значительной мере сменяться *Alectoria ochroleuca* и *Bryopogon divergens*, подобно тому как это происходит в континентальных районах равнинных тундр. Причина этого явления, наблюдаемого на всех северных горах, заключается в уменьшении снегового покрова с высотой. Цветковая флора, состоящая по преимуществу из погруженных в лишайниковую дерновину кустарничков, при этом мало изменяется, становясь только беднее. Моховые тундры более однородны. Они довольно быстро исчезают на высотах, потому что для них там не остается подходящих местобитаний, благодаря усиленному дренажу и сносу мелкозема.

Несмотря на богатство лишайниковых тундр зимними кормами, они используются оленями лишь весной и осенью, во время сезонных перекочевок, потому что зимой горы недоступны для стад из-за суровости климата. Зато летом Полярный Урал к северу от р. Соби густо заселен стадами оленей, которые сильно изменили растительность его, вытапывая и поедая лишайники, травы и кустарники. В этих условиях нетронутыми остаются лишь небольшие лишайниковые площадки на крутых каменистых склонах, куда олени избегают заходить. На доступных же им местах взамен лишайниковых тундр образовались в результате векового выпаса травянисто-моховые горные тундры с довольно пестрой растительностью (Игошина).

Как и на равнинах, на заносимых снегом участках горных склонов Полярного Урала возникают в зависимости от продолжительности снежного покрова или кустарники, или приснеговые луга. Заросли *Salix glauca*, *S. lanata*, *S. pulchra*, которые растут в нижнем альпийском поясе, образуют густую, но невысокую (по колено) чащу. Этим они отличаются от высоких кустарников из *Salix glandulifera*, *S. hastata*, *S. phylicifolia*, делающих едва проходимыми поймы рек и ручьев в субальпийском поясе. Вне последнего исчезают также пестрые высокотравные лужайки среди кустарников, отмечающие местами русла ручьев.

Монотонный ландшафт альпийского пояса, который безраздельно господствует на северной оконечности Урала, разнообразится лишь цветочными лужайками на месте снежных наносов да многочисленными россыпями каменных пород. Эти россыпи, продукт физиче-



Фиг. 14. Каменисто-лишайниковая высокогорная тундра на Полярном Урале.

ского выветривания, обыкновенно почти сплошь покрыты накипными и слоевищными лишайниками из родов *Lecidea*, *Rhizocarpon*, *Gyrophora* и др., но если они образованы гудами обломков оливиновых пород, лишайники почти исчезают, и некоторую пестроту камням придает лишь кирпично-красная водоросль *Trentepohlia Jolithus*.

Чем выше мы поднимаемся, тем больше встречаем голых россыпей и снежных пятен, местами розовеющих налетом водоросли *Sphaerella nivalis*. Кустарники и моховые тундры в верхнем альпийском поясе исчезают совершенно, а мохово-лишайниковые тундры распадаются на отдельные клочки, разбросанные среди россыпей. Последние покрывают почти все склоны выше 500 м. Даже на плоских вершинах растительность не образует сплошного покрова, но дерновины то узкой полосой окаймляют голые участки мелкозема в ячейх каменной сети, то разбросаны в беспорядке под защитой выступающих камней. Это — своеобразная каменистая полигональная тундра, свойственная горным вершинам крайнего Севера. Причины дифференциации каменистого материала и мелкозема до сих пор еще не выяснены в достаточной степени. Несомненно только, что она связана с повторным промерзанием и оттаиванием пропиг-

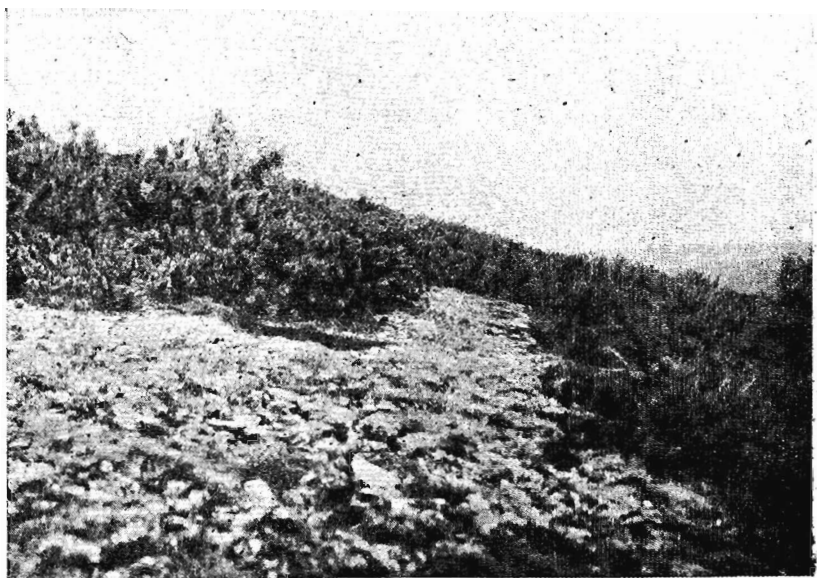
танного водой субстрата. Отсутствие растительности на пятнах, подверженных свирепым зимним ветрам и метелям, объясняется легче. Горные щебенчато-пятнистые тундры весьма обыкновенны и в нижних частях альпийского пояса на открытых вершинах и склонах, где растительная дерновина сильно страдает от снеговой корразии, а обнаженный мелкозем легко сплывает. Их растительность сходна с растительностью сухих лишайниково-моховых тундр по соседству.

Между Уралом и Колымой равнинные тундры неоднократно прерываются горными поднятиями, не достигающими больших высот. Совершенно неизвестна растительность гор на севере Таймырского полуострова. Повидимому, здесь особенно развиты бесплодные каменные россыпи.

Горы в верховьях Пясины (Норильские) напоминают невысокие районы Полярного Урала своими каменистыми лишайниковыми тундрами на плоских вершинах хребтов и по их повышенным склонам. Слабо дренированные, пологие склоны и днища долин заняты моховой тундрой на мелкоземе, которая по водотокам прерывается зарослями кустарников из *Betula nana*, ив и ольхи (*Alnus fruticosa*). В понижениях речных долин встречается даже лиственничное редколесье.

Резко континентальный климат Восточной Сибири препятствует развитию моховых тундр не только на равнинах, но и в горах. За их счет особенно широко распространены лишайниковые ассоциации. С учетом этого обстоятельства приходится представлять себе растительность северных гор Якутии. В этих горах даже достаточно увлажняемые склоны зарастают лишайниками с преобладанием *Cetaria cuscullata*, которая в Центральносибирских тундрах, вместе с *Alectoria ochroleuca*, господствует над ягелями.

К востоку от Колымы, где климат теряет свои резко континентальные черты, снова на первый план выступают ягели и мхи, но не зеленые, а сфагны. В этом отношении наблюдается аналогия между Кольским полуостровом и Дальним Востоком: и там и здесь господствуют лишайниковые ассоциации, а на болотах сфагны. Существенное различие заключается лишь в ничтожном развитии лесов на Дальнем Востоке, что объясняется повсеместной и неглубокой вечной мерзлотой. На Кольском полуострове с его лишенными вечной мерзлоты почвами лесные ассоциации, в том числе даже сосновые боры доходят почти до самого побережья Ледовитого моря. Аналогия между растительностью Кольского полуострова и Дальнего



Фиг. 15. Субальпийский лишайниковый кустарник (кедровый стланец и ольха) в бассейне р. Пенжины на Дальнем Востоке.

Востока может быть продолжена и по отношению крупнокустарниковых субальпийских формаций, отсутствующих на равнинах континентальных тундр. Эта формация на Кольском полуострове представлена зарослями *Betula Kusmischeffii*, а на Дальнем Востоке зарослями *Pinus pumila*, *Alnus fruticosa* и *Betula Middendorffii*, причем субальпийские кустарники как там, так и здесь спускаются очень низко, поселяясь даже на равнинных местообитаниях. Сочава считает территорию Дальнего Востока с зарослями кедрового стланника и *Betula Middendorffii* за переходную от тундровой зоны к горно-лесной стране северо-восточной Сибири, отмечая отличие ее кустарниковых ассоциаций от такой же растительности равнинной лесотундры или подзоны кустарниковой тундры. Мы видим в крупных кустарниках Кольского полуострова и Дальнего Востока не только переход от горного ландшафта к равнинной тундре, но настоящий субальпийский пояс, спустившийся с высот до уровня моря. Снижение субальпийского пояса гор происходит не только на Кольском полуострове и к северу от Камчатки, но совершенно ясно выявляется и значительно южнее, например, на Охотском побережье, где соответственно снижается и альпийский пояс. На крайнем се-

веро-западе Кольского полуострова такой сниженный альпийский пояс имитирует тундры равнин. Причина описанного явления заключается в том, что холодный приморский климат близок к климату субальпийского пояса с его повышенной влажностью воздуха, туманами и обильными, поздно сходящими весной и рано выпадающими осенью снегами, количество которых на горах еще повышается за счет сноса ветром с альпийских высот. Это ведет к сокращению вегетационного периода и понижению температуры почвы, что при сильных ветрах препятствует развитию древесной растительности, но не мешает расти крупнокустарным жизненным формам, защищенным зимой глубокими снегами от вредного воздействия ветра и мороза, а летом своей небольшой высотой от сильного испарения. Что во многих случаях решающая роль в безлесьи субальпийского пояса северных гор принадлежит именно почвенно-климатическим условиям, подтверждается появлением деревьев на гарях, где огонь уничтожил торфянистую и лишайниковую дерновину, понизив тем самым вечную мерзлоту. Примеры этого для Дальнего Востока мы уже отмечали выше. С восстановлением нормального почвенного покрова деревья должны будут снова уступить место субальпийским кустарникам.

Подобно ольховникам и березнякам субальпийского пояса на Полярном Урале и на Кольском полуострове, заросли кедрового стланца с листовыми кустарниками на горах Якутского и Дальневосточного Севера распадаются на несколько формаций, из которых решительно преобладает лишайниковая на сухих, каменистых склонах и на вершинах, не превышающих 300—400 м. Для заболоченных подножий горных склонов и лощин очень характерны сфагновые кедровники с ольхой и *Betula Middendorffii*. Зеленомошные кедровники редки и встречаются небольшими участками в нижней части субальпийского пояса. По мере поднятия в горы, лишайниковые кедровники становятся все более и более каменистыми, ягели в их дерновинах частично сменяются *Alectoria ochroleuca*, а в верхнем, совсем разреженном ярусе исчезает *Betula Middendorffii*. Над приземистым стланцем, высота которого с 1.5—2 м понижается до 0.5—1 м, выдаются отдельные кусты ольхи. Она более вынослива по отношению к зимним метелям, чем кедр, с наступлением осенних заморозков прижимающий свои вечнозеленые ветви к земле и зимующий под защитой снегового покрова. По лощинкам с проточными водами заросли кедрового стланца и сопутствующих ему листовых кустарников, которые нередко совершенно его выте-

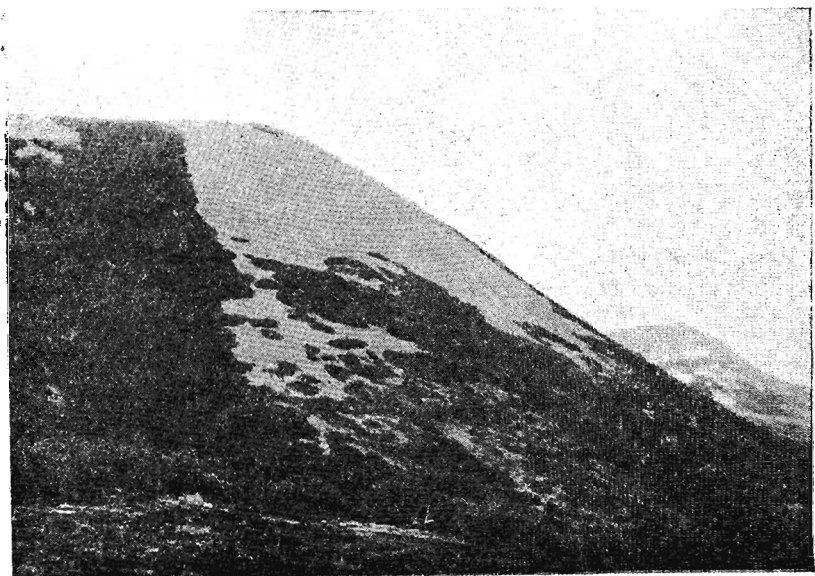


Рис. 16. Щебенчато-глинистые горные тундры и заросли кедрового стланца в басс. р. Пенжины на Дальнем Востоке.

сняют, становятся почти непроходимыми из-за своей густоты. Этим они отличаются от других формаций кедрового стланца, имеющих мозаичное распределение кустарниковых групп и лишайниковых или моховых прогалин, площадь которых все более и более увеличивается с высотой, с тем, чтобы в альпийском поясе смениться лишайниковыми тундрами и каменными россыпями. В высшей степени характерное для различных субальпийских формаций северных гор такое мозаичное распределение кустарника еще нуждается в объяснении. В одних случаях это обусловлено выходом на поверхность грубых каменных россыпей, в других, может быть, местными неблагоприятными грунтовыми условиями или распределением снега.

Субальпийский пояс с характерными для него ассоциациями *Pinus pumila* исчезает в горах северо-восточной части Чукотского полуострова. Другие кустарники там сохраняются в глубоких долинах по рекам и ручьям, не поднимаясь выше 100—150 м над ур. моря. В горах морского побережья эти высокие приречные кустарники из *Alnus fruticosa*, *Salix parallelinervis* и др. исчезают, сменяясь зарослями *Salix baicalensis* с примесью *Salix pulchra* по пояс



высотой. Кустарники в речных долинах обыкновенно чередуются со злаковыми лугами из *Calamagrostis Langsdorffii*, *Bromus sibiricus*, *Elymus villosissimus*, *Poa alpigena*, сухими щебенчатыми тундрами и галечниками. Мохово-лишайниковые тундры на мелкоземистых участках склонов и на глинистых пятнах среди каменных многоугольников, поднимаясь до наибольших высот, остаются более характерными для нижнего альпийского пояса Чукотских гор, предел которого находится на высоте 150—250 м в зависимости от географического положения. Вместе с ними на высоких террасах и по влажным подножьям гор достаточно распространены различные моховые и кочкарные тундры. В верхнем альпийском поясе связанная растительность (щебенчатолишайниковые тундры) буквально теряется среди каменных россыпей, растительный покров которых представлен почти исключительно накипными лишайниками. Эти россыпи весьма обыкновенны и в нижнем альпийском поясе, где сплошной растительный ковер встречается на значительных площадях лишь по широким долинам, если только они не заполнены грубыми моренными наносами.

В лесотундре Дальнего Востока каменные россыпи господствуют лишь выше 600—700 м, но на склонах гор, сложенных легко выветривающимися породами (сланцы, песчаники), когда они обращены в сторону преобладающих зимой северо-восточных ветров, нередко возникают оголенные снеговой коррозией и смывом щебенчатые участки, летом зарастающие разреженной, пестрой смесью цветковых растений. Их растительность является реликтом ксеротермического периода, когда более континентальный климат позволит ассоциациям горных щебенчатых склонов Даурии с их специфической флорой проникнуть на территорию современной лесотундры Дальнего Востока, где до настоящего времени на субальпийских щебенчатых склонах, зимой лишенных снега и сильно промерзающих, а летом хорошо прогреваемых, растут такие виды, как *Allium lineare*, *Calamagrostis monticola*, *Festuca kolymensis*, *Poa botryoides*, *Oxytropis alpicola*, *Saussurea pygmaea*, *Vicia multicaulis* и некоторые другие.

## ХІХ. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ АРКТИКИ

При описании растительности тундровой зоны мы не стремились располагать материал в порядке естественной системы, но преследовали лишь цели логичности изложения. Между тем, завершением изучения растительного покрова какой-либо страны должна быть.

естественная классификация, основанная на генезисе, флористических и физиономических признаках классифицируемых ассоциаций. В задачи нашего краткого обзора тундровой растительности не входит дать исчерпывающую классификацию растительных ассоциаций тундровой зоны, для чего недостаточно и фактического материала, поэтому мы ограничимся лишь классификационной схемой для более крупных геоботанических объединений—формаций, понимая последнее в объеме формаций Дю-Рие (до 1927 г.).

В основе существующих классификаций растительных ассоциаций чаще всего положены по отдельности различные признаки: экологический, флористический или генетический. Иногда они используются и в совокупности, поскольку, например, физиономические признаки растительного покрова связаны с условиями местобитания. Классификационные схемы растительных ассоциаций крайнего Севера, особенно горных тундр, наиболее разработаны скандинавскими геоботаниками, но мы не можем целиком их использовать для нашей классификации ввиду того, что большинство из них составлено с учетом только растительного покрова, иногда даже лишь нижних ярусов его, но не условий генетического порядка. Еще менее мы согласны с классификацией так называемых типов тундры, которая проводится в работах Андреева, Дедова и Самбука, потому что в основу ее положено качество субстрата — глинистого, песчаного или торфяного, а не признаки, принадлежащие самому объекту классификации — растительности. Неопределенные в таксономическом отношении типы тундр объединяют группы растительных ассоциаций, близкие по флористическим признакам. Лучше разработана классификация ценозов тундровой зоны и лесотундры Кольского полуострова Цинзерлингом. Мало пригодны для нас и классификации тундровых оленьих пастбищ, которые дают Дедов, Сочава и Городков, потому что они служат исключительно производственным задачам и, имея категории, выделенные на основании качества кормов и сезонности использования, искусственны.

Формирование растительного покрова на территории современной тундровой зоны заключалось прежде всего в изменении третичного болотного типа растительности в особый тундровый тип, вызванный к жизни до того не существовавшим экологическим фактором — физиологической сухостью по причине низкой температуры почвы. Вечная мерзлота, подобно ее современному распространению, должна была появиться сначала именно в плиоценовых торфяниках. Местобитания, которые становились недоступными для древесных и крупно-

кустарных жизненных форм, постепенно занимались ассоциациями холмных северных торфяников, а сохранившиеся на более благоприятных местообитаниях юга тундровой зоны лесные, кустарниковые и поемные луговые ассоциации перерабатывались, медленно отступая под напором наползавших от полюса льдов и тундровой растительности.

На севере тундровой зоны, где особенно сильно действовал ветер, непосредственно разрушая с помощью снега растительные дерновины и косвенно воздействуя на экологические особенности местообитаний в силу неравномерного распределения снегов, тундровые ассоциации испытывали дальнейшую эволюцию, превращаясь из сомкнутых в сильно разреженные. Зачатками полигональных тундр были пятнистые. В этих контрастных из-за неравномерного распределения снегов северных подзонах нашли наиболее подходящие условия существования формы, мигрировавшие с гор. Они приняли участие в образовании сходных с альпийскими ассоциациями тундровых лугов на снежных местах и сухих дриадовых (а также и других кустарничковых) тундр на почти лишенных снега зимой, но хорошо прогреваемых летом, местообитаниях крутых склонов. Вместе с тем и древняя альпийская растительность Арктики, едва ли в полной мере сходная даже в третичное время с такой же растительностью молодых южных поднятий, должна была с начала ледникового периода подвергаться влиянию равнинных тундр, все более и более с ними сливаясь. По освобождении северных гор от ледяных оков единственно равнинные тундры могли заселить их в первую очередь. Этим в значительной мере объясняется столь близкое сходство горных и равнинных тундр, поддерживаемое до настоящего времени сходством и экологической обстановки.

Кустарниковые леса на оснеженных склонах с пониженной вечной мерзлотой, постепенно теряя свой верхний ярус, превратились в тундровые кустарники. Ксеротермический период с его континентальным климатом вызвал с одной стороны еще более резкую дифференциацию тундрового и болотного типа растительности, а с другой способствовал появлению на тундрах тех из лесных элементов, которые в течение ледникового периода сформировали растительный покров северных лесов и оказались достаточно выносливыми для обитания на тундрах. Альпийская растительность северных гор с повышением континентальности климата также еще более закрепила свой тундровый облик.

Особенности существующей растительности тундровой зоны обусловлены прошлыми сменами экологических условий ее место-

обитаний, а также эволюцией аутохтонной и мигрировавшей с гор флоры. При классификации тундровой растительности мы должны прежде всего исходить из того положения, что часть ее представляет видоизмененные типы растительности третичного периода, а часть вновь образовавшиеся. Поэтому мы делим все типы растительности, свойственные современной тундровой зоне, на две группы: 1) типы растительности, существовавшие в конце третичного времени и существующие в настоящую эпоху преимущественно в лесной зоне и на горах, а именно — лесной, болотный (торфяниковый), горно-луговой (тундрово-луговой), кустарниковый, поемно-лугово-кустарниковый, гидрофитный и некоторые другие; 2) тип растительности, развившийся в послетретичное время и существующий в настоящее время лишь в тундровой зоне (тундры) и на северных горах (горные тундры). На Дальнем Востоке, где в связи с меньшим оледенением страны и не столь резким колебанием климата в ксеротермический период не было значительных смещений ландшафтных зон, сильно повлиявших на первоначально сложившиеся тундровые ассоциации, сохранилась до сих пор аутохтонная формация, занимающая среднее положение между болотами и тундрами — кочкарные тундры. Их существование поддерживается современным климатом, вероятно, несколько сходным с климатом ледникового периода на Дальнем Востоке. Даже некоторые болотные ассоциации в лесной зоне Дальнего Востока имеют сходство с тундрами: недаром Шмидт и Окада причислили к ним часть торфянистых болот Сахалина.

Первая группа отражает как наиболее благоприятные условия существования, отчего формации ее достаточно дифференцированы на ярусы (леса, кустарники), так и наименее благоприятные с примитивными, малоярусными формациями (горные луга, тундровые луга). Вторая группа объединяет формации в общем неблагоприятных для растительности местообитаний, в условиях которых произошла редукция прежних многоярусных растительных сообществ в малоярусные (тундры). В смысле расчленения на ярусы и по флоре северные торфяники лесной зоны занимают среднее положение, являясь подобием поздне третичных болот, давших начало тундрам путем редукции и обеднения своих ярусов. Остается недостаточно выясненным положение поемных лугов. Можно предполагать, что в третичное время не существовало заливных лугов, кроме как по берегам морей, в приливной полосе; они возникли на севере лесной зоны лишь в связи с дифференциацией климата на сезоны, вызвавшей сезонные изменения уровня рек. Может быть поемные

луга следует включить в третью группу типов растительности, возникших в лесной зоне в послетретичное время или в конце третичного и совсем не характерных для тундровой зоны. Они едва заходят сюда по долинам рек, создающих особую ландшафтную обстановку. Столь же мало характерны для тундровой зоны и открытые ассоциации щебенчатых и каменисто-глинистых склонов континентальных районов Таймыра, Якутии и Дальнего Востока, сохранившие до сих пор флористические элементы центрально-азиатских гор, проникшие сюда во время ксеротермического периода и уцелевшие по наиболее нагреваемым летом сухим местообитаниям.

В перечисленные основные типы растительности, дифференцировавшиеся в конце третичного и начале четвертичного периода, мы включаем существующие растительные формации, которые охватывают при сходстве условий местообитания сходные по физиономическим признакам объединенные ассоциации различных подзон тундровой зоны. Объединенные растительные ассоциации в свою очередь делятся на замещающие ассоциации, различия которых обусловлены климатическими и историческими особенностями эдафически сходных местообитаний различных подзон и провинций (см. таблицу на стр. 122—123).

## XX. ПОДЗОНЫ И ПРОВИНЦИИ АРКТИКИ СССР

В главе IV мы установили принципиальные основания, принятые нами при разделении равнинной Арктики на более мелкие зональные области — подзоны. Там же мы отметили, что эти подзоны, не оставаясь однородными на всем протяжении, но изменяясь в зависимости от климатических и эдафических условий, а также истории развития флоры, в общем сохраняют особенности своего растительного покрова в смысле присутствия в нем определенных жизненных форм, связанных с известной климатической обстановкой.

### А. Тундровая зона

1) Подзона южной лесотундры. Этим именем мы называем ту подзону тундровой зоны, которая граничит с лесной зоной и до известной степени близка к ней по своему ландшафту, благодаря большим участкам лесов (20—30%), разбросанным по дренированным склонам холмов и смыкающимся в массивы вдоль речных долин. До Урала в лесах преобладают береза и ель, а между Уралом и Енисеем сибирская лиственница и в меньшей степени ель

и береза. Эта смена последних пород лиственницей обусловлена увеличивающейся континентальностью климата и повсеместным распространением вечной мерзлоты, которая в Европе под лесами южной лесотундры, как правило, отсутствует. К востоку от верховьев Пясины леса, чаще редколесье, южной лесотундры состоят почти исключительно из даурской лиственницы. Наряду с лесами в южной лесотундре впервые появляются представители тундровых формаций в виде зарослей кустарников (кустарные березы и ивы), существование которых обусловлено уже не сильной заболоченностью или заливанием водой, как в лесной зоне, но низкими почвенными температурами, препятствующими при существующих климатических условиях древесным жизненным формам занять эти свободные от торфяников внедолинные местообитания. В местностях с сильными зимними ветрами нередко встречаются небольшие пространства пятнистой тундры. Общий процент площади, занимаемой безлесными тундровыми формациями (включая и кустарники), невелик, около 5—10%. На водоразделах, как и в соседней лесной зоне, преобладают болота (около 60%), которые к западу от Урала нередко представлены различными переходами к заболоченным тундрам и крупнобугристым комплексам. В более восточных частях тундровой зоны, там, где вечная мерзлота образует уже сплошной панцырь, участки верховых торфяников становятся плоско- или мелкобугристыми. На равнинах Дальнего Востока они в значительной степени заменяются болотистыми кочкарниками. Заливные долины рек заняты различными лесами, кустарниками, лугами и болотами и по своей растительности мало отличаются от крайнего севера лесной зоны. На Кольском полуострове, как и на Дальнем Востоке, выделение лесотундровых подзон, в частности южной лесотундры, носит формальный характер, потому что правильнее было бы считать тундровую растительность названных провинций (за исключением крайнего северо-востока Кольского полуострова) за субальпийский пояс, сниженный на побережье до уровня моря, а не за тундровые подзоны равнин. В южной лесотундре зимой пасутся многочисленные стада оленей, находящие здесь для себя обильные корма в лишайниковых лесах и на таких же болотах. Из-за обилия комаров летом олени обыкновенно удаляются к северу или в горы.

2) Подзона северной лесотундры. По направлению к северу леса постепенно исчезают с водораздельных холмистых пространств и сосредоточиваются в долинах рек, едва поднимаясь

Исходный третичный тип растительности	Растительность снегов	Растительность скал	Горно-луговой	Субальпийский кустарниковый	Гидрофитный
Современн. тип растительности Арктики	Растительность снегов	Растительность каменных россыпей	Тундрово-луговой (горно-тундрово-луговой)	Субальпийский кустарниковый	Гидрофитный
Формации	1) Скопления водорослей на тающем снегу	X 1) Растительность каменных россыпей  2) Растительность щебенчатых арктических пустынь	1) Тундровые (горно-тундровые) луга  2) Субальпийские луга	1) Лишайниковые субальпийские кустарники  2) Зеленомошные субальпийские кустарники  3) Сфагновые субальпийские кустарники  4) Лощинные и приручевые субальпийские кустарники  Примечание: К этим формациям относятся некоторые кустарниковые ассоциации Дальневосточных равнинных тундр	1) Планктон пресных и морских вод  2) Крупноводорослевая растительность морей  3) Прибрежная растительность пресных водоемов

Галофитно-луговой	Мезофитный поемно-лугово-кустарниковый	Л е с н о й		Б о л о т н ы й	
Галофитно-луговой	Мезофитный поемно-лугово-кустарниковый	Кустарниковый	Лесной	Тундровый	Болотный
1) Приморские солончаки  2) Приморские луга приливной полосы	1) Растительность береговых песков и илистых отмелей 2) Поемные луга 3) Поемные кустарники	1) Тундровые кустарники	1) Лишайниковые леса  2) Зеленомошные леса  3) Сфагновые леса  4) Травянисто-кустарниковые леса  5) Поемные травянисто-кустарниковые леса	1) Лишайниковые тундры  2) Моховые тундры  3) Полигональные тундры  4) Сфагновые горные тундры  5) Кочкарные тундры  Примечание: 1) Некоторые ассоциации лишайниковых тундр возникли из лишайниковых лесов или субальпийских кустарников  2) Кочкарные тундры занимают среднее положение между болотным и тундровым типом растительности	1) Верховые (олиготрофные) торфяники  2) Низинные (эутрофные) болота



на коренные берега долин, главным образом на песчаном и каменистом субстрате. В условиях резко континентального климата Центральносибирской провинции последние лиственничные леса, по видимому, менее связаны с долинами. Площадь, занимаемая лесами, падает до 2—30%, они становятся очень разреженными и угнетенными. В Европе — это по преимуществу березовые и еловые насаждения, а в Азии лиственничные с подлеском из *Alnus fruticosa*; к последней к востоку от Лены присоединяются *Betula Middendorffii* и *Pinus pumila*. На Дальнем Востоке крайние северные острова долинных лесов состоят из березы, тополя и древовидной ивы, будучи весьма сходными с такими же ассоциациями долин лесной зоны. На дренированных участках водоразделов появляются обширные площади тундровых формаций на глееватых почвах, главным образом кустарники, которые имеют промежуточный характер между ивняками и ерниками оснеженных склонов и кустарниковыми моховыми тундрами более северной подзоны. Среди этих кустарников нередко отдельные деревья ели и березы в Европе и лиственниц в Азии. В континентальных районах пятнистые тундры в виде небольших участков становятся повсеместными. На слабо оподзоленных песках и на каменистом грунте появляются лишайниковые (ягельные) тундры, нередко занимающие большие пространства в зависимости от распространения в районе грубых, сухих субстратов. Общая площадь тундровых формаций около 30—40%. По сравнению с южной лесотундрой болота несколько сокращают свою площадь (до 50%) и во многих случаях скорее должны быть причислены к болотистым тундрам, чем к настоящим болотам. Из этих переходных формаций в западной половине подзоны широко распространены мелкобугристые тундры, а на востоке кочкарники. Верховые торфяники представлены мелкобугристыми и мелкобугристыми комплексами, участки которых теряются среди обширных болотистых тундр на торфяно-глеевых почвах. Долины рек отличаются от водоразделов глубоко оттаивающей вечной мерзлотой, которая иногда и совсем отсутствует; поэтому там наряду с лесными островами еще широко распространены высокие кустарники и торфяные болота низинного и верхового типа. Северная лесотундра служит местопребыванием оленьих стад главным образом весной и осенью по пути в безлесные тундры и из них. Здесь стада нередко проводят время отела, так как лесные острова в долинах рек служат хорошей защитой от метелей, а лишайниковые тундры доставляют обильные корма.

3) Подзона кустарниковых тундр. Для этой первой совершенно безлесной тундровой подзоны наиболее характерно еще значительное распространение кустарниковых жизненных форм, которые участвуют в сложении не только ерников и ивняков по оснеженным склонам холмов, но и моховых и лишайниковых тундр. Столь большое распространение кустарников, главным образом *Betula nana*, *B. exilis*, некоторых ив и *Ledum palustre* объясняется довольно значительными зимними осадками и более слабыми ветрами в описываемой подзоне по сравнению с более северными, где морозы и метели уничтожают молодые побеги, выдающиеся над уровнем снега. На пространстве между Хатангой и Леной кустарниковые моховые тундры на скрытоподзолистых оглеенных суглинках постепенно замещаются кочкарниками на торфяно-глеевых почвах, которые безраздельно господствуют на равнинах к востоку от Лены. Общая площадь тех и других формаций составляет приблизительно 40%. Лишайниковые тундры (преимущественно ягельные) на слабоподзолистых песках или на щебенчатых почвах занимают около 20%. Около 15% занимают кустарники на торфянисто-глееватых почвах по оснеженным склонам. Для более глубоких низин между холмами и для незаливаемых речных террас характерны комплексы низинных и плоскобугристых олиготрофных болот (всего около 10%). Остальная площадь распределяется между долинными и озерными заливными ассоциациями, пятнистыми тундрами, водоемами, из которых особенно много озер, и пр. Описанная подзона одинаково пригодна как для зимнего, так и для летнего выпаса оленей, не представляя, однако, особенных удобств ни в том, ни в другом случае по причине суровости климата зимой и обилия комаров летом. На практике используется преимущественно весной и осенью при перекочевке от лесов к морскому побережью и обратно.

4) Подзона лишайниково-моховых тундр. Наиболее типичная тундровая подзона, в которой климатические условия таковы, что кустарниковые жизненные формы остаются господствующими лишь на склонах, хорошо защищенных зимой снегом, причем общая площадь тундровых кустарников из различных ив достигает еще 10%. Моховые тундры, особенно заболоченные, а на востоке кочкарные, покрывают все плоские, повышенные пространства и открытые склоны холмов, уступая место на грубых субстратах (например, слабоподзолистые пески) лишайниковым и лишайниково-моховым тундрам, из которых в провинциях с менее континентальным

климатом преобладают ягельные, а в Центральносибирской и Якутской провинциях—алекториевые и цетрариевые. В среднем площадь моховых и лишайниковых тундр мы оцениваем по 30%, хотя в отдельных районах это равное соотношение сильно нарушается в зависимости от распределения песчаных и глинистых субстратов. Между тем как общая заболоченность уменьшается по сравнению с более южными подзонами, заболоченность глубоких понижений, куда стекают воды соседних повышений, наоборот, увеличивается по причине малого оттаивания вечной мерзлоты. Возрастает количество озер и болот, причем среди последних преобладают низинные комплексы с незначительными участками мелкобугристых верховых торфяников. Общая площадь болот и озер равна 25%. Остальную площадь занимают пятнистые тундры на бесснежных местах, тундровые луга на месте залеживающихся снегов и пр. Подзона лишайниково-моховых тундр принадлежит к основным летним районам оленеводства и лишь местами используется и зимой.

5) Подзона арктических тундр. Суровый климат, краткий вегетационный период, неглубокий и плотный снеговой покров на повышенных равнинах и, наоборот, мощные, долго не растаивающие снежные забои по склонам создают условия, при которых кустарниковые синузии не могут существовать. Отсутствие кустарниковых ассоциаций особенно характерно для описываемой подзоны. Еще более существенным является замещение моховых тундр на больших протяжениях формацией полигональных тундр в тех районах, которые отличаются сильными зимними ветрами. В Центральносибирской провинции, где зимы характеризуются затишьем, полигональные тундры менее развиты, а взамен их существуют сухие дриадовые и моховые ассоциации на примитивных скрытоподзолистых и слабооглеенных суглинках. Полигональные тундры и близкие к ним ассоциации занимают около 20% территории подзоны. Несколько меньший процент (15%) приходится на долю арктических ассоциаций лишайниковых тундр на скрытоподзолистых песках и щебенчатых грунтах. Особенно большую площадь (около 60%) в подзоне арктических тундр занимают низинные болота и озера в различных стадиях заболачивания. Растительность речных долин с их непродолжительным разливом и слабо оттаивающей вечной мерзлотой мало отличается от водораздельных пространств. Подзона арктических тундр — основной район летних пастбищ, привлекающий большое число оленеводов.

6) Подзона арктических пустынь. Эта южная подзона снеговой зоны охватывает более южные и равнинные острова, например, острова провинции Восточносибирского моря, северную часть южного острова Новой Земли. Здесь ледники отсутствуют или не имеют большого распространения, но значительная часть пониженной страны занята полигональными тундрами, арктическими пустынями, каменными россыпями и отдельными участками других формаций.

7) Арктическая пустынно-ледниковая подзона. Гористые острова Северного Ледовитого моря в его западной части, на большем своем протяжении покрытые ледниками и фирновыми полями, оставляют для растительности лишь узкую полосу низменного побережья, занимающую от 10 до 20% всей площади. Недолгий вегетационный период, сильнейшие ветры, которые обнажают от снега значительные пространства почвы, все это препятствует образованию связанного растительного покрова на значительном пространстве. До 70% свободной от льдов площади остается под грубыми каменистыми россыпями с ничтожными клочками травянисто-кустарничковых и мохово-лишайниковых ассоциаций. По защищенным от ветров и орошаемым талыми водами участкам, почва которых нередко сползает по склонам, развиваются клочки арктических лугов, а в пропитанных водой низинках — травянисто-гипновые болота. Наибольшую же часть остальной площади занимают щебенчатые арктические пустыни и полигональные тундры. Скудная растительность в условиях сурового климата в состоянии прокормить лишь таких специфических арктических животных, как овцебык (в Евразии отсутствует); дикие олени в сравнительно большом количестве населяют летом лишь подзону арктических пустынь, в малой степени заходя севернее.

Описанные нами равнинные подзоны растительности не остаются непрерывными на всем протяжении крайнего Севера СССР, но неоднократно прерываются горными поднятиями со свойственной им вертикальной зональностью. Проявление вертикальной зональности в такой степени, что среди равнинной растительности появляются формации, характерные для следующего по высоте пояса горной растительности, должно служить признаком, необходимым для выделения особой горной геоботанической провинции. В противном случае невысокие поднятия, все влияние которых сказыв-

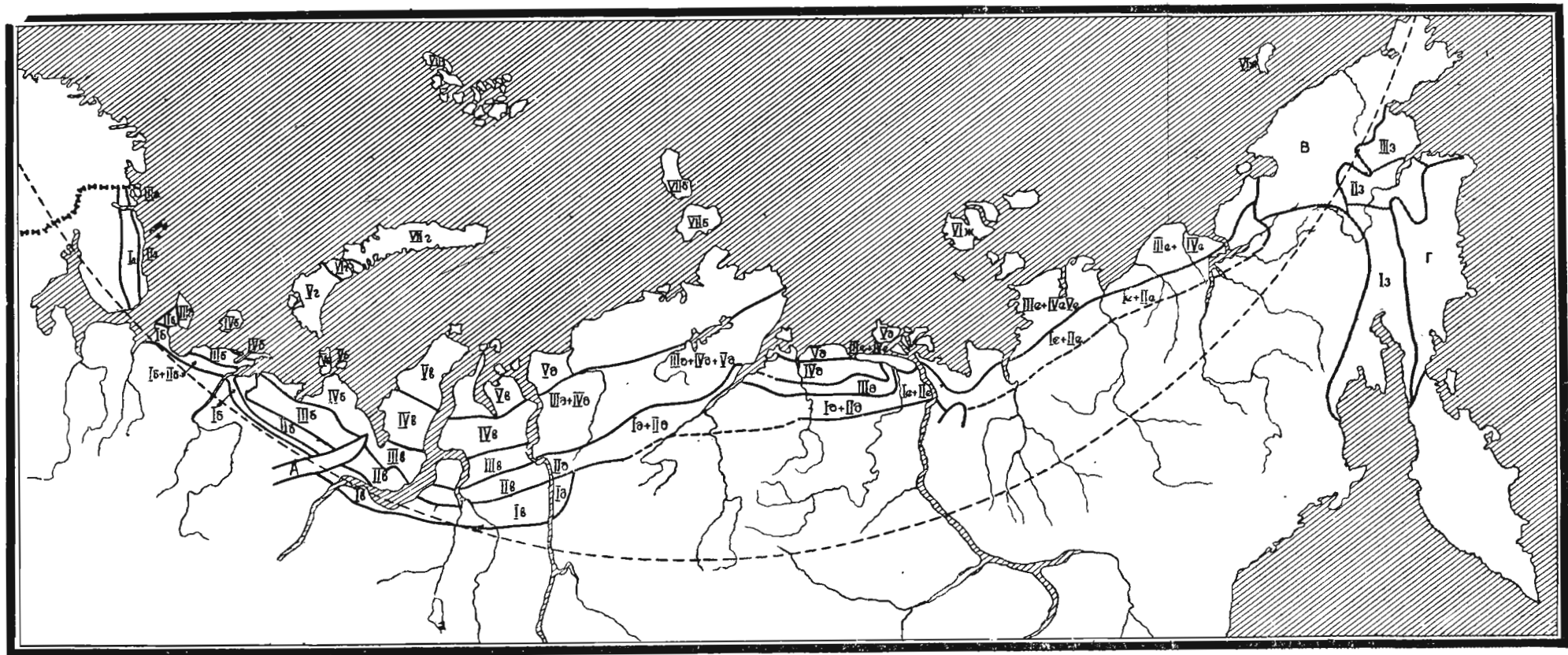
вается иногда лишь в смысле внесения в равнинную обстановку особых эдафических условий, не должны приниматься во внимание. При частом чередовании небольших горных участков с низменными возможно выделение комплексных провинций с отдельными горными и равнинными районами.

Учитывая также значение исторических факторов и незонального климатического фактора — влажности — на растительность равнин в смысле появления особых замещающих ассоциаций, мы сможем на территории Арктики СССР выделить, кроме горных, несколько равнинных провинций. В случае большой протяженности горных стран мыслимо разделение их на тех же основаниях на подпровинции. Как равнинные провинции, так и горные подпровинции объединяют отрезки различных подзон и поясов. Эти отрезки мы называем провинциальными подзонами и поясами.

Еще более дробными подразделениями являются геоботанические районы, характеризующиеся уже не качественными признаками (особыми замещающими ассоциациями), а количественными, выражающимися в размещении одних и тех же растительных ассоциаций, как естественных, так и измененных или созданных человеком. Геоботанических районов Арктики, могущих быть выделенными лишь для немногих достаточно исследованных местностей, мы не будем касаться в нашей краткой работе, хотя они на практике и являются, по мнению Сочава, основными геоботаническими территориальными единицами, но дадим лишь перечисление провинций, при совмещении которых с подзонами выявятся провинциальные подзоны и пояса.

1) Провинция Кольского полуострова. Невысокая горная страна, то постепенно понижающаяся, то круто обрывающаяся к Ледовитому морю. Совокупное воздействие вертикальной зональности и умеренно холодного океанического климата создало две подзоны лесотундры и зачатки безлесной тундры на крайнем северо-востоке полуострова. Преобладание лишайниковых ассоциаций.

2) Провинция Восточноевропейских тундр. Охватывает Канин полуостров, Тиманскую, Малоземельскую и Большеземельскую тундры вместе с островами Ледовитого моря — Колгуевым, Вайгачем и равнинной оконечностью южного острова Новой Земли. Это по преимуществу равнинная страна с моренным рельефом, высшие точки которого достигают 200 м над ур. моря, с многочисленными озерами и хорошо развитой речной сетью. Сильно денудированные ледниковой эрозией горные поднятия на севере Канина полуострова, на Вайгаче, Тиманский кряж, Пай-хой.



### О Б Ъ Я С Н Е Н И Е К К А Р Т Е

ТУНДРОВАЯ ЗОНА: I — подзона южной лесотундры; II — подзона северной лесотундры; III — подзона кустарниковых тундр; IV — подзона лишайниково-моховых тундр; V — подзона арктических тундр.

СНЕГОВАЯ ЗОНА: VI — подзона арктических пустынь; VII — подзона арктическая пустынно-ледниковая.

ПРОВИНЦИИ: а — Кольского полуострова; б — Восточноевропейских тундр; в — Западносибирской низменности; г — западных островов Северного Ледовитого моря; д — Центрально-сибирских тундр; е — горно-равнинных тундр Якутии; ж — островов Восточносибирского моря; з — горно-равнинной Анадырско-Пенжинской депрессии; А — Полярного Урала; Б — Таймырских гор; В — Чукотско-Анадырских гор; Г — Корякских гор.

Городков.

обнаруживают себя не растительностью высот, едва превышающих моренные гряды, но лишь выходами на поверхность, каменного материала, почему мы не выделяем их в особые провинции. Подзона арктических тундр на материке занимает узкую полосу побережья Югорского шара, продолжаясь на острове Вайгаче и Новой Земле и выклиниваясь на западе. Западная часть провинции находится под сильным влиянием умеренно холодного климата Баренцева моря. Преобладают моховые тундры, тундровые кустарники, а на юге заболоченные тундры и болота.

3) Провинция западных островов Северного Ледовитого моря. Гористые острова Новой Земли, Земли Франца Иосифа и Северной с отдельными высотами, достигающими 900—1000 м. Большинство островов покрыто ледниками, от которых остаются свободными лишь побережья. Южный остров Новой Земли более понижен, ледники едва выражены. Снеговая зона растительности охватывает большую часть островов. Вне ее преобладают каменистые арктические пустыни и полигональные тундры.

4) Провинция Полярного Урала. Высокая горная страна, протянувшаяся узкой полосой с севера на юг, имеет сильно изрезанный ледниковый ландшафт с вершинами до 1200 м. По причине континентального климата ледники отсутствуют, но имеются многочисленные снежные перелетки. Кроме россыпей, преобладают каменистые моховые и лишайниковые тундры.

5) Провинция Западносибирской низменности. Плоскохолмистая пониженная равнина между Уралом и Енисеем, в редких случаях поднимающаяся до 150 м над ур. моря, обильная озерами и реками. Выходов коренных пород нет. Имея более континентальный климат, чем Восточноевропейские тундры, она хорошо отличается от них своей растительностью и отчетливым развитием всех подзон тундровой зоны. Преобладают на глинах моховые тундры, а на песках ягельные.

6) Провинция Центральносибирских тундр. Обширная холмистая равнина между Енисеем и Оленеком, с юга ограниченная горно-лесной зоной Центральносибирского плоскогорья. Не поднимается выше 200 м над ур. моря за исключением немногих горных гряд, которые благодаря своим каменным породам вносят некоторое разнообразие в растительный покров страны. Резко континентальный климат способствует наибольшему на всем земном шаре продвижению к северу древесных пород, что создает особые условия для подзон лесотундры, до сих пор очень слабо

изученных. Остальные подзоны достаточно типичны. Особенное преобладание алекториевых и полигональных тундр.

7) Провинция Таймырских гор. Ряд хребтов, заполняющих центральную часть Таймырского полуострова. Горные плато Бырранга имеют до 800 м высоты, а более расчлененные хребты к северу и северо-востоку от Таймырского озера местами достигают 1500 м. Растительность их неизвестна.

8) Провинция горно-равнинных тундр Якутии. Комплекс горных и равнинных участков между Оленеком и Чаунской губой. Хребты Чекановского, Хараулах, Полоустный и др. поднимаются до 400—500 м, между тем как равнинные участки не превышают 200 м над ур. моря. Континентальный климат и изрезанность рельефа позволяют древесной растительности продвинуться далеко к северу. Подзоны намечены нами провизорно за полным отсутствием солидных сведений о растительности. Впоследствии, несомненно, наша провинция распадется на несколько самостоятельных частей. Особенное развитие алекториевых и кочкарных тундр.

9) Провинция Чукотско-Анадырских гор. Объединяет систему Анадырского хребта и гор Чукотского полуострова. Сложное горное плато с отдельными вершинами до 2000 м, постепенно понижающееся к р. Анадырю и к Ледовитому морю. Климат южного склона континентальный, а северного и восточного более влажный благодаря влиянию Ледовитого и Берингова морей. Преобладают каменные россыпи, меньше каменистых лишайниковых тундр.

10) Провинция островов Восточносибирского моря. Объединяет Новосибирский архипелаг, остров Врангеля и другие более мелкие острова, принадлежащие преимущественно к снеговой зоне. Рельеф их разнообразен; некоторые острова имеют возвышенности до 700 м, другие плоскохолмистые, с высотами, не превышающими 300 м. Преобладание глинистых арктических пустынь, мокрых моховых тундр и каменных россыпей.

11) Провинция горно-равнинной Анадырско-Пенжинской депрессии. Преобладающие холмистые плато и пониженные равнины средней высотой 50—200 м прерываются горными поднятиями (отроги Колымских гор, Понтанейский хребет и др.) до 500—700 м. Провинция вытянута полосой между Колымско-Анадырской горной системой и Коряцкими горами, занимающая бассейны рр. Анадыря, Пенжины и некоторых мелких притоков Охотского моря. Континентальный климат сменяется более влажным



на побережье Берингова и Охотского морей. Часть провинции принадлежит к лесотундре, выделение подзон которой на равнине затруднительно, потому что они представляют, повидимому, сниженный до уровня моря под влиянием холодного морского климата субальпийский пояс гор. Сказанное справедливо и по отношению к подзонам безлесных тундр, где аналогом западных лесных остров и кустарников приходится считать разреженные заросли *Betula Middendorffii*, *Alnus fruticosa* и *Pinus pumila*. Подзоне кустарниковых тундр соответствует узкая полоса вдоль побережья Берингова моря.

12) Провинция Коряцких гор. Горная страна к северу от Камчатского перешейка с сильно изрезанным рельефом. Средняя высота гор равна 400—800 м, но отдельные вершины достигают 1000 м. К Берингову морю горы несколько снижаются. Растительность их неизвестна. Можно только сказать, что в южной части хорошо развит субальпийский пояс из *Pinus pumila* и других кустарников. Он деградирует к северу. По склонам гор на Камчатском перешейке встречаются также заросли *Betula Ermani*.

#### СПИСОК УПОМЯНУТОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреев, В. Н. Кормовые ресурсы оленеводства в западной части Большеземельской тундры... Олени пастбища Северного края. Сборн. II, Ленингр., 1933, стр. 119—184. Карта.
- — Подзоны тундры Северного края. Природа, 1932, № 10, стр. 889—906.
- — Растительность тундры Северного Канина. Олени пастбища Северного края. Сборн. Архангельск, 1931, стр. 5—85. Карта.
- — Типы тундр запада Большой земли. Акад. Наук СССР. Тр. Ботан. муз., XXV, 1932, стр. 121—268.
- Ануфриев, Г. И. О болотах Кольского полуострова. Работы, организ. Географ. инст. в 1920 г. Кольск. почв.-бот. отр. Сев. научн.-пром. экспед., III, 1922, 80 стр.
- Берг, Л. С. Ландшафтно-географические зоны СССР, I. Прил. 42-е к Тр. по прикл. бот., ген. и селекц., 1930, 401 стр.
- Бирюля, А. Очерки из жизни птиц полярного побережья Сибири. Зап. Имп. Акад. Наук, VIII сер., по физ.-мат. отд., XVIII, № 2, 1907, XXXVI, 157 стр.
- Городков, Б. Н. Безлесные тундры. Природа, 1929, № 3, стр. 219—240.
- — Вечная мерзлота в Северном крае. Акад. Наук СССР. Тр. Сов. по изуч. произв. сил. Сер. северная, I, 1932, 109 стр.
- — Вечная мерзлота и растительность. Сборн. Вечная мерзлота. Акад. Наук СССР. Ком. по изуч. естеств. произв. сил. Союза, Матер., № 80, 1930, стр. 135—156.

- Городков, Б. Н. Естественные пастбищные угодья тундровой зоны ДВК. Советское оленеводство, 2, 1933, стр. 119—164.
- — Крупнобугристые торфяники и их географическое распространение. Природа, 1928, № 6, стр. 599—601.
- — Опыт деления Западно-Сибирской низменности на ботанико-географические области. Ежег. Тобольск. губ. муз., XXVII, 1916, стр. 1—56. Карта.
- — Почвы Гыданской тундры. Акад. Наук СССР, Тр. Полярн. комисс., 7, 1932, стр. 1—78.
- Григорьев, А. А. Вечная мерзлота и древнее оледенение. Сборн. Вечная мерзлота. Акад. Наук СССР. Ком. по изуч. естеств. произв. сил Союза, Матер., № 80, 1930, стр. 43—104.
- — О некоторых подходах к изучению леса с географической точки зрения. Лес, его изучение и использование. Акад. Наук СССР, Ком. по изуч. естеств. произв. сил Союза, Матер., № 72, 1928, стр. 1—18.
- — Полярная граница древесной растительности в Большеземельской и некоторых других тундрах... Землеведение, XXVI, вып. I—II, 1924, стр. 72—92.
- Гризбах, А. Растительность земного шара, пер. А. Бекетова, I, 1874, СПб., XII + 575 стр.
- Дедов, А. А. Летние олени пастбища восточной части Малоземельской тундры. Олени пастбища Северного края, Сборн. II, Ленинград, 1933, стр. 53—118.
- — Материалы к характеристике кормовой площади Таймырского округа. Советское оленеводство, 2, 1933, стр. 7—46.
- Драницын, Д. А. О некоторых зональных формах рельефа крайнего севера. Почвоведение, XVI, № 4, 1914, стр. 21—68.
- Еленкин, А. А. Лишайники полярного побережья Сибири. Зап. Имп. Акад. Наук, сер. VIII, по Физ.-мат. отд., XXVII, № 1, 1909, 53 стр.
- Докторовский, В. С. Торфяные болота. М.—Л., 1932, 192 стр.
- Житков, Б. М. Полуостров Ямал. Зап. Имп. Русск. геогр. общ. по общ. геогр., XLIX, 1913, X + 349 стр.
- Зубков, А. И. К вопросу об изменении климата на севере Сибири в послеледниковое время. Акад. Наук СССР, Тр. Полярн. комисс., 5, 1931, стр. 31—36.
- — Тундры Гусиной Земли. Акад. Наук СССР, Тр. Ботан. муз., XXV, 1932, стр. 57—99.
- Иванов, И. М. О почвенных образованиях ледяной зоны. Тр. Аркт. инст., XII, 1933, стр. 183—202.
- Иванов, Л. А. Солнечная энергия и ее использование растением. Научное слово, 1929, № 3, стр. 29—44.
- Игошина, К. Н. Ботаническая и хозяйственная характеристика оленьих пастбищ в районе Обдорской зональной станции. Советское оленеводство, I, 1934, стр. 165—205.
- Каминский, А. А. Климатические области Восточной Европы в связи с распространением лесов. Тр. по лесн. опытно. делу в России, LXIV, 1924, 42 + 1 стр.

- Каминский, А. А. Материалы по климатологии северного побережья Азии. Акад. Наук СССР, Тр. Комисс. по изуч. Якутск. авт. сов. соц. респ., V, 1928, LXXVI+221 стр.
- Кац, Н. Я. О типах олиготрофных сфагновых болот Европейской России и их широтной и меридиональной зональности. Тр. Ботан. научн.-исслед. инст. при Физ.-мат. фак. I Московск. Гос. унив., 1928, 60 стр.
- Керцелли, С. В. По Большеземельской тундре с кочевниками. Архангельск, 1911.
- Комаров, В. Л. Введение в изучение растительности Якутии. Акад. Наук СССР. Тр. Комисс. по изуч. Якутск. авт. сов. соц. респ., I, 1926, X+183 стр., 2 карты.
- Корчагин, А. А. Об основных понятиях тундроведения. Советская ботаника, 1933, № 2, стр. 67—74.
- Крылов, П. Н. Очерк растительности Сибири. Статистико-экономические бюллетени, Томск, 1919, № 17, стр. 1—24.
- Кузнецов, Н. И. „Лайды“ в низовьях реки Енисея, их строение, образование и место в классификационной схеме болотно-лесных образований. Акад. Наук СССР. Тр. Полярн. комисс., 12, 1932, 40 стр. Карта.
- — Растительность Енисейской лесотундры. Предв. отчет о ботан. исслед. в Сибири и в Туркестане в 1914 г. Изд. Пересел. управл. Петроград, 1916, стр. 1—29.
- Лавренко, Э. М. Про деякі взаємовідношення між арктичною та степовою флорою протягом четвертинного періоду. Четвертинний період, 1933, стр. 77—98.
- Лопатин. Дневник Туруханской экспедиции 1866 г. Зап. Имп. Русск. геогр. общ. по общ. геогр., XXVIII, № 2, 1897.
- Ливеровский, Ю. А. Геоморфология и четвертичные отложения северных частей Печорского бассейна. Акад. Наук СССР, Тр. Геоморф. инст., 7, 1933, стр. 5—73.
- — Почвы тундр Северного края. Акад. Наук СССР. Тр. Полярн. комисс., 19, 1934, 112 стр.
- Миддендорф, А. Путешествие на север и восток Сибири, ч. I, 1860—1867, СПб., 758 стр.
- Овсянников, В. Ф. Поездка в долину р. Анадырь летом 1929 г. Зап. Владивост. отд. Гос. Русск. геогр. общ., V (XXII), 1930, стр. 41—119.
- Орловский, П. Н. К вопросу о северном торфе. Вести. Торфян. дела, 1929, № 3, стр. 87—89.
- Перфильев, И. А. Материалы к флоре островов Новой Земли и Колгуева. Архангельск, 1928, 73 стр.
- Поле, Р. Программы для ботанико-географического исследования тундры. Прогр. для бот.-геогр. исслед., 2, 1910, СПб., стр. 29—65.
- Ревердатто, В. В. Растительность Сибирского края. Новосибирск, 1931, 174 стр.
- Самбук, Ф. В. Пастбищные угодия первого ненецкого оленеводческого колхоза. Оленьи пастбища Северного края. Сборн. II, Ленинград, 1933, стр. 9—52. Карта.
- — Печорские леса. Акад. Наук СССР. Тр. Ботан. муз., XXIV, 1932, стр. 63—250.

- Самбук, Ф. В. и Делов, А. А. Подзоны Припечорских тундр. Тр. Ботан. инст. Акад. Наук СССР. Геоботаника, I, 1934, стр. 29—52.
- Сочава, В. Б. Естественные кормовые угодия тундровой зоны Якутии. Советское оленеводство, 2, 1933, стр. 47—118.
- К истории флоры южной части азиатской Берингии. Ботанич. журнал СССР, 18, 1933, стр. 278—286.
- Некоторые основные понятия и термины тундроведения. Журн. Русск. ботан. общ., XVI, № 1, 1931, стр. 125—135.
- О пределе лесов на крайнем северо-востоке Азии. Природа, 1929, № 12, стр. 1070—1072.
- По тундрам бассейна Пенжинской губы. Изв. Гос. Геогр. общ., LXIV, вып. 4—5, 1932, стр. 1—24.
- Пределы лесов в горах Ляпинского Урала. Акад. Наук СССР, Тр. Ботан. муз., XXII, 1930, стр. 1—47.
- Растительные ассоциации Анабарской тундры. Ботан. журн. СССР, 19, 1934, стр. 264—304.
- Тундры бассейна реки Анабары. Изв. Гос. Геогр. общ., LXV, вып. 4, 1933, стр. 340—364. Карты.
- Сукачев, В. Н. К вопросу об изменении климата и растительности на севере Сибири в послетретичное время. Метеорол. вестн., 1922, № 1—4, стр. 25—43.
- К вопросу о ближайших задачах изучения растительности Кольского пол-ва. Работы, организ. Геогр. инст. в 1920 г. Кольск. почв.-ботанич. отряда Сев. научн.-пром. экспед., I, 1921, 26 стр.
- Реферат книги Танфильева: Пределы лесов в Полярной России. Тр. Ботан. сада Имп. Юрьевск. унив., XIII, 1912, стр. 42—44.
- Танфильев, Г. И. Пределы лесов в Полярной России. Одесса, 1911, 286 стр.
- Толмачев, А. И. О происхождении тундрового ландшафта. Природа, 1927, № 9, стр. 695—718.
- О распространении древесных пород и о северной границе лесов в области между Енисеем и Хатангой. Акад. Наук СССР, Тр. Полярн. комисс., 5, 1931, стр. 1—29.
- Флора центральной части восточного Таймыра, I. Акад. Наук СССР, Тр. Полярн. комисс., 8, 1932, 126 стр.
- Траутфеттер, Р. О растительно-географических округах Европейской России. Естественная история губерний Киевского учебного округа. Ботаника. Часть географическая. Киев, 1851, 20 стр. Карта.
- Урванцев, Н. Н. Четвертичное оледенение Таймыра. Акад. Наук СССР, Бюлл. Комисс. по изуч. четверт. пер., № 3, 1931, стр. 23—42.
- Цинзерлинг, Ю. Д. География растительного покрова северо-запада Европейской части СССР. Акад. Наук СССР, Тр. Геоморф. инст., 4, 1932, IV + 377 стр.
- Шостакович, В. Б. Материалы по климату Якутской республики и сопредельных с ней частей северной Азии. Акад. Наук СССР, Тр. Комисс. по изуч. Якутск. авт. сов. соц. респ., VI, 1927, 156 стр. Атлас из 25 карт.

- Almquist, E. Lichenologische Beobachtungen an der Nordküste Sibiriens, Die wissenschaftl. Ergebnisse der Vega-Expedition, Leipzig, I, 1883, SS. 50—74.
- Baer, Végétation et climat de Novaïa-Zemlia. Bullet. scientifique publié par l'Acad. Imp. des sciences de S.-Petersb., III, 1838, pp. 171—192.
- Braun, J. Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepon-tischen Alpen. Neue Denkschr. der Schweizer. Naturforsch. Gesellschaft., XLVIII, 1913.
- Brockmann-Jerosch, H. Baumgrenze und Klimacharakter. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme, 6, 1919, Zürich, 255 SS.
- Du Rietz, G. E. Studier över vinddriften på snöfält i de skandinaviska fjällen. Botaniska Notiser, 1931, pp. 31—44.
- Fries, Th. Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Akade-mische Abhandlung, Uppsala, 1913, VIII + 361 SS.
- Gerassimow, D. A. Die Sphagnum-Moose des Urals und Westsibiriens. Beihefte z. Botan. Centralblatt, LII, Abt. B, H. 2, SS. 209—230.
- Hein, L. Die polare Waldgrenze in Europa. Beihefte z. Botanischen Cent-ralblatt, XLIX, II, 1932, SS. 677—705.
- Kihlman, A. O. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta Soc. pro fauna et flora fennica, VI, № 3, 1890, VIII + 264 + XXIV SS.
- Kjellman, F. R. Über den Pflanzenwuchs an der Nordküste Sibiriens. Die wissenschaftl. Ergebnisse der Vega-Expedition, Leipzig, I, 1883, SS. 80—93.
- Kurtz, F. Die Flora der Tschuktschenhalbinsel. Botan. Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, XIX, 1895, SS. 432—493.
- Lippmaa, Th. Pflanzenökologische Untersuchungen aus Norwegisch- und Finnisch-Lappland. Acta et commentationes Universit. Tartuensis, A, XV, 6, 1929, 146 SS.
- Meyer, A. Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa. Chemie der Erde, II, 1926, SS. 209—347.
- Michaelis, P. Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze. Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, 80, 1934, SS. 169—247, 337—362.
- Nehring, A. Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. Berlin, 1890, VIII + 257 SS.
- Okada, Y. On the So-called Tundra-Formation of North Saghalien. The Bo-tanical Magazine, Tokyo, XXXVIII, 1924, pp. 76—83.
- Pohle, R. Beiträge zur Kenntnis der westsibirischen Tiefebene. Zeitschrift der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin, 1918, № 1/2, SS. 1—48; 1919, № 9/10, SS. 395—442.
- — Wald- und Baumgrenze in Nord-Russland. Zeitschrift der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin, 1917, № 4, SS. 205—229.
- Ramsay, W. Beiträge zur Geologie der recenten und pleistocänen Bildun-gen der Halbinsel Kanton. Fennia, 21, № 7, 1903—1904, SS. 1—66.
- Roder, K. Die polare Waldgrenze. Dresden, 1895, 92 SS.
- Samuelsson, C. Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemässigten Erdteilen. Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala, XX, 1927, SS. 57—230.

- Schmidt, F. Reisen im Amur-Lande und auf der Insel Sachalin. Mémoires de l'Acad. Imp. des sciences de St.-Pétersb., VII sér., XII, № 2, 1868, 227 SS. Kapra.
- — Wissenschaftliche Resultate der zur Aufsuchung eines angekündigten Mammuthcadavers... ausgesandten Expedition. Mém. de l'Acad. Imp. des sciences de St.-Pétersb., VII sér., XVIII, № 1, 1872.
- Schrenk, A. G. Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands. Dorpat, I, 1848, XLIV + 730 SS.; II, 1854, 568 SS.
- Soczawa, V. Das Anadyrgebiet. Zeitschrift. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1930, 7/8, SS. 241—263.
- Sommier, S. Un'estate in Siberia. Firenze, 1885, VIII + 634 pp.
- Wigge, K. Die Tundra als Landschaftsform. Köln, 1927, 256 SS.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ РАСТЕНИЙ

### Водоросли

- Anabaena flos aquae* Breb.—47.  
*Phyllophora interrupta* J. Ag.—47.  
*Polysiphonia arctica* J. Ag.—47.  
*Rhodomela tenuissima* Kjellm.—47.  
*Sphaerella nivalis* Somm.—47, 111.  
*Trentepohlia jolithus* Wallr.—111.

### Лишайники

- Alectoria chalybeiformis* Röhl.—37, 77.  
*A. nigricans* Nyl.—66, 77.  
*A. ochroleuca* Ehrh.—36, 62, 66, 72, 73, 74, 77, 78, 110, 112, 113.  
*Bryopogon divergens* Elenk. et Sav.—62, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 110.  
*Cetraria chrysantha* Tuck.—65.  
*C. crispa* Nyl.—62, 64, 68, 75, 76.  
*C. cucullata* Ach.—36, 51, 55, 62, 64, 68, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 96, 97, 98, 102, 112.  
*C. hlascens* Th. Fr.—84.  
*C. islandica* Ach.—56, 61, 77, 83, 84, 88, 96.  
*C. nivalis* Ach.—36, 51, 56, 65, 74, 77, 96, 97, 103.  
*C. Tilesti* Ach.—66.  
*Cladonia alpestris* Rab.—36, 50, 74, 84.  
*C. amaurocraea* Schaer.—68, 74, 83.  
*C. coccifera* Willd.—36, 61.  
*C. deformis* Hoffm.—96.  
*C. gracilis* Willd.—36, 50, 55, 56—57, 61, 64, 71, 75, 83, 98, 102.  
*C. pleurota* Flk.—75.  
*C. rangiferina* Web.—36, 54, 56, 65, 68, 71, 74, 78, 84, 96, 98, 102.

- C. sylvatica* Hoffm.—36, 54, 55, 56, 61, 65, 68, 71, 74, 76, 83, 84, 88, 96, 98, 102.  
*C. uncialis* Hoffm.—56, 74, 76.  
*Cornicularia tenuissima* Zahlb.—77.  
*Dufourea arctica* Hook.—64, 65, 75, 102.

*Gyrophora*—111.

*Lecidea*—111.

*Nephroma arcticum* Th. Fr.—54, 55, 57, 83.

*Ochrolechia tartarea* Mass.—65, 66, 96.

*Peltigera aphthosa* Hoffm.—38, 55, 61, 83.

*Pertusaria*—96.

*Rhizocarpon*—111.

*Sphaerophorus globosus* Huds.—56, 66, 74, 75, 76.

*Stereocaulon alpinum* Laur.—61, 62, 65.

*S. paschale* Fr.—36, 56, 74, 75, 84.

*Thamnomia vermicularis* Ach.—61, 62, 65, 66, 76, 103.

### Мхи

*Aulacomnium palustre* Schwaegr.—38, 55, 82.

*A. turgidum* Schwaegr.—38, 55, 56, 58, 61, 65, 66, 68, 70—71, 75, 82.

*Calliergon*—91.

*Calliergon cordifolium* Kindb.—96, 97.

*C. Richardsonii* Kindb.—99, 100.

*C. sarmentosum* Kindb.—97, 99, 100.

*Calliergon stramineum*, Kindb.—96, 99, 100.  
*Camptothecium trichoides* Broth.—58, 59, 61, 66, 71, 83.  
*Dicranum angustum* Lindb.—55, 78.  
*D. congestum* Brid.—56, 64, 65, 84, 95.  
*D. elongatum* Schleich.—57, 58, 59, 61, 65, 66, 68, 71, 75, 76, 78, 84, 95, 98, 102.  
*Distichium montanum* Hag.—63.  
*Ditrichum flexicaule* Hamp.—63.  
*Drepanocladus*—91.  
*Drepanocladus exannulatus* Warnst.—68, 96, 97, 99, 100.  
*D. revolvens* Warnst.—100.  
*D. Sendtneri* Warnst.—100.  
*D. uncinatus* Warnst.—57, 61, 62, 65, 66, 82, 84.  
*D. vernicosus* Warnst.—97, 99, 101.  
*Gymnocolea inflata* Dum.—57.  
*Hylocomium proliferum* Lindb.—36, 38, 42, 50, 55, 56, 58, 59, 61, 64, 65, 66, 71, 82, 88.  
*Mnium affine* Bland.—82.  
*Oncophorus Wahlenbergii* Brid.—64, 65.  
*Paludella squarrosa* Brid.—96.  
*Pleurozium Schreberi* Mitt.—36, 38, 50, 54, 55.  
*Polytrichum alpinum* L.—62, 65, 76, 102.  
*P. commune* L.—36, 38, 40, 54, 55, 83.  
*P. hyperboreum* R. Br.—64, 75, 76, 77, 84.  
*P. Jensenii* Hag.—68, 96, 97, 102.  
*P. juniperinum* Willd.—55, 61.  
*P. piliferum* Schreb.—36, 75.  
*P. strictum* Banks.—38, 54, 55, 57, 58, 65, 68, 76, 82—83, 95, 98.  
*Ptilidium ciliare* Hamp.—36, 50, 55, 58, 59, 64, 65, 71.  
*Ptilium crista castrensis* De Not.—42.  
*Rhacomitrium canescens* Brid.—62.  
*R. hypnoides* Lindb.—62, 65, 66, 75, 109.  
*Rhytidium rugosum* Kindb.—58, 65, 88.

*Sphagnum acutifolium* Russ. et Warnst.—54.  
*S. angustifolium* C. Jens.—96.  
*S. balticum* Russ.—68, 70, 84, 96, 97, 98.  
*S. capillifolium* Dz. et Molk. (= *S. fimbriatum* Wils.)—97.  
*S. compactum* DC.—57, 78, 97.  
*S. fimbriatum* Wils.—97, 102.  
*S. fuscum* Schreb.—91, 96, 98.  
*S. Girgensohnii* Russ.—70, 83, 98.  
*S. lenense* Lindb.—68, 70, 84, 91, 98, 102.  
*S. Lindbergii* Schpr.—96, 97.  
*S. medium* Limpr.—91, 96.  
*S. obtusum* Warnst.—99, 101.  
*S. squarrosum* Pers.—83, 91, 101.  
*S. subsecundum* Nees—91, 99.  
*S. teres* Angst.—91.  
*S. Warnstorffii* Russ.—59, 68, 70, 78, 91, 98, 102.  
*Sphenolobus minutus* Steph.—78.  
*Thuidium abietinum* Br. eur.—88.  
*Webera cruda* Bruch.—62.

#### Папоротникообразные и голосемянные

*Equisetum arvense* L.—42, 43, 46, 77, 82, 86, 88, 90.  
*E. sylvaticum* L.—40.  
*Juniperus sibirica* Burkh.—37, 108.  
*Larix dahurica* Turcz.—42, 70, 108.  
*L. sibirica* Ldb.—42, 107.  
*Lycopodium annotinum* L.—82.  
*Picea obovata* Ldb.—37, 107.  
*Pinus pumila* Rgl.—55, 81, 83, 90, 113, 115, 124, 131.

#### Покрытосемянные

*Achillea millefolium* L.—86.  
*Aconitum delphinifolium* DC.—42.  
*Agropyrum macrourum* Drob.—47.  
*Allium lineare* L.—116.  
*A. sibiricum* Willd.—104.  
*Alnus fruticosa* Rupr.—33, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 55, 69, 79, 81, 83, 84, 90, 108, 112, 113, 115, 124, 131.



- Alopecurus alpinus* L.—46, 61, 62, 63, 64, 65, 77, 90.  
*A. pratensis* L.—86.  
*Alsine arctica* Fenzl.—66.  
*A. macrocarpa* Fenzl.—65, 77.  
*Ammodenia peploides* Rupr.—46.  
*Andromeda polifolia* L.—96.  
*Anemone Richardsonii* Hook.—87.  
*Anthoxanthum odoratum* L.—86.  
*Archangelica decurrens* Ldb.—82.  
*Arenaria graminifolia* Schrad.—49.  
*Arctagrostis latifolia* Gris.—63, 64, 75.  
*Arctophila fulva* And.—44, 46, 51, 91.  
*Arctostaphylos alpina* Spr.—36, 38, 51, 56, 57, 65, 66, 75, 77, 84.  
*A. uva ursi* Spr.—36.  
*Armeria sibirica* Turcz.—77.  
*Artemisia glomerata* Ldb.—66, 75.  
*A. Tilesii* Ldb.—77, 90.  
*A. trifurcata* Steph.—66.  
*Aster tripolium* L.—46.  
*Astragalus*—49.  
*Astragalus arcticus* Bge.—77, 87.  
*A. umbellatus* Bge.—63.  
*Atropis maritima* Richt.—46.  
  
*Betula Cajanderi* Suk.—33, 42, 43.  
*B. Ermani* Cham.—131.  
*B. exilis* Suk.—37, 38, 40, 42, 44, 55, 69, 78, 81, 98, 102, 125.  
*B. fruticosa* Pall.—42, 54.  
*B. Kusmischeffii* Suk.—31, 37, 41, 107, 113.  
*B. Middendorffii* Tr. et Mey.—42, 54, 55, 69, 81, 83, 90, 113, 114, 124, 131.  
*Betula nana* L.—37, 38, 40, 41, 42, 44, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 65, 71, 75, 81, 96, 98, 112, 125.  
*B. pubescens* Ehrh.—43.  
*B. tortuosa* Ldb.—31, 37, 40, 42, 43, 107, 108.  
*Bromus Richardsonii* Link.—42.  
*B. sibiricus* Drob.—116.  
*Bupleurum triradiatum* Adans.—66.  
  
*Calamagrostis deschampsoides* Trin.—46.  
*C. groenlandica* Kunth—46, 76, 78, 85.  
*C. Langsdorffii* Trin.—42, 43, 44, 116.  
  
*C. monticola* Petr.—116.  
*C. neglecta* PB.—55.  
*Caltha palustris* L.—96, 101.  
*Campanula rotundifolia* L.—77.  
*Carex appendiculata* Kük.—44.  
*C. aquatilis* Wbg.—44, 82, 96.  
*C. chordorrhiza* Ehrh.—96, 99, 101.  
*C. cryptocarpa* CAM.—47.  
*C. globularis* L.—38, 55, 56, 82, 84.  
*C. gynocrates* Wormsk.—99.  
*C. Lachenalii* Schkuhr—86.  
*C. limosa* L.—96.  
*C. melanocarpa* Cham.—65.  
*C. misandra* R. Br.—60, 66.  
*C. rariflora* Sm.—46, 96, 97, 99, 101.  
*C. rigida* Good.—55, 56, 58, 60, 61, 64, 65, 71, 75, 78.  
*C. rotundata* Wbg.—96, 97, 101.  
*C. rupestris* All.—63.  
*C. salina* Wbg.—46.  
*C. scirpoidea* Michx.—87.  
*C. Soczavaeana* Gorodk.—66, 68, 69, 75.  
*C. stans* Drej.—46, 60, 78, 82, 91, 97, 98, 99, 101, 102.  
*C. subspathacea*—46.  
*C. supina* Wbg.—49.  
*C. wiluica* Meish.—44.  
*Cassiope tetragona* D. Don—37, 38, 63, 66, 67, 75, 78.  
*Catabrosa algida* Fr.—61.  
*Cerastium maximum* L.—49.  
*Chrysanthemum arcticum* L.—46.  
*Chrysosplenium alternifolium* L.—82.  
*Cirsium heterophyllum* All.—82.  
*Claytonia tuberosa* Pall.—104.  
*Cochlearia arctica* Schlecht.—46, 90.  
*Comarum palustre* L. 96, 99, 101.  
*Cornus suecica* L.—38, 41, 88.  
  
*Delphinium elatum* L.—82.  
*Deschampsia alpina* Roem. et Schult.—56, 86.  
*D. arctica* Schischk.—61, 90.  
*D. flexuosa* Trin.—36, 86.  
*Dianthus repens* Willd.—90.  
*Diapensia lapponica* L.—63, 66, 67, 78.  
*Dicentra peregrina* Fedde—66.  
*Draba alpina* L.—62.

- Draba dahurica* N. Busch—87.  
*D. fladnizensis* Wulf—65.  
*D. glactalis* Adams—86.  
*D. hirta* L.—86, 90.  
*Dryas octopetala* L.—59, 88.  
*D. punctata* Juz.—58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67.  
*Dupontia Fisheri* R. Br.—46, 101, 102.  
  
*Elymus mollis* Trin.—46.  
*E. villosissimus* Scrib.—116.  
*Empetrum nigrum* L.—36, 38, 51, 55, 56, 65, 67, 75, 77, 88, 96.  
*Epilobium angustifolium* L.—42.  
*Eriophorum angustifolium* Roth—59, 60, 68, 71, 76, 82, 85, 91, 96, 99, 101.  
*E. medium* And.—46.  
*E. russeolum* Fr.—97, 99, 101.  
*E. vaginatum* L.—59, 60, 68, 69, 70, 71, 78, 84, 96, 98.  
*Eritrichium villosum* Bge—62.  
*Erysimum hieracifolium* L.—49.  
  
*Festuca altaica* Trin.—42, 88.  
*F. brevifolia* R. Br.—63, 65, 86.  
*F. kolymensis* Drob.—116.  
*E. rubra* L.—46, 77.  
*F. supina* Schur.—36, 55, 75, 82, 88, 90.  
  
*Galium boreale* L.—42.  
*G. verum* L.—49, 90.  
*Gentiana glauca* Pall.—87.  
*Geranium albiflorum* Ldb.—88.  
*G. sylvaticum* L.—41, 86, 88.  
*Geum rivale* L.—82.  
*Gnaphalium supinum* L.—86.  
*Gymnandra Stelleri* Cham. et Schlecht.—60, 86, 87.  
  
*Hedysarum obscurum* L.—88.  
*Hieracium alpinum* L.—86.  
*Hierochloa alpina* Roem. et Schult.—36, 63, 65, 67, 75.  
*H. pauciflora* R. Br.—99, 101.  
*Hippuris vulgaris* L.—47, 91.  
  
*Juncus biglumis* L.—65.  
*J. castaneus* Sm.—65.  
  
*Ledum decumbens* Lodd.—51, 65, 69, 75, 78, 84, 98.  
*L. palustre* L.—38, 40, 54, 55, 56, 96, 125.  
*Lloydia serotina* Rchb.—88, 104.  
*Lonicera altaica* Pall.—40.  
*Luzula arctica* Blytt—64, 102.  
*L. confusa* Lindeb.—61, 65, 67, 75, 78, 102.  
*L. unalaschensis* (Buch.)—87.  
*L. Wahlenbergii* Rupr.—102.  
*Lychnis sibirica* L.—49.  
  
*Matricaria ambigua* Ldb.—46.  
*Melandryum affine* Vahl—90.  
*Melica nutans* L.—41.  
*Menyanthes trifoliata* L.—96.  
*Merckia physodes* Fisch.—46.  
*Mertensia maritima* G. Don—46.  
*Millium effusum* L.—41.  
*Myosotis alpestris* Schmidt—62, 86.  
*M. palustris* With.—82.  
  
*Nardosmia frigida* Hook.—55, 59, 82, 101.  
*N. Gmelini* Hook.—65.  
*Nardus stricta* L.—86.  
*Nuphar pumilum* Sm.—47.  
*Nymphaea tetragona* Georgi—47.  
  
*Oxyria digyna* Hill.—61, 86.  
*Oxytropis*—49, 88.  
*Oxytropis alpicola* Turcz.—116.  
*O. nigrescens* Bge—66.  
*O. sordida* Tr.—88.  
  
*Pachypleurum alpinum* Ldb.—86, 87.  
*Papaver radiculatum* Rottb.—62, 63, 65, 77.  
*Parnassia Kotzebouei* Cham. et Schl.—87.  
*Parrya nudicaulis* Rgl.—63, 65, 66, 75.  
*Pedicularis hirsuta* L.—75.  
*P. lanata* Pall.—66.  
*P. Oederi* Vahl—65, 88.  
*P. sudetica* Willd.—82, 87, 99.  
*Pirola grandiflora* Radius—82.  
*P. incarnata* Fisch.—42.  
*P. minor* L.—82.

- Plantago Schrenkii* C. Koch—46.  
*Poa alpigena* Lindm.—46, 62, 77, 86, 102, 116.  
*P. alpina* L.—86.  
*P. arctica* R. Br.—59, 65, 85, 86.  
*P. botryoides* Trin.—116.  
*Polemonium acutiflorum* Willd.—82.  
*P. lanatum* Pall.—77, 86.  
*Polygonum bistorta* L.—56, 60, 82, 86.  
*P. Laxmanni* Lepech.—77.  
*P. Pawlowskianum* Glehn—37, 75, 78.  
*P. viviparum* L.—59, 60, 65, 71, 82, 85, 86, 87, 88.  
*Populus suaveolens* Fisch.—33, 42.  
*Potamogeton alpinus* Balb.—47.  
*P. natans* L.—47.  
*Potentilla emarginata* Pursh—77.  
*P. fragiformis* Willd.—66.  
*P. stipularis* L.—77.  
*Pyrethrum bipinnatum* Willd.—51, 77, 86, 90.  
*Ranunculus borealis* Tr.—86.  
*R. Gmelini* DC.—47.  
*R. hyperboreus* Rottb.—47.  
*R. monophyllos* Ovcz.—82.  
*R. nivalis* L.—61, 66, 86.  
*R. Pallasi* Schl.—91.  
*R. pygmaeus* Wbg.—86.  
*Rhododendron chrysanthum* Pall.—84.  
*R. kamtschaticum* Pall.—66, 75.  
*R. parvifolium* Adans.—75.  
*Ribes glabellum* Hedl.—42.  
*R. triste* Pall.—42.  
*Rosa acicularis* Lindl.—40, 42.  
*Rubus arcticus* L.—42, 82.  
*R. chamaemorus* L.—59, 71, 82, 96, 98, 102.  
*Rumex graminifolius* Lam.—77.  
*Salix arctica* Pall.—63.  
*S. baicalensis* Turcz.—44, 81, 115.  
*S. Chamissonis* And.—84, 87.  
*S. cuneata* Turcz.—63, 66.  
*S. dasyclados* Wimm.—43.  
*S. fuscescens* And.—75.  
*S. glandulifera* Flod.—43, 81, 110.  
*S. glauca* L.—43, 44, 54, 55, 56, 58, 81, 110.  
*S. Gmelini* Pall.—43.  
*S. hastata* L.—43, 44, 110.  
*S. herbacea* L.—56, 76, 84, 86.  
*S. lanata* L.—44, 58, 64, 81, 84, 110.  
*S. lapponum* L.—38, 43, 54, 81.  
*S. macrolepis* Turcz.—33, 42.  
*S. myrsinites* L.—81.  
*S. parallelinervis* Flod.—43, 44, 115.  
*S. phylicifolia* L.—38, 43, 54, 58, 81, 110.  
*S. pirolifolia* Ldb.—44.  
*S. polaris* Wbg.—59, 61, 64, 65, 76, 82, 85, 102.  
*S. pulchra* Cham.—44, 55, 58, 60, 66, 69, 81, 84, 86, 110, 115.  
*S. reptans* Rupr.—44, 58, 66, 77, 81, 84, 101, 102.  
*S. reticulata* L.—59, 60, 88.  
*S. rotundifolia* Tr.—65, 75, 77.  
*S. sachalinensis* F. Schmidt—43.  
*Saussurea pygmaea* Spr.—116.  
*Saxifraga bronchialis* L.—75.  
*S. caespitosa* L.—62.  
*S. cernua* L.—86.  
*S. comosa* Fellm.—102.  
*S. hieracifolia* Wald. et Kit.—102.  
*S. oppositifolia* L.—62, 63.  
*S. punctata* L.—63, 102.  
*Scirpus caespitosus* L.—96.  
*Sedum rhodiola* DC.—88.  
*Senecio pseudo-arnica* Less.—46.  
*S. subfrigidus* Kom.—87.  
*S. taimyrensis* (Herd.)—76, 102.  
*Sibbaldia procumbens* L.—86.  
*Stevensia glacialis* R. Br.—62, 66, 67.  
*Silene acaulis* L.—62, 67.  
*Sisymbrium junceum* MB.—49.  
*S. sophioides* Fisch.—90.  
*Solidago virga aurea* L.—41, 86.  
*Sparganium hyperboreum* Laest.—47.  
*Spiraea betulifolia* Pall.—84.  
*S. salicifolia* L.—42.  
*Stellaria humifusa* Rottb.—46.  
*S. peduncularis* Bge.—88.  
*Taraxacum ceratophorum* Ldb.—88.  
*Thalictrum alpinum* L.—88.  
*Trientalis europaea* L.—82.  
*Triglochin palustre* L.—46.

- setum subspicatum PB.—90.  
Trollius asiaticus L.—88.  
T. europaeus L.—88.  
T. membranostylus Hulten—87.  
Vaccinium myrtillus L.—36, 38, 41.  
V. uliginosum L.—36, 38, 42, 50, 51,  
54, 55, 56, 59, 65, 69, 75, 82, 84, 96.  
V. vitis idaea L.—36, 55, 56, 59, 65,  
67, 69, 71, 75, 78, 84, 88, 96, 98.  
Valeriana capitata Pall.—86.  
Veratrum Mischae Loes f.—82, 86.  
Veronica longifolia L.—82.  
Vicia multicaulis Ldb.—116.  
Viola biflora L.—86.
-