

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФЛОРЕ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ УРАЛА

(МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ
УРАЛА, ВЫП. 3)

*Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Уральского филиала АН СССР*

Ответственный редактор **П. Л. Горчаковский**

С. Г. ШИЯТОВ

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ НА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ДРЕВЕСНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

В условиях Крайнего Севера и высокогорий снежный покров оказывает большое влияние на жизнедеятельность растений (Миддендорф, 1867; Городков, 1935; Рихтер, 1948; Тихомиров, 1956; Александрова, 1961; Яшина, 1965 и др.). Его мощность и физические свойства во многом определяют распределение растений, их продуктивность, внешний облик, ритм роста и развития. В этих районах наиболее ярко проявляется двойственная роль снежного покрова: положительная (защитная) и отрицательная (сокращение продолжительности вегетационного периода).

Если по отношению к тундровой растительности роль снежного покрова более или менее изучена, то по отношению к притундровым и подгольцовым редколесьям этот вопрос до сих пор не освещен. Имеются лишь отдельные высказывания, касающиеся в основном влияния снежного покрова на внешнюю форму надземных органов древесных растений. Изучение взаимосвязей в большинстве случаев велось с целью определения влияния древесной растительности на мощность снежного покрова. В высокогорьях Урала такого рода работы проводились Л. Д. Долгушиным (1940), П. Л. Горчаковским (1954, 1959), А. О. Кеммерих (1957). Этими исследованиями была показана большая водоохранно-защитная роль подгольцовых редколесий и криволесий, где отлагается снег, сдуваемый с безлесных вершин гор. В последнее время изучением снежного покрова в высокогорьях Полярного Урала много занимались гляциологи (Ходаков, 1961, 1962).

В течение 1960—1962 гг. нами изучалась верхняя граница леса на восточном склоне Полярного Урала в бассейне р. Соби. Значительное внимание уделялось роли снежного покрова в распространении, возобновлении, росте и фенологическом развитии древесных растений. Основные наблюдения за характером распределения, интенсивностью таяния, временем схода, структурой и некоторыми физическими свойствами снежного покрова были проведены на профиле, заложенном поперек верхней границы леса (в 4 км к востоку от горы Черной, высота 300 м). Профиль начинался несколько выше границы леса и проходил через полосу подгольцовых лиственничных редколесий. Протяженность его составила 820 м, площадь — 5,87 га. Он был разбит на квадраты 20 × 20 м и закартирован. На план были нанесены деревья (в том числе и сухостойные), которые использовались как реперы при определении мощности слоя снега и времени его схода. В тех квадратах, где деревья отсутствовали, ставились специальные вешки. Наблюдения над мощностью и временем схода снега проводены, кроме того, на 30 пробных площадях, заложенных на верхней границе леса в редколесьях. На профиле и пробных площадях были сделаны детальные геоботанические описания.

В течение 1960 г. нам удалось провести в основном наблюдения за характером распределения и временем схода снежников. Было выбрано 9 наиболее поздно стаивающих снежников. Наблюдения здесь продолжались и в последующие годы. Основные данные об интенсивности и времени схода снежного покрова получены в 1961 г. Работы проводились с момента начала интенсивного таяния до схода последних снежников. В начале апреля 1962 г., в период максимального снегонакопления, проведены снегомерные работы на профиле и пробных площадях. Получены данные о характере распределения, структуре и некоторых физических свойствах снежного покрова.

Во время работ в период отсутствия снежного покрова широко применялись методы восстановления его некоторых характеристик (мощности, плотности) по характеру древесной и кустарниковой растительности. Для этих целей использовались следы повреждений на стволах и ветвях деревьев в зоне метелевого переноса снега, которые хорошо заметны на верхней границе леса. Это позволило нам с меньшей затратой времени и сил проследить изменение мощности снежного покрова на склонах, различающихся по характеру снегонакопления.

Верхняя граница леса на восточном склоне Полярного Урала представлена лиственничными редколесьями (из *Larix sibirica*). В качестве примеси встречаются ель (*Picea obovata*) и береза (*Betula tortuosa*). Деревья лиственницы обычно не превышают 13—15 м высоты и 20—30 см толщины. В среднем на 1 га насчитывается 60—80 стволов. Под пологом древостоев хорошо развит ярус кустарников из ольхи (*Alnus fruticosa*), карликовой березки (*Betula nana*), ив (*Salix phylicifolia*, *S. lanata*, *S. glauca* и др.). В зависимости от почвенно-климатических условий склонов верхний предел древесной растительности колеблется от 90 до 400 м над ур. моря. В некоторых местах древесная растительность отходит от главного хребта на 4—6 км и граница леса идет по невысоким предгорным сопкам. По глубоким широтным долинам рек Соби и Б. Ханмея древесная растительность заходит далеко в глубь хребта.

Одной из характерных особенностей верхней границы леса в районе исследований является островное и полосное расположение лесных массивов. Островки и полосы леса различной величины перемежаются безлесными участками, занятыми тундрами, болотами, луговинами и каменными россыпями. На отдельных склонах лиственничными редколесьями занято только 60—70% территории.

Снежный покров в горах Полярного Урала отлагается крайне неравномерно: на одних участках он почти полностью отсутствует, на других скапливается в больших количествах. Исследованиями В. Г. Ходакова (1961) показано, что в этом районе хорошо выражен метелевый перенос снега, для чего имеются все благоприятные условия: сильные и продолжительные ветры, значительное количество зимних осадков и низкие температуры воздуха. Все это обуславливает высокую повторяемость метелей и поземков. Например, на метеостанции «Рай-Из» (890 м над ур. моря) наблюдается около 120 дней с метелями (Жеммерих, 1961). Сдуваемый с вершин и наветренных склонов гор, холмов и морен снег отлагается в отрицательных формах рельефа, на подветренных склонах и на верхней границе леса.

Отложение переносимого ветром снега на верхней границе леса происходит различно в зависимости от степени защищенности склона от ветров. При этом наблюдается три наиболее типичных случая (рис. 1): А — распределение мощности снежного покрова на склонах, открытых действию сильных западных ветров; Б — на склонах, защищенных от сильных ветров; В — на подветренных крутых склонах.

На склонах, открытых действию сильных ветров, снежный покров распределяется наиболее неравномерно: с участков, имеющих положительные фор-

мы рельефа, в частности, расположенных непосредственно над границей лесов, снег почти полностью сдувается. Мощность его здесь не превышает 10—40 см. Под пологом лиственных редколесий мощность снежного покрова резко возрастает, колеблясь от 50 до 400 см при движении от наветренных к подветренным опушкам лесных островков и полос. Однако наиболее мощные сугробы снега (до 400—600 см) отлагаются не под пологом редколесий, а на безлесных участках, расположенных между лесными полосами (рис. 2) и у подветренных опушек одиночно находящихся островков леса.

Как видно из рис. 1А, наблюдается довольно закономерное чередование покрытых лесом участков и мест скопления больших сугробов снега. Полосы

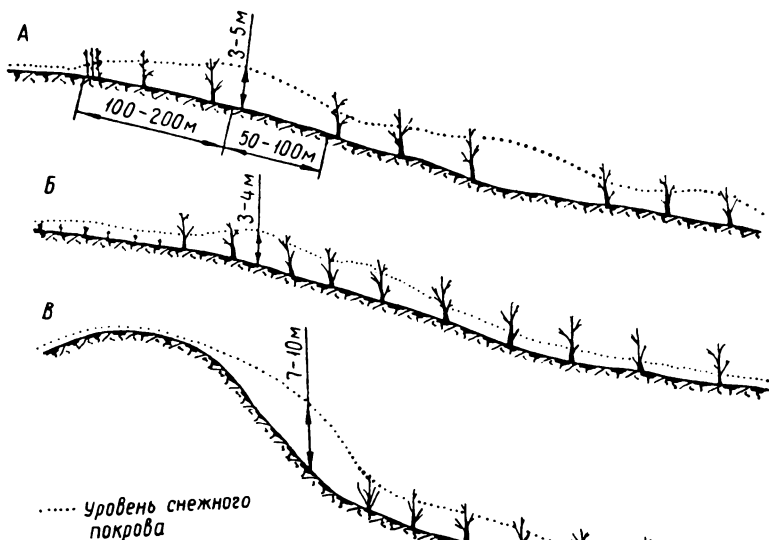


Рис. 1. Схемы распределения мощности снежного покрова на верхней границе леса.

и островки леса шириной 100—200 м чередуются с безлесными участками, ширина которых составляет 50—100 м. На склонах, обдуваемых сильными ветрами, при движении поперек верхней границы леса можно встретить до двух-трех отделенных друг от друга лесных полос. Оказалось, что эти полосы довольно строго ориентированы. Как правило, они вытянуты в направлении, перпендикулярном господствующему направлению ветров. Подобная ориентированность лесных полос лучше всего прослеживается на склонах со слабо выраженным мезорельефом.

В качестве примера, показывающего характер распределения мощности снежного покрова на склоне, подверженном действию сильных долинных ветров, приведем данные площадной снегосъемки на заложенном нами профиле. Снегосъемку проводили весной 1962 г. в период максимального снегонакопления. Мощность снежного покрова определена примерно в 700 точках профиля при помощи засечек на стволах деревьев и вешках. Одновременно определяли плотность и структуру снежной толщи в наиболее характерных точках профиля. Высота засечек замерена после схода снега. На основе этих данных на плане были вычерчены горизонтали мощности снежного покрова сечением через 25 см. Затем при помощи планиметра определяли площади с одинаковой мощностью снежного покрова. Данные снегосъемки на профиле приведены в табл. 1.

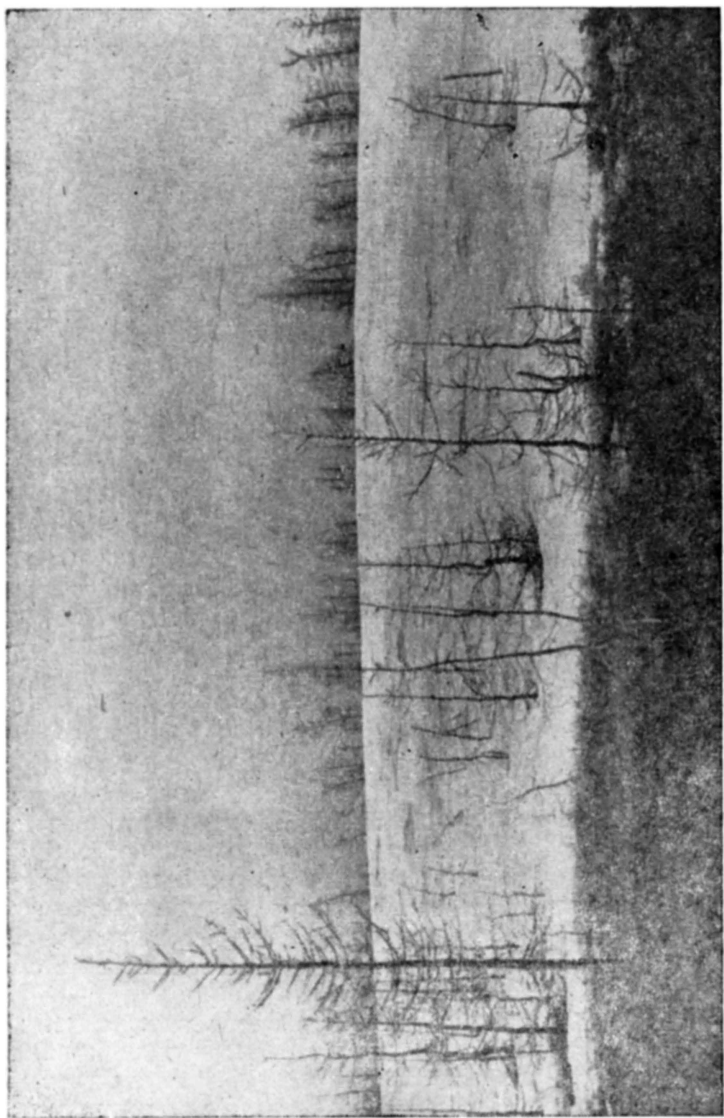


Рис. 2. Отложение мощных сугробов снега между лесными полосами.

Распределение мощности снежного покрова и запасов воды в период максимального снегонакопления на профиле в 1962 г.

Мощность снежного покрова, см	Площадь		Средняя мощность снежного покрова, см	Объем снега		Средняя плотность снега, г/см ³	Объем воды		Запас воды в снеге, мм
	м ²	%		м ³	%		м ³	%	
1—25	6838	11,6	12,5	855	1,0	0,29	248	0,8	36
26—50	5646	9,6	37,5	2117	2,4	0,30	635	1,9	112
51—75	3453	5,9	62,5	2158	2,5	0,30	647	2,0	187
76—100	2698	4,6	87,5	2361	2,7	0,31	732	2,2	271
101—125	3878	6,6	112,5	4363	5,0	0,32	1396	4,2	360
126—150	10036	17,1	137,5	13800	16,0	0,34	4692	14,2	467
151—175	9709	16,5	162,5	15777	18,3	0,35	5522	16,6	568
176—200	5165	8,8	187,5	9684	11,2	0,37	3583	10,9	693
201—225	1697	3,0	212,5	3606	4,2	0,38	1370	4,1	807
226—250	1225	2,1	237,5	2909	3,4	0,40	1164	3,5	951
251—275	1307	2,2	262,5	3431	4,0	0,42	1441	4,4	1101
276—300	1053	1,8	287,5	3027	3,5	0,43	1302	3,9	1239
301—325	1148	2,0	312,5	3588	4,2	0,44	1579	4,8	1373
326—350	2471	4,2	337,5	8340	9,6	0,46	3836	11,6	1552
351—375	370	0,6	362,5	1341	1,6	0,46	617	1,9	1665
376—400	473	0,8	387,5	1833	2,1	0,47	862	2,6	1819
401—425	412	0,7	412,5	1700	2,0	0,47	799	2,4	1940
426—450	355	0,6	437,5	1553	1,8	0,48	746	2,3	2100
451—475	253	0,4	462,5	1170	1,4	0,48	562	1,7	2220
476—500	199	0,3	487,5	970	1,1	0,49	475	1,4	2388
501—525	304	0,5	512,5	1558	1,8	0,49	763	2,3	2508
526—550	40	0,1	537,5	215	0,2	0,50	108	0,3	2700
Итого	58730	100	147,0	86356	100	0,38	33079	100	563

Профиль пересекал две отделенные друг от друга лесные полосы и заканчивался в более или менее сплошном лесном массиве, тянущемся вдоль левого берега р. Енга-Ю. Ширина первой (верхней) лесной полосы 180 м, второй (ниже расположенной) — 210 м. Ширина безлесного участка между первой и второй лесными полосами — 80 м, а между второй полосой и массивом лесов — 100 м.

Мощность снежного покрова в пределах профиля колебалась в больших пределах — от 10 до 535 см. При движении вдоль профиля хорошо прослеживается валообразное распределение мощности снежного покрова. Минимальная величина его (10—40 см) в самой верхней части профиля, занятого горными тундрами. Под пологом редколесий она колебалась от 50 до 380 см, неуклонно увеличиваясь при движении от наветренных к подветренным опушкам лесных полос. Наиболее мощные сугробы снега зафиксированы на безлесных участках, расположенных между лесными полосами. Максимальная величина мощности снежного покрова между первой и второй лесными полосами составила 350 см, а между второй полосой и массивом леса — 535 см. В самой нижней части профиля под пологом елово-лиственничного редколесья находился самый нижний, третий по счету, снежный вал. Мощность его незначительна (около 200 см). Наибольшую площадь на профиле занимал снежный покров мощностью от 126 до 175 см (34%). Так как в профиле была включена значительная площадь горных тундр (около 1 га), находящихся выше границы леса, то значительную площадь занял снежный покров мощностью до 50 см (21%). Снежный покров мощностью более 225 см занял 16% профиля, а более 350 см — всего 4%. Средняя мощность снежного покрова на профиле составила 147 см.

На склонах, защищенных от действия сильных ветров, аккумуляция снега на верхней границе леса происходит несколько иначе (см. рис. 1Б). На таких склонах значительное количество снега отлагается выше границы лесов, в полосе хорошо развитых кустарниковых тундр. В пределах этой полосы мощность снежного покрова достигает 100—150 см, а иногда и больше. Это в сочетании с менее интенсивным метелевым переносом снега приводит к тому, что в полосе подгольцовых редколесий отлагается значительно меньше снега по сравнению со склонами, подверженными действию сильных ветров. Профиль изменения мощности снежного покрова в полосе подгольцовых редколесий обычно имеет следующий вид. У верхней опушки леса он резко возрастает, достигая максимальной мощности (300—450 см) на удалении 50—100 м от опушки леса. Сугробы снега отлагаются не в виде ориентированных валов, а имеют самую различную конфигурацию. При дальнейшем движении в глубь лесного массива мощность снежного покрова начинает снижаться. На некоторых склонах на удалении до 100—200 м от первого снежного вала прослеживается второй, менее мощный. Основная масса снега на таких склонах отлагается в пределах полосы шириной 200—400 м. Полосное расположение лесных массивов на защищенных от ветров склонах не прослеживается. Снежные сугробы максимальной мощности обычно находятся под пологом лиственничных редколесий, правда, сильно изреженных. Однако в местах скопления наиболее мощных сугробов снега древесная растительность отсутствует. Такие безлесные полянки имеют небольшие размеры (примерно 50×50 м) и сложную конфигурацию.

Совершенно другой характер отложения снега наблюдается в тех местах, где верхняя граница леса проходит по подветренным и довольно крутым склонам невысоких сопок (до 400—600 м над ур. моря), которые цепью тянутся вдоль восточного склона Главного хребта. На подветренных склонах таких сопок непосредственно выше границы леса отлагаются очень мощные сугробы снега (7—10 м), стаивающие лишь к концу августа (рис. 1В). Древесная растительность здесь доходит лишь до предела, где мощность снежного покрова снижается до 300—400 см. Как правило, под пологом редколесий не откладываются мощные сугробы снега. По мере удаления от верхней опушки леса происходит постепенное снижение толщины снежного покрова. Иногда (на удалении 50—60 м от наветренной опушки леса) она незначительно увеличивается, образуя небольшой вал. Здесь также не прослеживается полосного распределения лесных массивов.

Таким образом, интенсивность отложения снежного покрова на верхней границе леса зависит в основном от степени защищенности склона от ветров. На обдуваемых сильными ветрами склонах в полосе редколесий шириной до 800—900 м отлагается большое количество сдуваемого с гор снега и наблюдается отложение наиболее мощных сугробов в виде валов, ориентированных по отношению к господствующему направлению ветров. На защищенных от ветров склонах снег отлагается в пределах полосы шириной 200—400 м.

Плотность снега на верхней границе леса высокая и колеблется в значительных пределах, наибольшая — на склонах, обдуваемых сильными ветрами. Например, на профиле плотность снега колебалась в пределах от 0,29 до 0,50 г/см³, а в среднем составила 0,38 г/см³ (см. табл. 1). На защищенных от ветров склонах она обычно не превышала 0,35 г/см³. Довольно четко прослеживается увеличение плотности снега при возрастании его мощности (рис. 3).

В связи с большой мощностью и плотностью снежного покрова, откладываемого на верхней границе леса, в толще снега содержатся большие запасы воды. На профиле они колебались от 36 до 2700 мм, а в среднем составили 563 мм (см. табл. 1), что равно годовому количеству выпадающих осадков и почти трем годовым нормам зимних осадков (с ноября по март включительно).

Вертикальный профиль снежной толщи на верхней границе леса состоит из трех видов снега (согласно классификации Г. Д. Рихтера, 1945). Верхняя часть — плотный ветровой снег из очень мелких обломков кристаллов (см. рис. 3). Мощность этого горизонта к моменту максимального снегонакопления в 1962 г. колебалась от 7 до 100 см, увеличиваясь в зависимости от мощности снежного покрова. Плотность ветрового снега колебалась от 0,38 до 0,47 г/см³. В пределах этого горизонта много ветровых и температурных корок.

Ниже расположен горизонт молодого фирна — первая стадия перекристаллизации ветрового снега. Мощность его от 8 до 180 см, плотность от

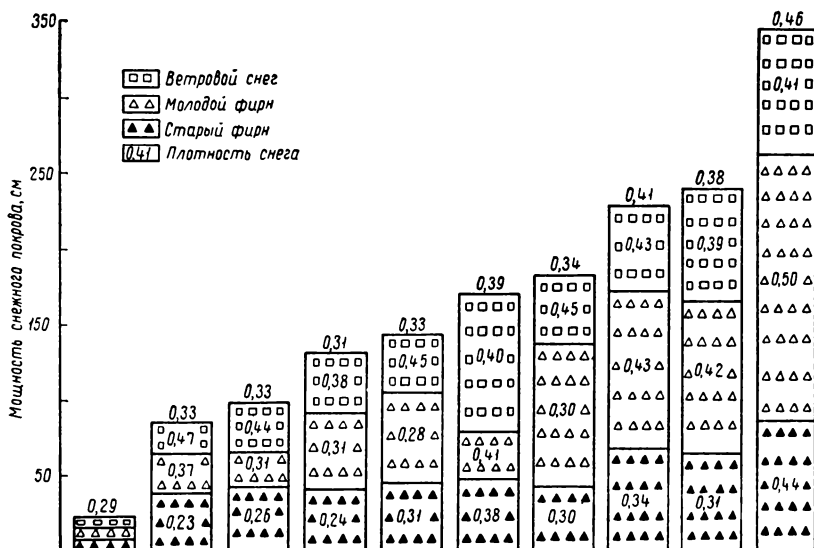


Рис. 3. Структура снежного покрова в зависимости от его мощности.

0,28 до 0,50 г/см³, возрастающая при увеличении мощности снежной толщи. Молодой фирн испытывает значительное давление со стороны выше расположенного горизонта ветрового снега. Поэтому в тех разрезах, где мощность снежной толщи превышала 200 см, молодой фирн был более плотным, чем ветровой снег. Максимальная величина его плотности (0,55 г/см³) зафиксирована в разрезе, где мощность снежного покрова равнялась 350 см.

Самый нижний горизонт снежной толщи, находящийся непосредственно на поверхности земли, представлен старым фирном. В сухом состоянии он очень рыхлый, из довольно крупных кристаллов. Это наиболее старый снег, который сильно изменил свой первоначальный вид в результате процессов перекристаллизации. Мощность его горизонта — от 8 до 90 см, плотность — от 0,23 до 0,44 г/см³. Этот горизонт выражен слабее, чем молодой фирн. Здесь также видна тенденция увеличения плотности снега с ростом мощности снежного покрова.

Сход снега на верхней границе леса задерживается по сравнению с выше и ниже расположенными участками. Причины этого — значительная его мощность и неравномерное распределение. Первые проталины на малоснежных местообитаниях в 1960—1962 гг. появились в начале апреля. Эти участки в течение весны неоднократно то заносятся снегом, то вытаивают. Интенсивное таяние начиналось лишь в первой декаде июня. В. Г. Ходаков (1962), проводивший снегомерные работы в высокогорьях Полярного Урала в 1958—

1960 г., также отмечает, что начало водоотдачи из снега в эти годы приходилось на конец мая — начало июня.

Наблюдения за интенсивностью оседания и временем схода снежного покрова нами проводились на профиле и пробных площадях в 1961 г. С момента начала интенсивного таяния снега до его полного схода через каждые 3—4 дня производилось картирование освободившихся от снега участков и отмечалась величина его оседания при помощи засечек на деревьях и вешках. Данные этих наблюдений на профиле приведены в табл. 2.

Интенсивное снеготаяние в 1961 г. началось 10 июня в связи с резким повышением температуры воздуха, достигшей в полдень 9—10°С. К 13 июня

Таблица 2

Интенсивность схода снега на профиле в 1961 г.

Дата	Площадь, освободившаяся от снега				Снижение мощности снежного покрова, см
	нарастающим итогом		между наблюдениями		
	м ²	%	м ²	%	
10/VI	—	—	14106	24	50
13/VI	14106	24	3250	6	60
16/VI	17356	30	5125	8	50
20/VI	22481	38	15000	25	70
23/VI	35481	63	6818	12	50
25/VI	44299	75	5627	9	50
28/VI	49926	84	3677	6	40
3/VII	53603	90	3835	7	50
7/VII	57438	97	882	2	65
10/VII	58320	99	410	1	55
14/VII	58730	100			
Итого	—	—	58730	100	540

от снега освободились участки горных тундр, где его мощность не превышала 50—55 см, т. е. значительная часть профиля (24%). Наиболее интенсивный сход снега наблюдался между 20 и 25 июня (37% площади профиля). Температура воздуха к полудню поднималась до 21°С и к 28 июня от снега освободилось 84% площади профиля. К этому времени снежный покров стоял на тех участках, где мощность его не превышала 330 см, т. е. практически всюду под пологом листовичных редколесий. В виде изолированных снежников он остался на безлесных участках. Два таких

снежника остались на профиле. Верхний стоял 6 июля, нижний — 14 июля. Наблюдения, проводившиеся в течение 1960—1962 гг. за сроками схода нескольких снежников в пределах полосы подгольцовых редколесий, показали, что они во все эти годы исчезали примерно в одно и то же время (между 5 и 15 июля). У береговых обрывов снежники держались до конца июля — начала августа. К концу августа они исчезают на подветренных склонах невысоких предгорных сопок.

Таким образом, в 1961 г. период интенсивного схода снега продолжался несколько больше месяца — с начала июня до середины июля. За этот промежуток времени довольно равномерно снижалась мощность снежного покрова: в среднем на 15—20 см в сутки.

Снежный покров на верхней границе леса оказывает большое влияние на морфологическое строение надземных органов древесных растений благодаря значительным колебаниям его мощности и хорошей выраженности метелевого переноса. От мощности снежного покрова зависит его защитная роль и удаленность деятельной поверхности от поверхности земли. На уровне снежного покрова происходят наиболее резкие колебания температуры и влажности воздуха, скорости ветра и т. п.

Влияние снежного покрова на морфологическое строение надземных органов древесных растений наиболее ярко проявляется в зоне метелевого переноса снега. Условия для перезимовки растений в пределах этой зоны наиболее неблагоприятны. Особенно сильно страдают побеги от механических повреждений снежной коррозией. На склонах, обдуваемых сильными ветрами, кора стволов и ветвей иногда полностью уничтожается с наветренных сторон. В пределах зоны метелевого переноса часто наблюдается отри-

рание боковых побегов и ветвей, крона дерева на уровне снежного покрова делится на две части бессучковой зоной 60—100 см. Часто происходит отмирание боковых ветвей с наветренных сторон стволов, и кроны деревьев приобретают флагообразный вид.

Так как основная масса снега переносится ветром в зоне шириной 60—100 см, то именно в пределах этой зоны наиболее заметны следы воз-

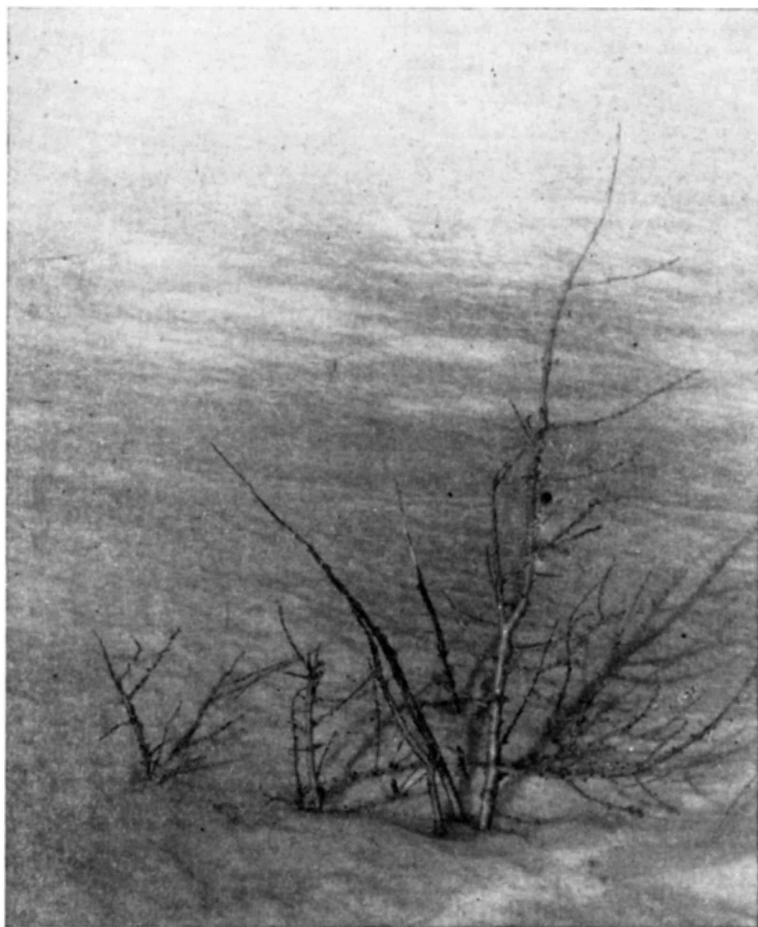


Рис. 4. Усыхание побегов лиственницы в зоне метелевого переноса снега.

действия снеговой шлифовки (рис. 4). Особенно неблагоприятны условия перезимовки в зоне метелевого переноса снега для верхушечных побегов, у которых еще слабо развиты защитные покровы. Наиболее интенсивно развиваются боковые побеги и ветви в зимнее время, прикрытые снегом. Систематическое отмирание верхушечных побегов приводит к тому, что на малоснежных местообитаниях боковые ветви разрастаются вширь непосредственно над поверхностью земли. Образуется так называемая стланиковая форма роста, приуроченная исключительно к ветрообдуваемым и малоснежным местообитаниям. При наступлении ряда благоприятных лет верхушечные побеги стланика могут преодолеть опасную для них зону метелевого переноса снега и в этом случае образуется кустовая форма дерева. В отличие от

стланиковой, кустовая форма роста имеет вид плотного куста, из общего основания которого вверх поднимается до двух десятков стволиков.

На местообитаниях, где мощность снежного покрова превышает 200 см, древесные растения испытывают механические повреждения от навалов больших масс снега. Под тяжестью своего веса снег интенсивно оседает, особенно весной, во время таяния. Ветви и тонкие стволики, погребенные в толщу очень плотного снега, оседают вместе с ним и обламываются: боковые ветви — у основания, стволики — в пределах верхней половины снежного профиля. Хрупкие ветви лиственницы обламываются легче, чем у ели. Наиболее сильные повреждения наносятся деревьям в местообитаниях, где мощность снеж-

ного покрова достигает предельных величин (до 300—400 см), так как с увеличением мощности снега возрастает интенсивность его оседания. Интенсивный снеголом ветвей и стволиков происходит в многоснежные зимы, когда снегом заносится много новых ветвей. Весной обломанные сучья постепенно вытаивают и лежат на поверхности снега веером вокруг стволов (рис. 5). На многоснежных местообитаниях стволы от основания до высоты снежного покрова очищены от более или менее крупных сучьев. Крона у них развита лишь в верхней части, выше уровня снега. По бессучковой зоне можно довольно легко определить мощность снежного покрова.

Как уже отмечалось, разные участки на верхней границе леса освобождаются от снежного покрова неодновременно, время схода снега в основном зависит от его мощности. Так как растения начинают вегетацию после схода снега, то начало ее на многоснежных местообитаниях сильно задерживается. В 1961 г.

нами проведены специальные наблюдения за прохождением отдельных фенофаз у подроста и взрослых деревьев лиственниц на участках с различной мощностью снежного покрова. Результаты наблюдений приведены в табл. 3. Подрост лиственницы раньше всего начал вегетировать на малоснежных местообитаниях, где снег сошел примерно за неделю до наступления соответствующей температуры воздуха. На тех участках, где снежный покров сошел после 18 июня, зеленение листовых почек наступало сразу же после освобождения от снега или одновременно. На многоснежных местообитаниях начало вегетации у подроста задерживалось почти на месяц по сравнению с местообитаниями, рано освободившимися от снега. Подрост лиственницы на многоснежных местообитаниях начинал вегетацию лишь в середине июля. Соответственно задерживалось и наступление последующих фенофаз.

У взрослых лиственниц, кроны которых поднимаются над уровнем снега, влияние времени схода снежного покрова на начало вегетации сказывается гораздо меньше. Зеленение листовых почек, цветение, начало роста побегов начинается почти одновременно на всех участках, независимо от того, стаял снег или нет. В 1961 г. зеленение листовых почек у взрослых деревьев происходило 18—22 июня. К этому сроку от снега освободилось всего 30—40% территории в полосе подгольцовых редколесий. К моменту начала роста

Таблица 3

Даты наступления некоторых фенологических фаз у лиственниц в зависимости от времени схода снега (1961 г.)

№ участ-ков	Дата схода снега	Зеленение листовых почек	Начало роста побегов	Окончание роста побегов
<i>Подрост</i>				
1	14/VI	18/VI	26/VI	9/VIII
2	18/VI	20/VI	28/VI	7/VIII
3	22/VI	22/VI	29/VI	14/VIII
4	24/VI	24/VI	29/VI	6/VIII
5	26/VI	25/VI	30/VI	4/VIII
6	28/VI	28/VI	30/VI	14/VIII
7	8/VII	10/VII	15/VII	19/VIII
<i>Взрослые деревья</i>				
8	13/VI	18/VI	26/VI	8/VIII
9	18/VI	20/VI	27/VI	30/VII
10	27/VI	22/VI	28/VI	—
11	2/VII	22/VI	28/VI	—
12	10/VII	22/VI	28/VI	—
13	12/VII	22/VI	28/VI	—

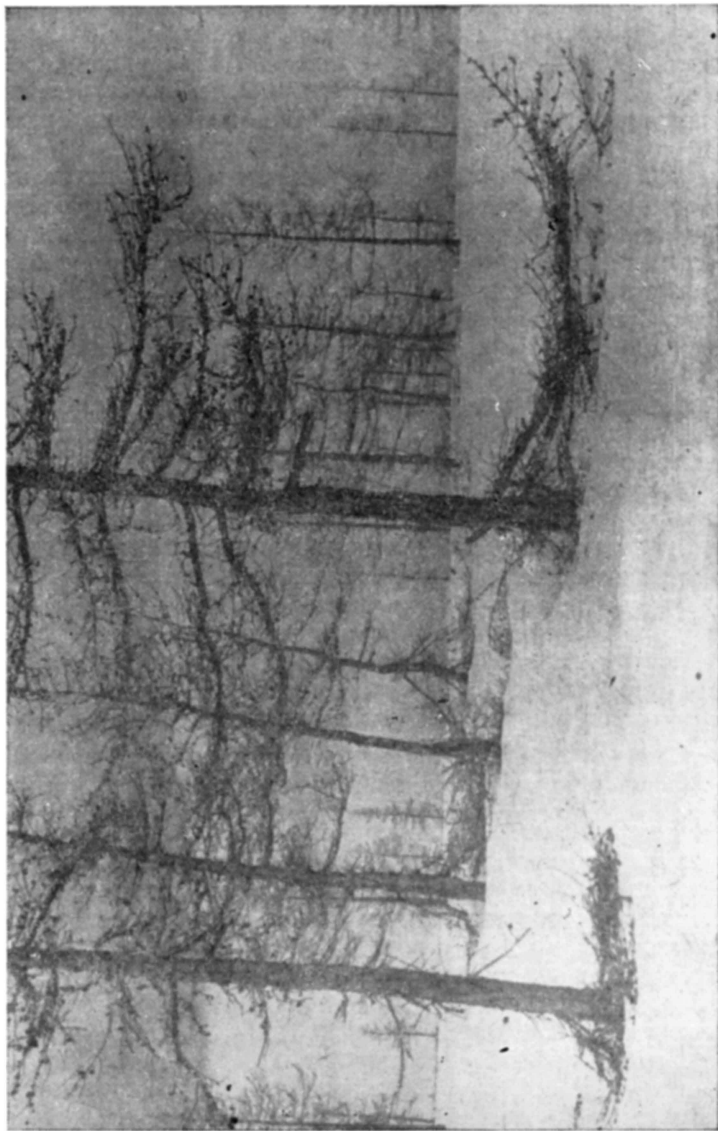


Рис. 5. Снеголом сучьев у лиственниц, произрастающих на многоснежных местообитаниях.

верхушечных побегов (26—28 июня) под снегом находилось еще около 20—25% территории. Начало вегетации у взрослых деревьев определяется, в основном, температурой воздуха, которая к моменту зеленения почек достигала в полдень 15—20° С. Под пологом некоторых лиственничных редколесий в это время еще лежал снежный покров мощностью до 200—300 см. На таких местообитаниях (рис. 6) деревья более двух недель вегетировали (распустили хвою, отцвели, начался рост побегов), в то время как основания стволов находились в снегу, а корни — в мерзлой почве. Подобное интересное явление ранее отмечалось Б. Н. Городковым (1929) на Полярном Урале и Г. Майделем (1896) — в Якутии (на наледях). По-видимому, до полного схода снега и оттаивания верхних горизонтов почвы вегетирующие органы деревьев используют запасы питательных веществ и влаги, находящиеся в стволе.

Задержка схода снега на многоснежных местообитаниях сильно сокращает и без того короткий вегетационный период в условиях Крайнего Севера. Так, если на рано освобождающихся от снега участках продолжительность вегетационного периода составляет 60—75 дней (примерно с 20 июня по 25 августа), то на поздно освобождающихся — всего 40—50 дней (с 10 июля по 25 августа). Сокращение продолжительности вегетационного периода вынуждает древесные растения, в частности, при прохождении стадии подроста, заканчивать свой годичный цикл роста и развития раньше положенного срока. Хорошим показателем требований лиственницы к продолжительности вегетационного периода может служить рост верхушечных побегов. На разных возрастных этапах развития лиственнице необходима различная продолжительность теплового периода для завершения ростовых процессов и подготовки к зимнему времени. У всходов и молодого подроста (до 20—30-летнего возраста) побеги растут в течение 15—20 дней. Они могут произрастать на местообитаниях, где продолжительность вегетационного периода равна 30—40 дням. В период интенсивного роста (30—80 лет) требования лиственницы к продолжительности вегетационного периода резко возрастают, рост побегов продолжается 30—45 дней, а для подготовки растений к зиме требуется еще около 20 дней. У старых деревьев требования к продолжительности вегетационного периода вновь снижаются (рост побегов у них продолжается 25—30 дней). Сопоставляя эти данные, мы видим, что на многоснежных местообитаниях продолжительность вегетации явно недостаточна для подроста, находящегося в стадии интенсивного роста. Это подтверждается и данными естественного возобновления леса, полученными на пробных площадях с различной мощностью снежного покрова. На многоснежных местообитаниях (луговины, разнотравные редколесья), как правило, имеется большое количество молодого подроста лиственницы, так как здесь водный режим верхних горизонтов почвы благоприятен для укоренения всходов, а конкурентная способность мохово-лишайникового покрова снижается. Поскольку молодые сеянцы могут довольствоваться крайне непродолжительным вегетационным периодом, то они довольно хорошо себя чувствуют на местообитаниях, где снежный покров сходит лишь к середине июля. Однако, начиная с 10—15-летнего возраста, подрост испытывает угнетение из-за краткости вегетационного периода. Побеги часто уходят в зиму неподготовленными, обмерзают. Чем старше подрост, тем хуже он выглядит. У взрослого подроста вершинка и многие боковые побеги обычно усохшие, а молодые побеги и хвоя ненормально длинные и водянистые. Просуществовав еще 10—15 лет, подрост в конце концов отмирает. Поэтому на многоснежных местообитаниях обычно большое количество усохшего подроста, высота которого не более 30—40 см. Таким образом, краткость вегетационного периода на многоснежных местообитаниях не позволяет подросту лиственницы выйти в верхний древесный ярус до тех пор, пока не изменятся условия снегонакопления.



Рис. 6. Вегетирующие лиственницы при нестаявшем снеге.

В связи с этим становится понятным, почему отсутствует древесная растительность на многоснежных местообитаниях, а лесные массивы на ветрообдуваемых склонах расположены в виде полос, ориентированных перпендикулярно господствующему направлению ветров. Отложение мощных сугробов снега на некотором удалении от наветренных опушек лесных массивов исключает возможность произрастания на таких местообитаниях древесной растительности. Появляются разрывы между лесными массивами при движении через полосу подгольцовых редколесий.

При современной климатической обстановке молодые всходы лиственницы могут произрастать на местообитаниях с мощностью снежного покрова 550—600 см. Снег здесь сходит лишь к середине июля. Для подроста в стадии интенсивного роста необходимо, чтобы снег на участке сошел не

позднее начала июля. Максимально допустимая мощность снежного покрова — около 300 см. Взрослые деревья переносят скопления снега до 500—550 см благодаря способности начинать вегетацию до полного схода снега. Следует отметить, что максимальная мощность снежного покрова, при которой возможно существование древесной растительности, колеблется в значительных пределах в зависимости от водно-теплового режима местообитания. На сухих и хорошо прогреваемых местообитаниях лиственница завершает рост и подготовку к зиме примерно на одну-полторы недели раньше, чем на холодных и избыточно увлажненных. Поэтому в первом случае она может произрастать при наличии более мощного снежного покрова. Приведенные выше предельно допустимые нормы мощности снежного покрова относятся к сухим и теплым местообитаниям. На переувлажненных местообитаниях этот предел снижается на 100—150 см.

Для древесных растений непригодны также местообитания с незначительной мощностью снежного покрова. В условиях Крайнего Севера в зимнее время он защищает надземные органы растений от резких колебаний и низких температур воздуха, от иссушающего действия ветров и снежной корразии, а почву — от сильного промерзания. Защитная роль снежного покрова возрастает с увеличением его мощности. Однако при слишком большой мощности снега начинают действовать некоторые неблагоприятные факторы. О них говорилось выше. Наблюдения показали, что для лиственничных редколесий на верхней границе леса необходим снежный покров не менее 40—50 см. В тех местах, где он не достигает такой мощности, произрастают лишь одиночно стоящие очень угнетенные деревца стланиковой и кустовой форм. Отсутствие древесной растительности на малоснежных местообитаниях особенно хорошо видно ранней весной, когда появляются первые проталины. Например, весной 1961 г. к 14 июня снег сошел на участках, где мощность его не превышала 50 см, все они безлесные. В литературе также имеются указания, что для предохранения растений от вымерзания необходима мощность снежного покрова не менее 30—50 см (Рихтер, 1948; Яшина, 1965).

Таким образом, существуют минимальный и максимальный пределы мощности снежного покрова, критические для древесных растений. Действие этого экологического фактора в принципе ничем не отличается от других (температура, влажность и др.). Для лиственничных редколесий на верхней границе леса оптимальная мощность снежного покрова составляет 100—200 см. В этом случае он выполняет свою защитную функцию и не задерживает начало вегетации у подроста.

Массовая гибель подроста лиственницы на верхней границе леса характерна не только для многоснежных местообитаний, но и для малоснежных. Анализ причин этого явления показал, что основная масса подроста гибнет в тот момент, когда его верхушечные побеги достигают определенных высотных уравнений (Шиятов, 1965). Оказалось, что такими критическими высотами для подроста являются высота кустарникового яруса и высота снежного покрова. Первая является деятельной поверхностью в летнее время, вторая — в зимнее. Особенно трудно подросту преодолеть зону метелевого переноса в тех местообитаниях, где мощность снежного покрова равна высоте кустарникового яруса. Это обычно малоснежные местообитания, открытые действию сильных ветров. Деятельная поверхность на таких участках находится на одном уровне в течение круглого года, в результате чего подрост, достигший этой зоны, испытывает неблагоприятную для него резкую смену микроклиматических условий в летнее и зимнее время.

На Полярном Урале довольно хорошо прослеживаются циклические изменения климата различной продолжительности (Шиятов, 1965). Колебания температур приводят к соответствующему изменению продолжительности лежания снежного покрова и вегетационного периода от года к году, от пе-

риода к периоду. Это оказывает большое влияние на жизнедеятельность древесных растений. В случае потепления вегетационный период удлиняется и древесная растительность может произрастать при большем диапазоне мощности снежного покрова. В холодные периоды — наоборот. Однако одновременно с изменением температурных условий изменяются и условия увлажнения. Эти изменения могут происходить в различных направлениях. Например, выпадение большого количества зимних осадков может свести к минимуму эффект теплого лета. Эти вопросы очень сложны и требуют специальной разработки. Нам лишь хочется отметить, что подобные явления имеют место на верхней границе леса в районе исследований. Изменение продолжительности вегетационного периода приводит к смещению границ территорий, пригодных для произрастания древесных растений. В теплые периоды лесопокрываемая площадь в пределах полосы редколесий увеличивается, в том числе за счет сокращения площадей, безлесие которых было вызвано слишком долгим лежанием снега. В холодные периоды, наоборот, увеличиваются безлесные площади. Существенные смещения лесных опушек вызываются продолжительными по времени (вековыми) изменениями климатических условий. Происходящее в настоящее время с 20-х годов текущего столетия интенсивное потепление климата привело к значительному увеличению лесопокрываемой площади за счет сокращения площадей снежников. Приведенные в статье предельно допустимые мощности снежного покрова для произрастания древесной растительности относятся к сравнительно теплomu периоду. Во время холодного периода, который наблюдался в конце XIX — начале XX столетия, лиственничные редколесья могли произрастать при меньшем диапазоне мощности снежного покрова.

В настоящее время на верхней границе леса довольно часты разреженные древостои, под пологом которых снежный покров имеет большую мощность. Даже в современный теплый период он губителен для подростa, находящегося в стадии интенсивного роста. Могут спросить, как образовались здесь разреженные древостои? Дело в том, что с течением времени, в связи с возрастными изменениями в древостоях, смещениями верхней границы леса, различным количеством выпадающих осадков, меняется и характер отложения снега на разных участках. Бывшие в прошлом малоснежные местообитания становятся многоснежными и наоборот. Образование древостоев, где в настоящее время отлагаются слишком большие сугробы, происходило в тот момент, когда условия снегонакопления были более благоприятными для подростa.

Таким образом, литературные данные и наши исследования показывают, что снежный покров — один из ведущих экологических факторов внешней среды не только в пределах тундровой зоны, но и в пределах полосы при-тундровых редколесий. Он оказывает большое влияние на распределение, возобновление, жизненность, фенологическое развитие и рост древесных растений в этих редколесьях. Древесная растительность, произрастающая на своем климатическом пределе, очень чутко реагирует на изменение мощности и физических свойств снежного покрова. Поэтому при проведении различного рода лесохозяйственных мероприятий в лесотундре, в частности при создании лесополос вдоль дорог, около поселков и земель сельскохозяйственного пользования, необходимо учитывать этот фактор. Из результатов наших исследований вытекают выводы, которые могут представить практический интерес.

1. Минимальная величина мощности снежного покрова, при которой возможно произрастание лиственничных редколесий на верхней границе леса, составляет 40—50 см. Максимальная величина сильно колеблется в зависимости от возраста древесных растений и водно-теплого режима местообитания. По характеру отношения лиственницы к скоплению большого количества снега можно выделить следующие три возвратных этапа: а) *всходы и*

молодой подрост — до 20—30 лет — могут произрастать на очень многоснежных местообитаниях, так как они довольствуются крайне коротким вегетационным периодом; б) *взрослые деревья* также могут переносить большие скопления снега, поскольку они способны начинать вегетацию до полного схода снежного покрова; в) *подрост в стадии интенсивного роста* (примерно между 30 и 80 годами) на многоснежных местообитаниях чувствует себя плохо, так как для завершения годичного цикла роста и развития ему требуется значительно более продолжительный вегетационный период.

2. Оптимальная величина мощности снежного покрова для произрастания лиственничных редколесий колеблется от 100 до 200 см. В этом случае снежный покров полностью выполняет свои защитные функции и стлавает к началу вегетации растительности.

3. Следует избегать скопления снежного покрова большой мощности, чтобы предотвратить снеголом сучьев и тонких стволиков.

4. Наиболее благоприятные местообитания для древесных растений — прогреваемые и непереувлажненные местообитания. На таких участках древесные растения могут произрастать при большем диапазоне мощности снежного покрова по сравнению с холодными и избыточно увлажненными.

5. Лесополосы, создаваемые в пределах зоны лесотундры, должны быть ветропродуваемой конструкции шириной не более 50—100 м и ориентированы перпендикулярно господствующему направлению ветров.

6. Для содействия естественному возобновлению на отдельных участках можно рекомендовать проведение снегозадержания в течение 5—10 лет, так как на многоснежных местообитаниях создаются более благоприятные условия для роста и развития молодого подроста (улучшается водный режим верхних горизонтов почвы для укоренения сеянцев, подавляется развитие мхово-лишайникового покрова).

7. Чтобы подрост как можно быстрее преодолел опасную приземную зону, полезно проведение регулирования мощности снежного покрова по мере роста подроста, чтобы его верхушечные побеги не находились в зоне метелевого переноса снега.

ЛИТЕРАТУРА

- Александрова В. Д. Влияние снежного покрова на растительность в арктической тундре. — Роль снежного покрова в природных процессах. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Городков Б. Н. Безлесье тундры. — Природа, 1929, № 3.
- Городков Б. Н. Растительность тундровой зоны СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1935.
- Горчаковский П. Л. Лесная растительность подгольцового пояса Урала (сб. работ по лесному хозяйству, Уральский лесотехнический ин-т, вып. 2, Свердловское книжное изд-во, 1954).
- Горчаковский П. Л. Закономерности снегонакопления в горах Северного Урала и водоохранная роль высокогорных лесов. — Труды Урал. лесотех. ин-та, 1959, вып. XVI.
- Долгушин Л. Д. Некоторые наблюдения над снеговым покровом в северной части Среднего Урала зимой 1939 г. — Проблемы физической географии, вып. 9. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940.
- Кеммерих А. О. Важнейшие закономерности распределения снежного покрова на Приполярном Урале. — Изв. АН СССР (сер. геогр.), 1957, № 4.
- Кеммерих А. О. Гидрография Северного, Приполярного и Полярного Урала. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Майдель Г. Путешествие по северо-восточной части Якутской области в 1868—1870 годах барона Гергарда Майделя. Том второй, СПб, 1896.
- Миддендорф А. Ф. Путешествие на север и восток Сибири, ч. I, отд. IV. СПб, 1867.
- Рихтер Г. Д. Снежный покров, его формирование и свойства. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1945.

- Рихтер Г. Д. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. — Труды Ин-та географии АН СССР, вып. XI, 1948.
- Тихомиров Б. А. Некоторые особенности снежного покрова тундры и его влияние на существование растительности. — Снег и талые воды. Их изучение и использование. М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Ходаков В. Г. Метелевый перенос снега на Полярном Урале. — Гляциологические исследования. Результаты МГГ, № 6. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Ходаков В. Г. Снежный покров и современное оледенение Полярного Урала. — Исследования ледников и ледниковых районов, № 2. Изд-во АН СССР, 1962.
- Шиятов С. Г. Возрастная структура и формирование древостоев лиственничных редколесий на верхней границе леса в бассейне реки Соби (Полярный Урал). — География и динамика растительного покрова. — Труды Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 42, 1965.
- Яшина А. В. Влияние снежного покрова на растительность (по исследованиям в восточном Приэльбрусье). Автореф. канд. дисс. (Ин-т географии АН СССР). М., 1965.
-