

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
У Р А Л Ь С К И Й Ф И Л И А Л

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ

ДОКЛАДЫ
ПЕРВОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ-
БИОЛОГОВ

СВЕРДЛОВСК 1962

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

Отв. редактор проф. С. С. ШВАРЦ

ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА ЛЕСА НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ И ЕЕ ДИНАМИКА В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА

Наиболее общей причиной всех тех грандиозных изменений в растительном покрове земного шара, которые происходили на протяжении геологических промежутков времени, является смена климатов (Сукачев, 1928). В последнее время накапливается все больше данных, говорящих о том, что на изменение растительного покрова, на характер его динамики значительное влияние также оказывают изменения климата, непродолжительные по времени (11-летние, 30—40-летние, вековые и др.). Так, М. П. Скрябиным (1949, 1960) было показано значение вековых колебаний природных условий в разрушении и становлении сосновых боров центральной лесостепи. Вымокание сосново-березовых лесов и березовых колок Западной Сибири связывали с чередованием влажных и сухих периодов (Пьявченко и Кошечев, 1955; Арефьева и Кеммерих, 1951; Глумов, 1959, 1960). Е. П. Смолоноговым (1960) было высказано предположение о связи между ходом естественного лесовозобновления концентрированных вырубок с колебаниями климата на Среднем Урале. Смещение верхней и полярной границ леса также обычно связывали с изменением условий то в сторону похолодания, то в сторону потепления (Городков, 1935; Тихомиров, 1941; Говорухин, 1947; Галазий, 1954, и др.).

Все это показывает, что при изучении динамики растительного покрова нужно обращать особое внимание на смены растительных сообществ, определяемые изменением климатических условий. Наиболее ярко климатогенные смены выражены и хорошо прослеживаются в местах, где те или другие растительные сообщества находятся в условиях, крайних для их существования, где даже незначительное изменение комплекса климатических факторов (или даже одного ведущего) вызывает заметное изменение в направлении динамики растительного покрова.

Такие смены нами наблюдались на верхнем климатическом пределе древесной растительности восточного склона Полярного Урала (массив Рай-Из, гора Черная).

К истории вопроса изучения динамики верхней границы леса в горах Урала

Изучение динамики верхней границы леса в горах Урала и причин, вызывающих ее смещение, имеет свою историю. Не останавливаясь на этом подробно, следует отметить лишь тот интересный факт, что снижение верхней границы леса наблюдалось исследователями только в северной половине Уральского хребта, а по времени — до 30-х годов нынешнего столетия (Ковальский, 1853; Сочава, 1930; Городков, 1926, 1935; Говорухин, 1929). Исследователи после 30-х годов, работавшие в южной и северной половине хребта, или не наблюдали опускания верхней границы леса, или даже отмечали поднятие ее в горы (Тихомиров, 1941; Говорухин, 1947; Горчаковский, 1954).

По вопросу о причинах смещения верхней границы леса в горах Урала у разных авторов нет единого мнения. Б. Н. Городков (1926, 1935), В. Б. Сочава (1930), В. С. Говорухин (1947), П. Л. Горчаковский (1954) опускание или поднятие верхней границы леса объясняли изменением климатических условий. В. Б. Сочава (1950) опускание верхней границы леса связывал с происходящими в настоящее время эпейрогеническими поднятиями северной части Урала.

Краткая характеристика верхней границы леса

Верхняя климатическая граница леса на восточном склоне Полярного Урала (массив Рай-Из, гора Черная) представлена в основном лиственничными редколесьями, поднимающимися до высоты 200—370 м над уровнем моря. В одних местах граница леса вплотную подходит к хребту, в других — удалена от него до 4—5 км к востоку, проходя по пологим предгорным увалам (рис. 1).

Характерной особенностью верхней климатической границы леса в данном районе является то, что она состоит из отдельно расположенных или соединенных между собой островков и полос леса различной ширины. В противоположность этому на более южных вершинах Урала граница леса проходит по верхней кромке сплошного лесного массива, обрывающегося на определенной высоте.

Островки и полосы лиственничного леса обычно вытянуты в направлении, перпендикулярном господствующему на данном склоне направлению ветра. Следует указать, что данная взаимосвязь между ориентировкой лесных островков и полос с направлением господствующего ветра прослеживается не везде. В частности, на сильно продуваемых ветром склонах с резко выраженными перепадами высот лесные сообщества приурочены к наиболее защищенным от ветров местоположениям (ложбин-

кам, котловинам) и форма лесных островков в основном зависит от формы того или иного понижения.

На пологих и сглаженных склонах, где рельеф не влияет на расположение лесных сообществ, граница леса представлена в основном полосами леса различной протяженности, направление которых перпендикулярно направлению господствующего ветра. Ширина таких полос колеблется от 50 до 200 м и отделены они друг от друга безлесными пространствами шириной 50—150 м, которые представлены тундровыми и луговыми сообществами. Спускаясь вниз по склону от верхней полосы леса, мы

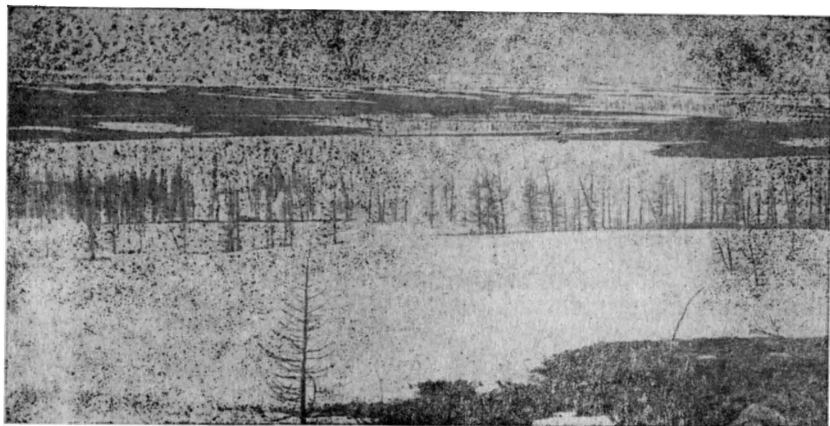


Рис. 1. Верхняя климатическая граница леса восточнее горы Черной.

поочередно будем пересекать то лесную полосу, то безлесную территорию. Всего на верхней границе леса можно встретить до 3—4 лесных полос. По мере удаления вниз по склону площади безлесных территорий сокращаются, а затем исчезают. Лиственничные же леса постепенно переходят в смешанные елово-лиственнично-березовые.

Островной и полосной характер лесных сообществ, находящихся на верхней границе леса, обусловлен характером отложения здесь снежного покрова. В работах Л. Д. Долгушина (1940), А. О. Кеммерих (1957) и П. Л. Горчаковского (1959) была показана роль верхней границы леса и подгольцовых разреженных лесов в накоплении больших масс снега, который сдувается с гольцового пояса. Если на более южных вершинах Уральского хребта мощность снежного покрова нарастает от верхней кромки леса вниз по склону и достигает максимальной величины на некотором удалении от верхней кромки леса, а затем постепенно уменьшается, то иную картину видим на восточном склоне Полярного Урала. Здесь сильными и постоянно дующими ветрами

снег сдувается с гораздо больших площадей гольцов и тундр, а поэтому самые верхние островки леса не способны удержать весь сдуваемый с гор снег и он откладывается на значительном протяжении и очень неравномерно. Максимальной мощности (более 2—3 м) снежный покров достигает с подветренных сторон островков и полос леса на некотором от них удалении, т. е. в местах, где нет леса (рис. 2). Под пологом лиственничных сообществ мощность снежного покрова меньшая и колеблется в пределах от 0,5 до 2—3 м.

Скопление больших масс снега с подветренных сторон лесных островков и полос приводит к тому, что стаивание его про-

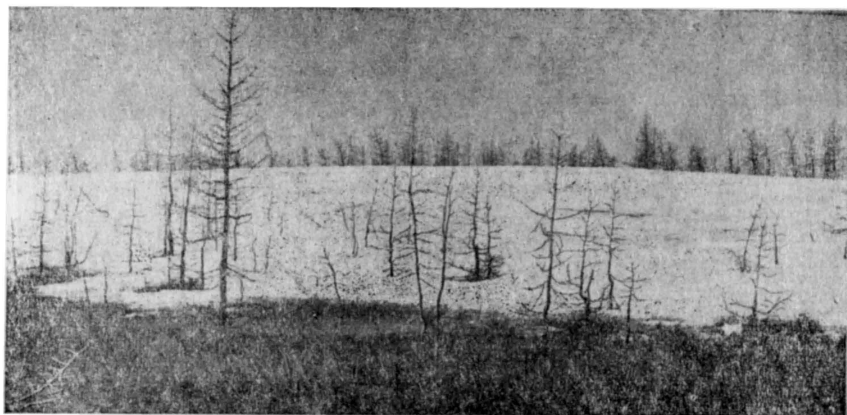


Рис. 2. Скопление больших масс снега с подветренной стороны лесной полосы

исходит на 2—3 недели позже по сравнению с лесными участками со средней мощностью снега. Это настолько сильно сокращает и без того короткий вегетационный период в условиях севера, что всходы древесных пород, появившиеся в местах скопления больших масс снега, гибнут, так как молодые побеги к осени не успевают одревеснеть и вымерзают.

Таким образом, закономерное чередование лесных и безлесных участков при движении от верхней кромки леса вниз по склону обусловлено неравномерным отложением снега. В свою очередь, неравномерное распределение снега по площади обусловлено снегозадерживающей способностью древесной растительности. Лесные островки и полосы, способствуя отложению больших масс снега у своих подветренных сторон, являются причиной отсутствия леса на некотором протяжении ниже по склону, в местах наибольшей мощности снега.

Однако влияние разреженных лиственничных лесов на скорость ветра и отложение снега сказывается на небольшом про-

тяжении, и уже через 50—150 м от подветренной стороны лесной полосы мощность снега резко снижается и создаются благоприятные условия для произрастания там древесной растительности, т. е. ниже по склону располагается следующая лесная полоса.

С другой стороны, по повышенным и сильно ветропродуваемым местоположениям, где снег полностью сдувается или мощность его не превышает 0,5 м, лес также не растет. Причиной этому, по-видимому, являются крайне жесткие ветровые условия и сильное промерзание почвы зимой. Но таких участков на границе леса сравнительно немного и приурочены они в основном к самой верхней кромке леса, а потому роль их в распределении лесных сообществ менее значительна.

Все сказанное выше позволяет сделать вывод, что снег играет очень большую роль в жизни лесных сообществ на верхней границе леса. В местах, где снега нет или его слишком много, создаются неблагоприятные условия для произрастания древесной растительности. Размах колебаний мощности снега, при котором возможно существование лесных сообществ, зависит, кроме того, и от характера увлажнения того или иного местоположения и связанного с ним теплового режима почвы. На более сухих и прогреваемых местах диапазон мощности снега, при котором возможно произрастание древесной растительности, увеличивается как за счет снижения минимальной мощности снега, так и за счет увеличения максимальной. Иными словами, лес на сухих и теплых местоположениях может произрастать при большей и меньшей мощности снега, чем на влажных и холодных.

По мере удаления от верхней кромки границы леса вниз по склону количество отлагаемого снега уменьшается, распределение его по площади становится более равномерным, в связи с чем сокращаются безлесные площади, т. е. отрицательное действие снега проявляется все меньше и меньше.

Динамика верхней климатической границы леса

В районе наших исследований очень часто встречаются остатки пней, стоящие и поваленные сухие деревья выше современного положения верхней границы леса (на расстоянии по склону до 500 м, что соответствует разнице в высотах до 75 м). Наличие большого количества остатков пней и сухих деревьев на единице площади в отдельных местах говорит о том, что здесь отмерли не отдельно стоящие деревья, а целые лесные островки или их опушки (рис. 3).

Большое количество остатков пней и сухих деревьев находится в островках и полосах леса во всей зоне отложения сдуваемого с гор снега, а не только на самой верхней кромке границы леса.

При этом обнаружилось, что полная гибель древостоя и подроста произошла в тех местах, которые по комплексу экологических условий являются крайними для произрастания лиственничных сообществ. Сюда относятся местообитания с незначительной и с очень большой мощностью снега, особенно с переувлажненными холодными почвами. В наиболее же оптимальных в данном районе местоположениях для произрастания лиственничных сообществ произошло лишь только незначительное изреживание древостоев (оптимальная мощность снега, теплые почвы). Отсюда видно, что степень изреживания древостоев увеличивается при ухудшении условий местообитания.



Рис. 3. Полностью усохший островок леса в понижении.

Таким образом, отмирание лиственницы на границе леса выразилось в изреживании древостоев, в сокращении ширины лесных островков и полос и в полном усыхании отдельных островков леса.

Все это говорит о том, что в недавнем прошлом граница леса поднималась выше в горы, но затем произошло ее опускание. При этом наибольшее опускание произошло на склонах, подверженных более сильным ветрам, т. е. где преобладают местоположения, наименее благоприятные для произрастания лиственничных сообществ. Здесь произошло полное усыхание всех верхних островков и полос леса. На некоторых же склонах опускание границы леса не наблюдалось, так как там преобладают местоположения, наиболее благоприятные для произрастания лиственницы. Это склоны, защищенные от действия сильных ветров, где скапливается меньшее количество снега и почвы имеют лучший температурный режим. На таких склонах произошло лишь изреживание древостоев различной интенсивности.

Наличие остатков стволов и корней лиственниц разной степени перегнивания вплоть до стоящих сухих стволов говорит о том, что отмирание деревьев на верхней границе леса происходило постепенно, в течение довольно продолжительного времени. Сопоставляя изменение ширины годичных колец сухих и ныне живущих старых деревьев лиственницы, мы смогли определить время усыхания того или иного сухого дерева. Оказалось, что усыхание деревьев происходило в течение почти всего XIX столетия, но особенно интенсивно в 1880—1910 гг. В настоящее

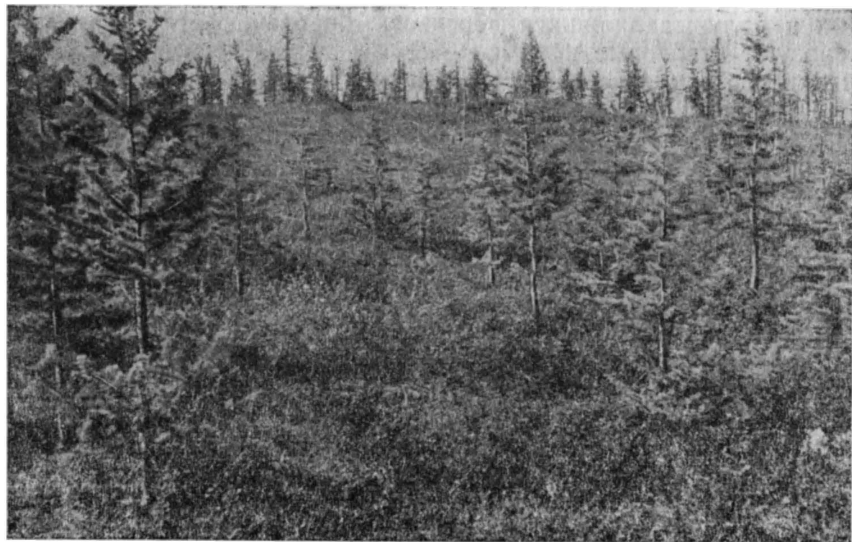


Рис. 4. Молодое поколение лиственницы, появившееся на ранее безлесном участке, где происходит отложение снега.

время оно прекратилось, а значит прекратилось и опускание верхней границы леса.

Наоборот, сейчас происходит поднятие границы леса в горы, причем очень интенсивное. Об этом говорит обильное возобновление лиственницы под пологом леса, по опушкам лесных полос и островков, а также выше верхних пределов леса (рис. 4). Наиболее обильное возобновление лиственницы отмечается в тех местах, где в прошлом наблюдалось интенсивное изреживание древостоев. В настоящее время происходит увеличение густоты лиственничных редколесий, сокращение ширины межполосных безлесных пространств, заселение лесом новых территорий.

Возраст молодого поколения лиственницы не превышает 40—45 лет, что говорит о том, что наступление леса на тундру

началось с 20-х годов нынешнего столетия. Сильно препятствуют возобновлению лиственницы густые заросли ерников из карликовой березки, а также недостаток семян в местах, находящихся выше границы леса, так как возможность поступления семян из ниже расположенных древостоев очень мала, поскольку ветры дуют постоянно в противоположном направлении.

Превращение кустовых форм лиственницы в стволовую; преобладание стволовой формы у вновь появляющегося подроста и самосева в тех условиях, где более старое поколение имело кустовую форму; улучшение состояния и прироста у перестойных и полувывалившихся деревьев, боковые ветви которых образуют стволовые побеги, — все это также говорит об улучшении состояния деревьев и поднятии границы леса вверх.

К настоящему времени лес еще не завоевал тех позиций, которые он имел в прошлом из-за плохой обеспеченности семенами вышерасположенных участков и непригодности для лесовозобновления тех мест, где после усыхания и вывала древостоев произошел полный смыв почвы. При этом следует иметь в виду небольшой период расселения и возобновления леса (40 лет).

Для выяснения причин смещения верхней климатической границы леса на восточном склоне Полярного Урала был сделан анализ хода годовичного прироста по диаметру у деревьев лиственницы, произраставших на верхней границе леса. Изменение ширины годовичных колец было изучено у 10 деревьев лиственницы. При этом оказалось, что ход изменения ширины годовичных колец у лиственниц, имеющих различный возраст и собранных в различных условиях местообитания, происходит синхронно. На рис. 5 показан ход годовичного прироста по диаметру у одной из моделей, имеющей наибольший возраст (310 лет), и изменение среднегодовой температуры воздуха по данным метеостанции в Салехарде, где наблюдения ведутся с 1882 г. Как видно из рисунка, существует довольно тесная взаимосвязь между шириной годовичного слоя и среднегодовой температурой воздуха. Это дает основание сделать вывод, что прирост деревьев, произрастающих на верхнем пределе своего существования, обусловлен в основном изменением климатических условий, в частности изменением температуры воздуха. Поэтому, рассматривая изменение ширины годовичных колец, судим по ним об изменении климатических условий в сторону потепления или похолодания.

На графике хорошо заметны изменения прироста, непродолжительные по времени, порядка 10—30 лет. Но эти непродолжительные изменения климатических условий не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на динамику верхней границы леса, но, по-видимому, оказывают какое-то влияние на ход лесовозобновления и, как видно, на прирост деревьев.

На снижение или повышение верхней границы леса оказывают влияние изменения климата продолжительностью не менее 100 лет. Как видно из рис. 5, повышение прироста, начавшееся в 1720—1730-х годах, а следовательно, улучшение климатических условий продолжалось до 1820—1830-х годов, а затем сменилось резким снижением прироста деревьев до 1910—1920-х годов, т. е. ухудшением климатических условий. В начале 20-х годов нынешнего столетия произошло такое резкое увеличение прироста деревьев по диаметру, какого не наблюдалось за все 310 лет

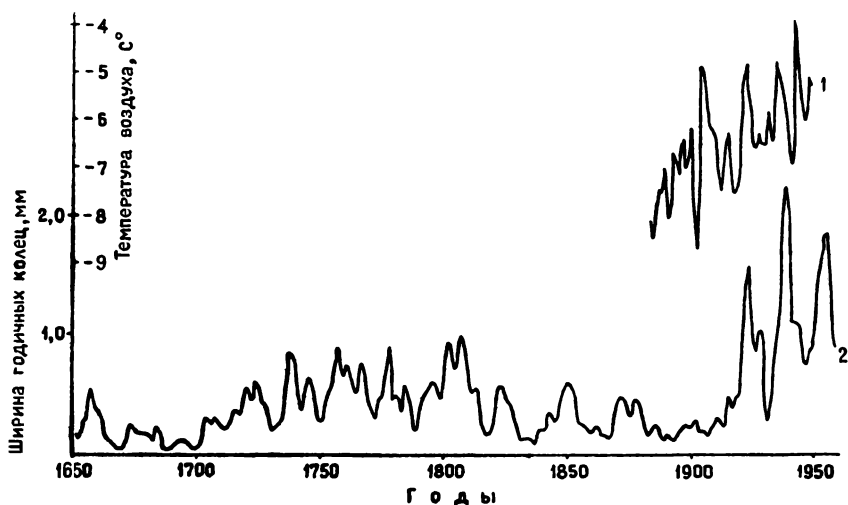


Рис. 5. Ход изменения ширины годичных колец лиственницы и среднегодовой температуры воздуха по данным метеостанции в Салехарде: 1 — трехлетняя скользящая среднегодовой температуры воздуха; 2 — трехлетняя скользящая ширины годичных колец.

их жизни. Климатологи также утверждают, что потепление климата на севере, происшедшее за последние десятилетия, не имело себе равных за последние 500—600 лет (Петров, 1960). Гелиофизики также подтверждают факт, что «... между более высокими вековыми циклами XVIII и XX столетий располагался более низкий вековой цикл XIX века» солнечной активности (Эйгенсон, 1957, стр. 75).

Для выяснения динамики верхней границы леса большое значение имеет изучение возрастной структуры лиственничных древостоев. По возрасту деревьев можно судить о времени заселения участков тундры лесом или о времени появления того или иного поколения деревьев.

В данном районе не представляет большого труда отделить одно поколение лиственницы от другого по внешнему виду де-

ревьев. Это говорит о том, что возрастные поколения отделены друг от друга длительными промежутками времени, когда не происходил возобновительный процесс. Определение возраста большого количества модельных деревьев показало также, что для лиственничных древостоев характерна ступенчатая разновозрастность, т. е. появление и выживание подроста происходит не непрерывно, а только в определенные промежутки времени. При этом обнаружилось, что появление отдельных поколений лиственницы происходило примерно в одно и то же время в насаждениях, находящихся в различных почвенно-грунтовых условиях. Из этого можно сделать вывод, что появление возрастных поколений лиственницы обусловлено климатическими условиями.

В лиственничных насаждениях на верхней границе леса выделены следующие возрастные поколения:

1. Перестойное, вываливающееся поколение, возраст которого колеблется от 270 до 330 лет. Оно появилось между 1630—1690 гг.

2. Средневозрастное поколение, возраст которого 120—180 лет, в настоящее время преобладающее на границе леса. Появление его приурочено к 1780—1840 гг.

3. Молодое поколение, возраст которого не превышает 40—45 лет. Начало его появления относится к 20-м годам нынешнего столетия и продолжается в настоящее время.

Сопоставление времени появления названных поколений лиственницы с изменением климатических условий показало, что образование возрастных поколений лиственницы приурочено к периодам потепления климата. В периоды похолодания процесс лесовозобновления почти прекращается. Особенно четко прослеживается связь между потеплениями климата и появлением средневозрастного и молодого поколений лиственницы. Средневозрастное поколение появилось в конце периода потепления климата, происходившего в XVIII столетии. Молодое поколение лиственницы приурочено к потеплению климата, происходящему в настоящее время. Не совсем ясна связь между появлением перестойного поколения с потеплением климата, что, видимо, связано с недостаточной изученностью изменений климата в этот отдаленный промежуток времени. Следует лишь указать, что на появление возрастных поколений большое влияние оказывают последующие условия, которые могут полностью уничтожить появившийся подрост.

На верхней границе леса трехступенчатая возрастная структура прослеживается не везде. У многих насаждений отсутствуют одно или два указанных выше возрастных поколения. Это наблюдается там, где недавно произошло облесение ранее безлесных участков и успело образоваться только одно или два возрастных поколения, или же появлению того или иного поколе-

- Г л у м о в Г. А. Некоторые данные по типологии березовых колков лесостепи и степи Южного Зауралья. Материалы по классификации растительности Урала. Тезисы докладов, Свердловск, 1959.
- Г л у м о в Г. А. Естественные леса южной части лесостепи Зауралья. Тр. Ин-та биологии Урал. фил. АН СССР, вып. 19, 1960.
- Г о в о р у х и н В. С. Растительность бассейна р. Ылыча (Северный Урал). Тр. о-ва изучения Урала, Сибири и Дальнего Востока, т. I, вып. I. М., 1929.
- Г о в о р у х и н В. С. Динамика ландшафтов и климатические колебания на Крайнем Севере. Изв. Всесоюз. Геогр. о-ва, № 3, 1947.
- Г о р о д к о в Б. Н. Полярный Урал в верхнем течении р. Соби. Тр. Бот. музея АН СССР, т. XIX, 1926.
- Г о р о д к о в Б. Н. Растительность тундровой зоны СССР, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1935.
- Г о р ч а к о в с к и й П. Л. Лесная растительность подгольцового пояса Урала. Сб. трудов по лесному х-ву Урал. лесотехн. ин-та, вып. 2, Свердловск, 1954.
- Г о р ч а к о в с к и й П. Л. Закономерности снегонакопления в горах Северного Урала и водоохранная роль высокогорных лесов. Тр. Урал. лесотехн. ин-та, вып. 16, Свердловск, 1959.
- Д о л г у ш и н Л. Д. Некоторые наблюдения над снежным покровом в северной части Среднего Урала зимой 1939 г. Проблемы физической географии, т. IX, Изд-во АН СССР, 1940.
- К е м м е р и х А. О. Важнейшие закономерности распределения снежного покрова на Приполярном Урале. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 4, 1957.
- Климатологический справочник СССР. Вып. 17, ч. I. Л., Гидрометеонздат, 1956.
- К о в а л ь с к и й М. Географическое определение мест и магнитные наблюдения М. Ковальского на Северном Урале. Северный Урал и береговой хребет Пай-Хой, т. I, Спб., 1853.
- П е т р о в Л. С. Структурные особенности колебаний климата Европейско-Азиатского сектора Арктики в последние десятилетия. Автореф. канд. дисс., Ленингр. гос. ун-т, 1960.
- П ь я в ч е н к о Н. И. и К о щ е е в А. Л. Причины вымочек леса в Западной Сибири. Тр. Ин-та леса АН СССР, т. XXVI, М., Изд-во АН СССР, 1955.
- С к р я б и н М. П. Вековые циклы природных условий и боровая лесная растительность лесостепи. Тр. Воронеж. гос. заповедника, вып. III. 1949.
- С к р я б и н М. П. Лесохозяйственное значение вековых циклов природных условий для боров лесостепи. Науч. зап. Воронеж. лесотехн. ин-та, т. XVII, 1960.
- С м о л о н о в о в Е. П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках в сосновых лесах восточного склона Среднего Урала и Зауралья. Тр. Ин-та биологии Урал. фил. АН СССР, вып. 16, 1960.
- С о ч а в а В. Б. Пределы лесов в горах Ляпинского Урала. Тр. Бот. музея, т. XXII, Л., Изд-во АН СССР, 1930.
- С о ч а в а В. Б. Новейшие вертикальные движения земной коры и растительный покров. Сб. МОИП «Землеведение», нов. сер., т. III (XLIII), М., 1950.
- С у к а ч е в В. Н. Растительные сообщества. Изд. 4, доп., Л.—М., Изд-во «Книга», 1928.
- Т и х о м и р о в Б. А. К вопросу о динамике полярного и вертикального пределов лесов в Евразии. «Советская ботаника», № 5—6, 1941.
- Э й г е н с о н М. С. Очерки физико-географических проявлений солнечной активности. Изд-во Львов. ун-та, 1957.