

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ЛЕДНИКИ

УДК 630.181.65: 630.561.24

**ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛЕСОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ**

А.Н. Николаев, Ю.Б. Скачков

*Институт мерзлотоведения имени П.И. Мельникова СО РАН,
677010, Якутск, ул. Мерзлотная, 36, Россия, yktnan@mpi.ysn.ru*

Проведен анализ влияния снежного покрова на рост лиственницы и сосны в Центральной Якутии. Установлена зависимость радиального прироста деревьев от высоты снежного покрова в период его установления в предыдущем году. Выявлено, что большое влияние на развитие лесной растительности в районе исследований оказывают максимальная высота и время схода снежного покрова.

Снежный покров, древесно-кольцевые хронологии, многолетняя мерзлота, радиальный прирост деревьев

**INFLUENCE OF THE SNOW COVER DYNAMICS
ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF FORESTS, CENTRAL YAKUTIA**

A.N. Nikolaev, Y.B. Skachkov

Melnikov Permafrost Institute, SB RAS, 677010, Yakutsk, Merzlotnaya str., 36, Russia, yktnan@mpi.ysn.ru

Analysis of the snow cover influence on larch and pine tree growth has been carried out in Central Yakutia. It has been established that the tree radial increment was closely related to the depth of snow cover in the period of its establishment in the previous year. It has been revealed that the maximum snow depth and the time of snow cover thawing affect greatly the development of the forest vegetation in investigated region.

Snow cover, tree-ring chronologies, the permafrost, radius growth of tree

ВВЕДЕНИЕ

Территория Центральной Якутии находится в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты. Здесь, как и для районов с характерной сменой холодного и теплого периодов года, аккумуляция снега является важнейшим фактором тепло- и влагообмена на поверхности земли, в почве и приземном слое атмосферы. Физические основы закономерностей тепло- и энергообмена между атмосферой, снежным покровом и подстилающими грунтами достаточно подробно исследованы [Порхаев, 1970; Павлов, 1975; Арэ, 1978; Фельдман и др., 1988; Балобаев, 1991].

В настоящее время хорошо изучена динамика колебаний снежного покрова. Установлены распределения максимальной высоты, плотности, испарения, состава и других характеристик снежного покрова для различных районов России и, в частности, Якутии [Шашко, 1961; Поздняков, 1963; Саввинов, 1965; Гаврилова, 1973]. Снежный покров, благодаря своим теплоизолирующим свойствам, способен влиять на свойства многолетнемерзлых

пород (ММП). Воздействуя на гидротермические свойства ММП, снежная толща оказывает существенное влияние на рост древесных пород в зоне распространения многолетней мерзлоты.

Процесс формирования снежного покрова в лесах Северного полушария достаточно полно изучен. Выявлена его мощность в различных типах лесов с большим разнообразием таксономических характеристик (возраст, бонитет, сомкнутость крон и др.) и ландшафтно-географических условий произрастания [Рутковский, 1956; Сабо, 1962].

Изучение снежного покрова в лесах Центральной Якутии проводилось многими исследователями [Поздняков, 1963, 1986; Уткин, 1965; Гаврилова, 1973]. Ими установлено, что в условиях Центральной Якутии лежащий семь-восемь месяцев снежный покров, с одной стороны, является источником пополнения запасов почвенной влаги, а с другой – теплоизолирующим экраном, предохраняющим поверхность и верхние слои почвы от

чрезмерного переохлаждения. Снежный покров как экологический фактор имеет очень большое значение для лесных экосистем. Несмотря на то что установлено, что характер снегозапасов в лесу связан с типом лесной растительности (состав, возраст, полнота и т. д.) и погодными условиями конкретных лет, остается неясной его роль в росте деревьев в условиях мерзлотных почв.

С разработкой дендрохронологических методов исследований появилась возможность изучить с другого ракурса влияние снежного покрова на рост и развитие лесов в области распространения ММП. Большинство работ по дендрохронологическим исследованиям посвящены анализу влияния температуры воздуха и количества выпадающих осадков на радиальный прирост деревьев [Шиятов, 1986; Ваганов и др., 1996; Kirdeyanov et al., 2008; Nikolaev et al., 2009]. Установлена тесная связь роста древесных пород с гидротермическими условиями мерзлотных почв Центральной Якутии [Николаев, Федоров, 2004; Nikolaev et al., 2009]. При исследовании годовичных колец деревьев было установлено значительное влияние времени схода снежного покрова на радиальный прирост деревьев в субарктических районах Средней Сибири [Vaganov et al., 1999; Kirdeyanov et al., 2003].

В настоящей статье впервые дается оценка влияния динамики снежного покрова на рост деревьев, произрастающих в условиях сплошного залегания многолетнемерзлых пород. Анализ климатических данных по высоте снежного покрова, динамике его становления и схода позволил более детально исследовать степень влияния этих показателей на радиальный прирост лиственницы и сосны в двух сопредельных районах Центральной Якутии (Лено-Вилуйское и Лено-Амгинское междуречья).

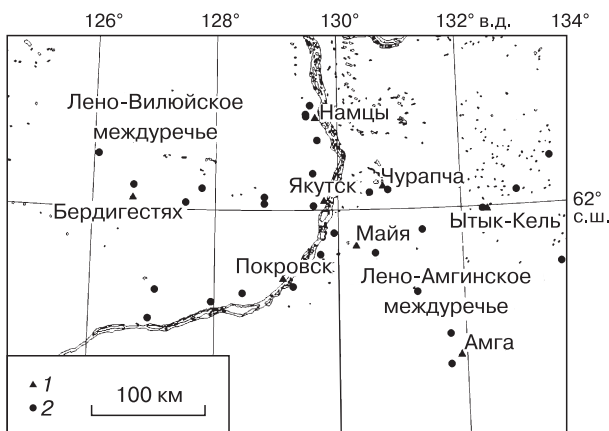


Рис. 1. Район исследований:

1 – метеостанции; 2 – участок отбора материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Главными лесообразующими породами Центральной Якутии являются лиственница Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), занимающие соответственно 84,2 и 5,5 % покрытой лесом площади [Лесной план..., 2008].

Исследования радиального прироста лиственницы и сосны проводились в Центральной Якутии на 27 участках произрастания лиственницы и на 16 участках произрастания сосны (рис. 1). Для дендрохронологического анализа с каждого участка были взяты не менее 24 кернов образцов древесины на высоте 1,3 м. Измерения ширины годовичных колец с точностью до 0,01 мм проводились при помощи измерителя LINTAB-III в лаборатории криогенных ландшафтов Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН. При датировке и построении древесно-кольцевых хронологий применялись общепринятые дендрохронологические методы с использованием специализированных программ COFESHA, ARSTAN, TSAP V3.5 и др. [Ваганов и др., 1996; Holmes, 1983; Cook, Kairiukstis, 1990].

По мерзлотному районированию район исследований относится к среднетаежным ландшафтными провинциям: Лено-Вилуйской пологоволнистой и Лено-Амгинской аласной. Мощность многолетнемерзлых пород изменяется от 200–400 м (в пределах надпойменных террас) до 400–500 м (на денудационной и денудационно-аккумулятивной равнинах) [Соловьев, 1959; Мельников и др., 1972; Иванов, 1984]. Температура мерзлых пород на глубине 15–20 м составляет –4...–8 °С. Глубина сезонного протаивания почвогрунта в зависимости от рельефа, литологии, экспозиции и типа растительности колеблется от 0,3 до 3 м.

На Лено-Амгинском междуречье широко распространены мерзлотные палевые почвы. На плоских слабодренированных участках здесь формируются мерзлотные палевые осолоделые почвы, а на песчаных отложениях вблизи речных долин встречаются мерзлотные таежные оподзоленные почвы. Для Лено-Вилуйского междуречья характерны мерзлотные таежные типичные и оподзоленные почвы. На склонах развиты мерзлотные таежные оподзоленные и дерново-карбонатные оподзоленные типы почв, а на мелкодолинных участках залегают мерзлотные пойменные дерново-лесные, торфянисто- и торфяно-болотные, лугово-болотные, дерновые глеевые типы почв [Еловская, Коноровский, 1978].

Рост и развитие древесных пород приурочен к определенным типам почв. Лиственница образует поверхностные корни, предпочитая среднеплодородные и среднеувлажненные суглинистые почвы

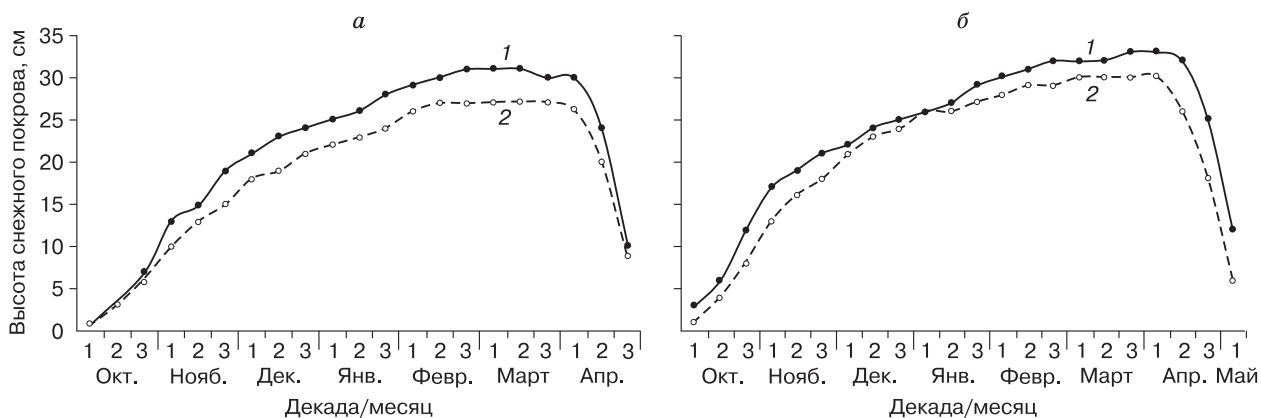


Рис. 2. Осредненная динамика высоты снежного покрова для метеостанций Якутск (а) и Чурапча (б):

1 – защищенное место; 2 – открытое место.

(низкотемпературные ландшафты). Она хуже растет на сухих и переувлажненных почвах. В свою очередь, сосна произрастает на сухих песчаных и супесчаных хорошо аэрируемых и прогреваемых почвах (высокотемпературные ландшафты) [Дохунаев, 1988]. Основная масса корней располагается на глубине до 1 м и лишь малое их количество может достигать еще большей глубины, которая ограничивается максимальной глубиной сезонного протаивания почвогрунтов. По мерзлотным характеристикам лиственница распространена на участках с низкотемпературными грунтами, а сосна – с высокотемпературными.

Климат Центральной Якутии характеризуется резкой континентальностью, продолжительной и малоснежной зимой с низкими температурами воздуха, а также жарким и коротким летом с большой инсоляцией и малым количеством осадков [Гаврилова, 1973; Скачков, 2000].

Динамика снегонакопления для Центральной Якутии в общих чертах представлена на рис. 2. В начальный период зимнего сезона (октябрь–ноябрь) высота снежного покрова увеличивается с постоянной скоростью, т. е. практически линейно во времени. В дальнейшем снегонакопление продолжается с меньшей скоростью уже по степенному закону [Фельдман и др., 1988].

После достижения максимальной за зиму высоты снега (вторая половина марта) происходит резкое ее уменьшение за счет испарения, оседания и начала снеготаяния. Последний этап длится, как правило, три-четыре недели. Разрушение и сход снежного покрова происходят в третьей декаде апреля – первой декаде мая (см. таблицу). Максимальная высота снега в Центральной Якутии варьирует в среднем от 30 до 50 см. Плотность снега в середине зимы составляет 150–160 кг/м³, а в конце зимнего сезона – 200–250 кг/м³.

Максимальная высота снежного покрова на метеостанциях Центральной Якутии меняется незначительно в пределах региона. Этот факт позволил нам использовать данные по снежному покрову метеостанций Якутск (для участков Лено-Вилюйского междуречья) и Чурапча (для участков Лено-Амгинского междуречья), имеющих наиболее длительные и полные ряды наблюдений (1930–2009 и 1966–2009 гг. соответственно), при оценке его воздействия на развитие древесных пород.

При анализе влияния климатических факторов (температуры воздуха, количества осадков) на радиальный прирост деревьев также были использованы данные ближайших метеостанций Якутск и Чурапча, которые имеют наиболее длительные

Основные даты наблюдения динамики снежного покрова на метеостанциях Якутск и Чурапча

| Станция | Период | Число дней со снежным покровом | Дата появления снежного покрова | | | Дата образования устойчивого снежного покрова | | | Дата разрушения устойчивого снежного покрова | | | Дата схода снежного покрова | | |
|---------|-----------|--------------------------------|---------------------------------|--------------|---------------|---|--------------|---------------|--|--------------|---------------|-----------------------------|--------------|---------------|
| | | | средняя | самая ранняя | самая поздняя | средняя | самая ранняя | самая поздняя | средняя | самая ранняя | самая поздняя | средняя | самая ранняя | самая поздняя |
| Якутск | 1947–2009 | 203 | 2/X | 11/IX | 24/X | 12/X | 27/IX | 27/X | 24/IV | 15/IV | 14/V | 3/V | 15/IV | 20/V |
| Чурапча | 1933–2009 | 208 | 30/IX | 10/IX | 24/X | 10/X | 25/IX | 24/X | 2/V | 15/IV | 16/V | 6/V | 19/IV | 21/V |

ряды наблюдений (1890–2009 и 1930–2009 гг. соответственно). Зависимость радиального прироста деревьев от изменений климатических факторов оценивалась при помощи корреляционного анализа по программе STATISTICA6. Отсчет времени велся с конца вегетационного периода (в нашем случае с сентября) предыдущего года до конца августа текущего [Ваганов и др., 1996; Cook, Kairiukstis, 1990].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Были построены древесно-кольцевые хронологии для территории Центральной Якутии (рис. 3). Корреляционный анализ показал большую схожесть радиального прироста деревьев между близлежащими участками. Для каждой исследуемой территории были построены генерализованные хронологии по лиственнице и сосне. На рис. 3 видно, что радиальный прирост лиственницы и сосны имеет как синхронные, так и асинхрон-

ные периоды. Особенно большая схожесть радиального прироста этих двух пород отмечается для деревьев Лено-Амгинского междуречья. На этой территории кроме климатических факторов на рост деревьев влияют своеобразные мерзлотно-ландшафтные условия местности, которые являются основной причиной недостатка увлажнения на межлассных пространствах.

Между построенными генерализованными древесно-кольцевыми хронологиями и климатическими данными ближайших метеорологических станций был проведен корреляционный анализ (рис. 4). Из анализа следует, что в Центральной Якутии на радиальный прирост лиственницы существенное влияние оказывает температура воздуха в раннелетний период, а также ее величина в период, предшествующий весеннему сходу снега. Отмечается положительная связь прироста древесных колец с температурой воздуха в марте. Чем теплее в марте, тем быстрее сходит снежный покров в апреле и, следовательно, раньше начинает-

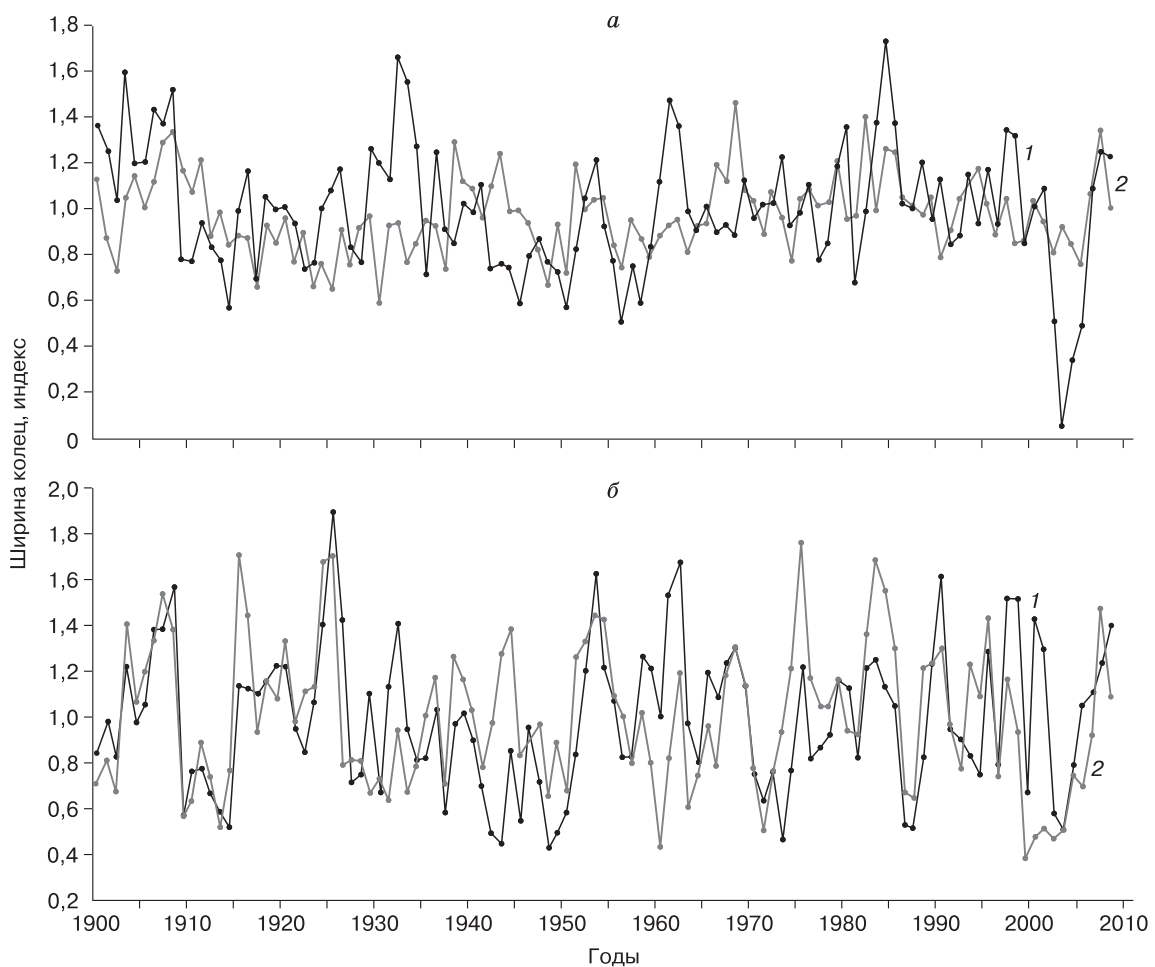


Рис. 3. Древесно-кольцевые хронологии на участках Лено-Вилуйского (а) и Лено-Амгинского (б) междуречий:

1 – лиственница, 2 – сосна.

ся прогревание деятельного слоя и вегетационный период.

Почти все древесно-кольцевые хронологии показывают значимую корреляцию с температурой воздуха в мае ($r = 0,27$ при $p < 0,05$), а для некоторых западных участков в июне ($r = 0,25$ при $p < 0,05$). Эти результаты хорошо согласуются с выводами многих авторов о существенном влиянии раннелетних температур воздуха на радиальный прирост деревьев [Шиятов, 1986; Ваганов и др., 1996; Николаев, Федоров, 2004]. В дальнейшие летние месяцы (июль–август) температура воздуха слабо влияет на радиальный прирост лиственницы.

Интересная отрицательная связь наблюдается с температурой воздуха в ноябре ($r = 0,23$ при $p < 0,05$) на Лено-Амгинском междуречье как для лиственницы, так и для сосны. В это время происходит сильное промерзание деятельного слоя почвы, а также интенсивно протекают процессы миграции почвенной влаги в деятельном слое.

Для радиального прироста сосны большое значение имеют весенние температуры воздуха ($r = 0,25$ при $p < 0,05$), обеспечивающие ранний сход снега и прогревание почвенного покрова. Для обоих районов характерна отрицательная корреляционная связь роста сосны с летними температурами воздуха ($r = 0,25$ при $p < 0,05$). Высокие летние температуры воздуха, вызывая иссушающий эффект, негативно отражаются в радиальном приросте сосны. Интересная положительная связь наблюдается между температурой воздуха в ноябре ($r = 0,25$ при $p < 0,05$) и радиальным приростом сосны на Лено-Вилюйском междуречье. В свою очередь, отмечается отрицательная связь между радиальным приростом сосны на Лено-Амгинском междуречье и температурой воздуха в ноябре ($r = -0,22$ при $p < 0,05$), что характерно и для лиственницы этого района.

Осадки в основном не очень значимы для радиального прироста лиственницы на Лено-Вилюйском междуречье. Для лиственниц, произрас-

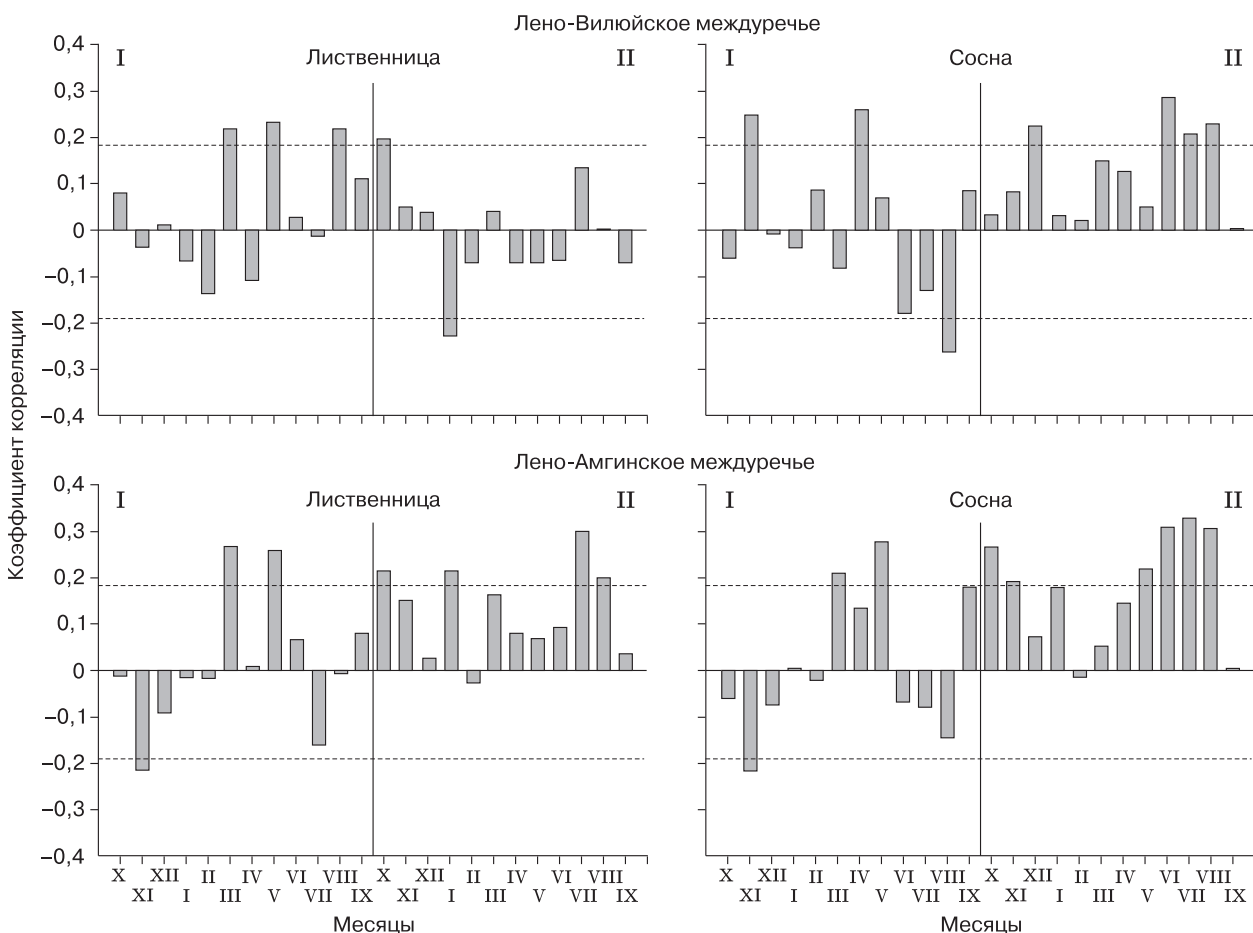


Рис. 4. Коэффициенты корреляции древесно-кольцевых хронологий Лено-Вилюйского и Лено-Амгинского междуречий с температурой воздуха (I) и осадками (II) ближайших метеостанций.

Штриховыми линиями отмечен доверительный интервал при $p < 0,05$.

тающих на Лено-Амгинском междуречье, наблюдается положительная корреляционная связь с осадками, выпадающими в июле ($r = 0,32$ при $p < 0,05$). При этом большое значение имеет количество осадков, выпадающих в октябре–ноябре предыдущего года ($r = 0,22$ при $p < 0,05$), которые, инфильтруясь в почвогрунты деятельного слоя, задерживаются в почве при промерзании последнего и используются растениями в следующий вегетационный сезон.

Для сосны, произрастающей в Центральной Якутии, важна роль осадков, выпадающих в период с июня по август ($r = 0,32$ при $p < 0,05$), а для деревьев Лено-Амгинского междуречья еще и в мае ($r = 0,23$ при $p < 0,05$). Почти на всех участках для сосны значимое влияние имеют осенние осадки предыдущего года. Однако если для сосняков Лено-Амгинского междуречья важны осадки в октябре ($r = 0,27$ при $p < 0,05$), то для Лено-Вилуйского междуречья наиболее значимыми являются осадки в декабре ($r = 0,25$ при $p < 0,05$). В первом случае осадки октября, накапливаясь в деятельном слое в виде почвенной влаги, используются деревьями в течение вегетационного периода следующего года. Во втором случае осадки декабря в виде снежного покрова выступают как теплоизоляционный слой, препятствующий сильному выхолаживанию почвогрунтов.

На характер промерзания и прогревания деятельного слоя почвы большое влияние оказывает снежный покров. Чем раньше происходит образование устойчивого снежного покрова осенью и больше снегонакопление в начале зимы, тем более значительны теплоизоляционные эффекты снега [Кудрявцев, 1967; Некрасов, 1981]. В связи с этим нами было оценено влияние динамики снежного покрова на рост и развитие древесных пород Центральной Якутии. Был проведен корреляционный анализ отдельных характеристик снега (среднедекадной и максимальной высоты, даты образования устойчивого снежного покрова, длительности его залегания и схода) с радиальным приростом лиственницы и сосны для двух смежных районов Центральной Якутии. В период образования и схода снежного покрова использованы средние декадные данные, а в период с декабря по февраль – максимальные среднедекадные данные за месяц.

Результаты анализа свидетельствуют о существенном влиянии снежного покрова на радиальный прирост лиственницы и сосны. Для этих древесных пород одинаково большое значение имеет высота снежного покрова в зимние месяцы (рис. 5). Интенсивность и характер влияния снежного покрова на рост деревьев зависит от его величины во время образования в предзимний и схода в весенний периоды, а также от породы дерева и условий местопроизрастания. Снежный покров представляет собой промежуточную среду,

уменьшающую тепло- и массообмен между почвой и приземным слоем атмосферы в холодное время года и препятствующую понижению температуры почвы.

На Лено-Вилуйском междуречье радиальный прирост лиственниц в большой степени зависит от высоты снежного покрова в октябре, а в ноябре эта связь почти исчезает. Это можно объяснить тем, что раннее становление снежного покрова на суглинистых почвах лиственничных лесов препятствует сильному выхолаживанию почвогрунтов и обеспечивает более равномерное распределение почвенной влаги в период промерзания. В отличие от этого на супесчаных грунтах в сосновых лесах Лено-Вилуйского междуречья высота снежного покрова не оказывает значимого влияния на радиальный прирост деревьев. Только к концу ноября высота снежного покрова начинает значимо коррелировать с ростом сосны. Видимо, в начале наступления сильных морозов более мощный снежный покров начинает выполнять теплоизолирующую роль, препятствуя сильному выхолаживанию почвогрунта.

На Лено-Амгинском междуречье высокий снежный покров в октябре не очень благоприятен для радиального прироста деревьев, а на рост лиственницы оказывает даже отрицательное воздействие. В этом районе Центральной Якутии, где широко распространены аласные котловины, быстрое промерзание грунтов имеет большое значение для сохранения осенних влагозапасов в почвогрунтах лесных насаждений. При медленном промерзании грунтов усиливается сток надмерзлотных вод сезонноталого слоя в водосборные котловины, что негативно сказывается на росте древесных растений в последующий вегетационный сезон.

Для роста сосны высота снежного покрова в октябре не имеет большого значения. Связано это с тем, что сосна растет преимущественно на песчаных грунтах. Во влажные годы ранний и высокий снежный покров препятствует более быстрому промерзанию грунтов и способствует оттоку влаги в нижние слои почвенно-грунтового разреза. В сухие же годы малоснежные зимы способствуют быстрому промерзанию и иссушению песчаных грунтов, поэтому консервации влаги в верхних слоях не наблюдается.

В начале весеннего периода на всех участках наблюдаются схожие результаты. Отмечена высокая корреляционная связь прироста деревьев с высотой снежного покрова в марте и первой декаде апреля. В Центральной Якутии в марте, как правило, отмечается максимальная высота снежного покрова (см. рис. 2).

В дальнейшем корреляционная связь радиального прироста деревьев с высотой снежного покрова снижается, в некоторых случаях к третьей

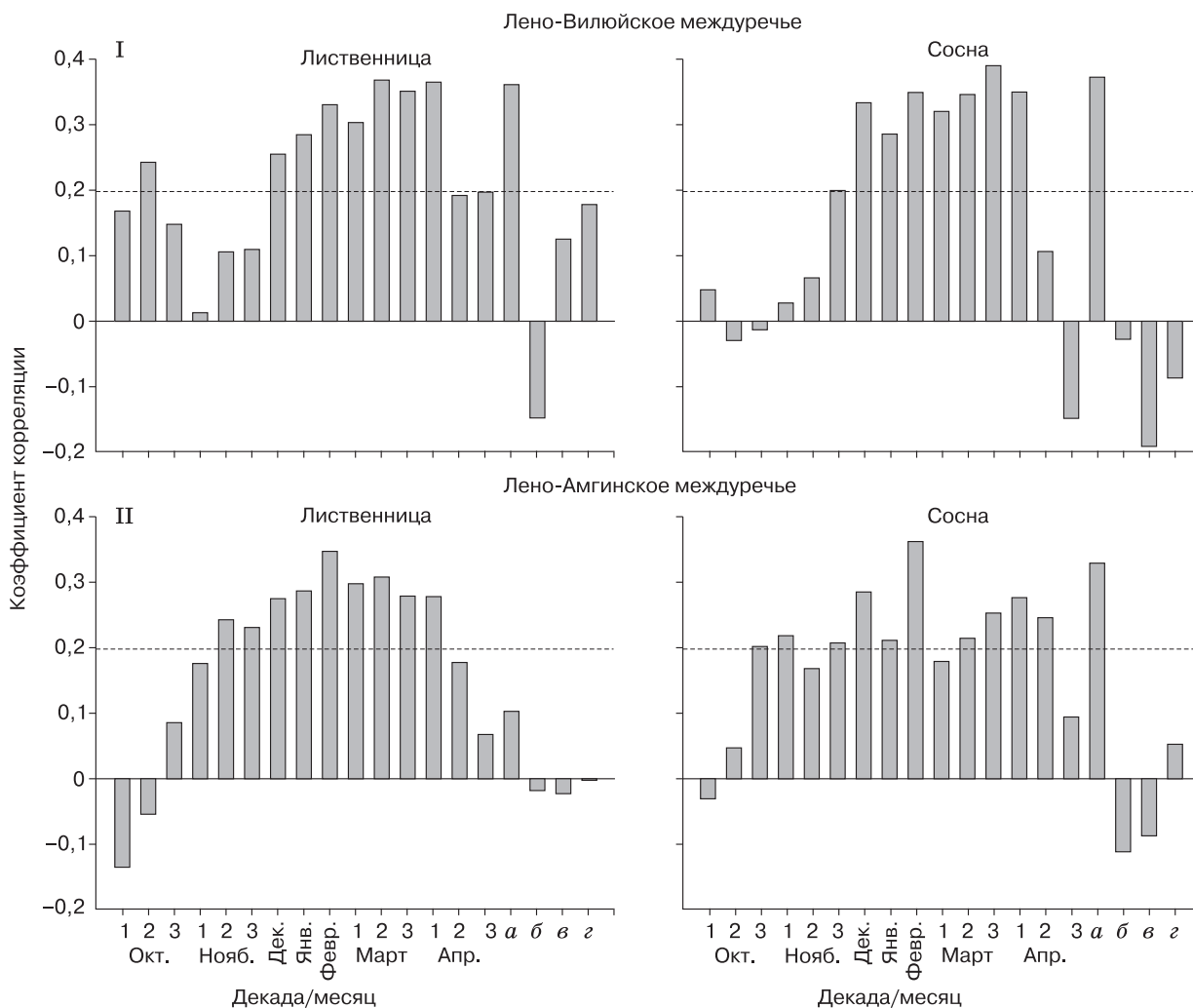


Рис. 5. Коэффициенты корреляции радиального прироста деревьев с высотой снежного покрова метеостанций Якутск (I) и Чурапча (II).

Штриховой линией отмечен доверительный интервал при $p < 0,05$. Снежный покров: а – максимальная высота, б – дата образования, в – дата разрушения, г – период снега.

декаде апреля она достигает отрицательных значений. Если в зимние месяцы, включая март, снежный покров действует как защитный слой, препятствующий выхолаживанию почвогрунтов, то в апреле снег начинает противодействовать процессу повышения температуры грунтов.

Максимальная средняя декадная высота¹ снежного покрова за месяц хорошо коррелирует с ростом растительности для всех участков, за ис-

ключением лиственничников Лено-Амгинского междуречья. Особенно большое значение высокий снежный покров имеет для сосняков, играя роль теплоизолятора в холодное время года и дополнительного источника влаги в начале вегетационного периода. Для лиственниц Лено-Вилуйского междуречья воздействие снега схоже с тем, что описано для сосны. Для Лено-Амгинского междуречья большого значения мощность снежного покрова

¹ На станциях ежедневно по стационарной рейке измеряется высота снега. После завершения декады вычисляется среднедекадная величина. В каждый зимний месяц их три: 1-я декада – с 1 по 10; 2-я декада – с 11 по 20; 3-я декада – с 21 по 30(31). Поскольку в условиях Центральной Якутии не бывает оттепелей в период с середины ноября до середины марта, высота снега постоянно растет и имеет максимальное значение, как правило, в марте. Но бывают и исключения, когда в отдельные зимы максимальная среднедекадная высота снежного покрова отмечается в феврале (35 % случаев), апреле (9 % случаев) и январе (6 % случаев). Таким образом, в каждую зиму может быть только одно значение “максимальной (наибольшей) среднедекадной высоты снежного покрова”.

не имеет. Дело в том, что для этого района вода при таянии снежного покрова не успевает впитываться в почву и большей частью стекает в алаские котловины. В сосняках этого района вода хорошо питает почву, поскольку сухие супесчаные грунты прогреваются быстрее суглинистых и в период снеготаяния имеют возможность впитывать талую снеговую воду.

Проведено сравнение радиального прироста лиственницы и сосны с высотой снежного покрова в период становления и с его максимальным средним декадным значением за зимний период (рис. 6). На рис. 6 видно, что лиственница и сосна по-разному реагируют на высоту снежного покрова. Реакция лиственницы на динамику снежного покрова достаточно резкая. Высота и время установления снежного покрова в начале зимнего периода оказывают существенное влияние на ради-

альный прирост лиственницы в последующий вегетационный сезон.

В начале зимы на суглинистых почвах, на которых в основном произрастают лиственничные леса, происходит миграция почвенной влаги в сторону верхней и нижней границ сезонного промерзания грунтов. Во влажные или сухие периоды данный процесс происходит по-разному, так как интенсивность промерзания суглинистых почв с большей или меньшей водонасыщенностью различается существенно.

Судя по величине радиального прироста двух пород деревьев, сосновый лес в условиях Центральной Якутии более спокойно реагирует на изменения высоты снежного покрова, показывая при этом хорошую синхронность с его многолетней динамикой. Известно, что сосняки в Центральной Якутии произрастают на песчаных поч-

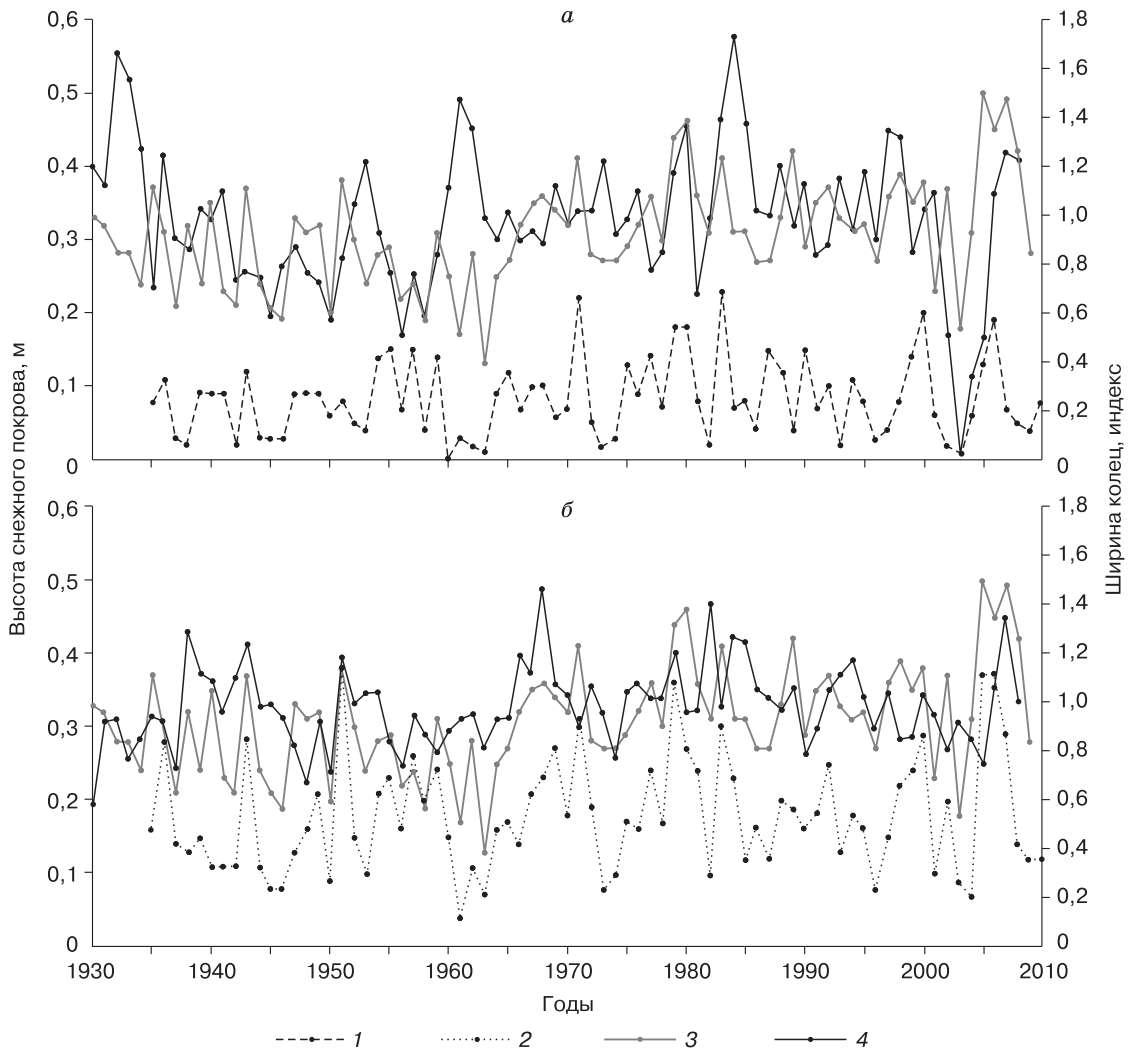


Рис. 6. Сопоставление изменения высоты снежного покрова октября (1) и ноября (2) предыдущего года, а также максимальной среднедекадной высоты за зимний период (3) по метеостанции Якутск с шириной годичных колец (4) лиственницы (а) и сосны (б).

вах. Во влажные и сухие годы в верхней части сезонноталого слоя, где располагается основная корневая система сосны, не наблюдается большого различия в количестве влагозапасов. Связано это с тем, что пески, в отличие от суглинков, не обладают большой влагоудерживающей способностью. Мерзлые пески имеют большую пористость и способны пропускать через себя воду вплоть до подошвы зоны аэрации. Поэтому на песчаных почвах основная масса грунтовых вод (до 70 %) находится на границе протаивающего и мерзлого слоев, а в интервале от 0,4 до 1,5 м к концу теплого периода появляется иссушенный песчаный слой, который возникает независимо от сухих или влажных периодов [Бойцов, Лебедева, 1989]. В связи с этим радиальный прирост сосны в меньшей степени реагирует на состояние снежного покрова в начале зимнего периода, хотя и показывает синхронную динамику с высотой снега в ноябре.

Проведенные исследования показали, что при одних и тех же условиях снегонакопления на суглинистых почвах, где преимущественно произрастают лиственничные леса, осеннее промерзание грунтов существенно отличается от промерзания на супесчаных почвах, где в основном распространены сосновые леса. Например, в зимний период 2002/03 г. снежный покров характеризовался более поздним сроком становления и довольно небольшой высотой. Суглинистые почвы достаточно сильно промерзли, что способствовало образованию очень узких годовичных колец, так как медленное прогревание сильно выхолаженных грунтов задержало начало ростовых процессов у лиственницы. Подобное воздействие снежного покрова на супесчаных почвах не сказалось на радиальном приросте сосны и не помешало своевременному началу вегетационного периода, так как супесчаные почвы в весенний период быстро прогреваются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе наших исследований отмечена положительная корреляционная связь температуры воздуха раннелетних месяцев с радиальным приростом лиственницы и сосны. С середины вегетационного периода высокая температура воздуха начинает отрицательно влиять на рост сосны.

Температура воздуха и условия промерзания почвы в ноябре отрицательно коррелируют с радиальным приростом лиственницы и сосны Лено-Амгинского междуречья. Высокие значения температуры воздуха способствуют более медленному промерзанию грунтов и большему оттоку надмерзлотных вод в аласные котловины. В результате этого уменьшается количество почвенной влаги, что негативно сказывается на радиальном приросте

деревьев в следующий вегетационный сезон. Для Лено-Вилуйского междуречья вышеназванные корреляции отсутствуют.

Осадки летнего периода наиболее значимы для роста сосны и лиственницы Лено-Амгинского междуречья, в отличие от Лено-Вилуйского междуречья. Отмечено большое влияние осадков предыдущей осени на радиальный прирост сосны и лиственницы для обоих районов.

В результате проведенных исследований выявлена тесная связь динамики развития снежного покрова с ходом радиального прироста древесных пород для двух исследуемых районов Центральной Якутии. Снежный покров по отношению к лесной растительности выполняет двойственную функцию. С одной стороны, он играет важную теплоизолирующую роль в зимнее время, предохраняя корневую систему растений от сильного переохлаждения, а с другой – снабжает почвенно-грунтовой слой дополнительной влагой в начале вегетационного периода.

Наиболее значимыми для роста лиственницы и сосны являются мощность снега в период промерзания деятельного слоя почвы, максимальная высота в конце зимы и сроки схода снежного покрова. На радиальном приросте лиственницы на Лено-Вилуйском междуречье положительно сказывается мощный снежный покров в октябре, тогда как для сосны этого региона время образования снежного покрова большого значения не имеет. В свою очередь, высокий снежный покров в этот период на Лено-Амгинском междуречье отрицательно влияет на радиальный прирост лиственницы и сосны.

Во второй декаде апреля снежный покров, который в зимний период выполнял теплоизоляционную функцию, начинает препятствовать прогреванию почвы. Этот факт отрицательно сказывается на радиальном приросте деревьев.

Проведенные исследования также показали, что при использовании дендрохронологических методов можно успешно выяснять особенности и закономерности воздействия динамики снежного покрова на развитие лесной растительности, произрастающей в области распространения сплошных многолетнемерзлых пород.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 13.

Литература

- Арз А.Л. Снежный покров Центральной Якутии, особенности его радиационного и гидротермического режима // Теплообмен в мерзлотных ландшафтах. Якутск, ИМЗ СО АН СССР, 1978, с. 30–42.
- Балобаев В.Т. Геотермия мерзлой зоны литосферы Севера Азии. Новосибирск, Наука, 1991, 193 с.

- Бойцов А.В., Лебедева Т.Н.** Водный режим песчаных грунтов слоя сезонного протаивания в Центральной Якутии // Мерзлотно-геологические исследования зоны свободного водообмена. М., Наука, 1989, с. 27–47.
- Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С.** Дендроклиматологические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск, Наука, 1996, 246 с.
- Гаврилова М.К.** Климат Центральной Якутии. Якутск, Кн. изд-во, 1973, 120 с.
- Дохунаев В.Н.** Корневая система растений на мерзлотных почвах Якутии. Якутск, ЯФ СО АН СССР, 1988, 176 с.
- Еловская Л.Г., Коноровский А.К.** Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии. Новосибирск, Наука, 1978, 175 с.
- Иванов М.С.** Криогенное строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины. Новосибирск, Наука, 1984, 126 с.
- Кудрявцев В.А.** Влияние снежного покрова на сезонное промерзание и оттаивание и температурный режим почвы // Мерзлотные исслед., 1967, вып. 7, с. 21–26.
- Лесной план Республики Саха (Якутия).** Архив Департамента по лесным отношениям Министерства охраны природы РС (Я), 2008, 229 с.
- Мельников П.И., Балобаев В.Т., Кутасов И.М., Девяткин В.Н.** Геотермические исследования в Центральной Якутии // Геология и геофизика, 1972, № 12, с. 134–137.
- Некрасов И.А.** Снежный покров и глубокое промерзание литосферы // Тематические и региональные исследования мерзлотных толщ Северной Евразии. Якутск, ИМЗ СО АН СССР, 1981, с. 3–21.
- Николаев А.Н., Федоров П.П.** Влияние климатических факторов и термического режима мерзлотных почв Центральной Якутии на радиальный прирост лиственницы и сосны (на примере стационара “Спасская Падь”) // Лесоведение, 2004, № 6, с. 51–55.
- Павлов А.В.** Теплообмен почвы с атмосферой в северных и умеренных широтах СССР. Якутск, Кн. изд-во, 1975, 302 с.
- Поздняков Л.К.** Гидроклиматический режим лиственничных лесов Центральной Якутии. М., Изд-во АН СССР, 1963, 146 с.
- Поздняков Л.К.** Мерзлотное лесоведение. Новосибирск, Наука, 1986, 192 с.
- Порхаев Г.В.** Тепловое взаимодействие зданий и сооружений с вечномерзлыми грунтами. М., Наука, 1970, с. 41–46.
- Рутковский В.И.** Влияние лесов на накопление снега // Снег и талые воды. М., Изд-во АН СССР, 1956, с. 184–205.
- Сабо Е.Д.** Некоторые результаты исследований формирования снежного покрова в лесе // Снежный покров, его распределение и роль в народном хозяйстве. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 98–103.
- Саввинов Д.Д.** Об испарении снега в пригородной зоне Якутска // Природные условия и народное хозяйство Якутской АССР. Якутск, Кн. изд-во, 1965, с. 144–151.
- Скачков Ю.Б.** Современные изменения климата Центральной Якутии // Климат и мерзлота: комплексные исследования в Якутии. Якутск, ИМЗ СО РАН, 2000, с. 55–63.
- Соловьев П.А.** Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. М., Изд-во АН СССР, 1959, 144 с.
- Уткин А.И.** Леса Центральной Якутии. М., Наука, 1965, 208 с.
- Фельдман Г.М., Тетельбаум А.С., Шендер Н.И., Гаврильев Р.И.** Пособие по прогнозу температурного режима грунтов Якутии. Якутск, ИМЗ СО АН СССР, 1988, 240 с.
- Шашко Д.Н.** Климатические условия земледелия Центральной Якутии. М., Изд-во АН СССР, 1961, 264 с.
- Шиятов С.Г.** Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М., Наука, 1986, 136 с.
- Cook E.R., Kairiukstis L.** Methods of dendrochronology. Application in environmental sciences. Dordrecht, Kluwer Acad. Publ., 1990, 394 p.
- Holmes R.L.** Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement // Tree-ring Bull., 1983, vol. 44, p. 69–75.
- Kirdyanov A., Hughes M., Vaganov E. et al.** The importance of early summer temperature and date of snow melt for tree growth in the Siberian Subarctic // Trees, 2003, vol. 17, p. 61–69.
- Kirdyanov A.V., Treydte K.S., Nikolaev A.N. et al.** Climate signals in tree-ring width, density and $\delta^{13}\text{C}$ from larches in Eastern Siberia (Russia) // Chem. Geol., 2008, vol. 252, p. 31–41.
- Nikolaev A., Fedorov P., Desyatkin A.** Influence of climate and soil hydrothermal regime on radial growth of *Larix cajanderi* and *Pinus sylvestris* in Central Yakutia, Russia // Scandinavian J. Forest Res., 2009, vol. 24, iss. 3, p. 217–226. DOI: 10.1080/02827580902971181.
- Vaganov E.A., Hughes M.K., Kirdyanov A.V. et al.** Influence of snowfall and melt timing on tree growth in subarctic Eurasia // Nature, 1999, vol. 400, p. 149–151.

Поступила в редакцию
6 сентября 2010 г.