

СТАТЬИ

УДК 630*161

**ДИНАМИКА РАДИАЛЬНОГО РОСТА
ЛИСТВЕННИЦЫ (*LARIX SIBIRICA* L.)
В ПРИТУНДРОВЫХ ЛЕСАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Неверов Н.А., Полякова Е.В.

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск,
e-mail: na-neverov@yandex.ru*

На севере Европейской части России древостои с высокой долей лиственницы выполняют природоохранную функцию и способствуют повышению продуктивности лесов. Однако доля лиственницы неуклонно снижается и в настоящее время достигает 0,2% от лесопокрытой площади региона. Цель данного исследования – выявить особенности динамики радиального прироста лиственницы, произрастающей в притундровой тайге Архангельской области на территории распространения карстующихся пород (известняк, гипс, доломит) пермского и каменноугольного периодов. Изучались естественные перестойные древостои с участием лиственницы. Всего заложено семь пробных площадей, из них шесть в притундровых лесах и одна – в подзоне средней тайги. На каждой пробной площади отобрано по 30 кернов древесины лиственницы возрастным буровом на высоте груди. С помощью прибора Lintab 6 и программного обеспечения Tsap-Win определялись параметры ширины годичного кольца с точностью до 0,01 мм. Средняя ширина годичного кольца варьирует в пределах 0,6–0,9 мм, причем в притундровой тайге радиальный рост лиственницы не уступает деревьям из средней тайги. Данные выводы подтверждаются статистически. По динамике радиального роста наблюдается плавное снижение роста с 0,7–1,7 мм в 10 лет до 0,2–0,6 мм в 230 лет. Столь низкие различия по скорости радиального роста между притундровой и средней тайгой заключаются, на наш взгляд, в неглубоком залегании карстующихся пород, которые, снижая pH, повышают почвенное плодородие, а также длительном периоде белых ночей и высокой фотосинтетической продуктивности хвои лиственницы.

Ключевые слова: лиственница (*Larix sibirica* L.), ширина годичного слоя, притундровые леса, Архангельская область

**DYNAMICS OF RADIAL GROWTH OF LARCH (*LARIX SIBIRICA* L.)
IN THE TUNDRA FORESTS OF THE ARKHANGELSK REGION**

Neverov N.A., Polyakova E.V.

*N.P. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research,
Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, e-mail: na-neverov@yandex.ru*

In the north of the European part of Russia, forest stands with a high proportion of larch perform a conservation function and contribute to an increase in forest productivity. However, the proportion of larch is steadily declining, and currently reaches 0.2% of the forested area of the region. The purpose of this study is to identify the features of the dynamics of the radial growth of larch growing in the taiga of the Arkhangelsk region on the territory of distribution of karst rocks (limestone, gypsum, dolomite) of the Permian and Carboniferous periods. Natural overgrown forests with larch were studied. A total of 7 trial plots were established, of which 6 were in tundra forests and one was in the middle taiga subzone. On each trial plot, 30 larch wood cores were taken with an age borer at breast height. Using the Lintab 6 device and the Tsap-Win software, the annual ring width parameters were determined with an accuracy of 0.01 mm. The average width of the annual ring varies within 0.6-0.9 mm, and in the near-tundra taiga, the radial growth of larch is not inferior to trees from the middle taiga. These conclusions are confirmed statistically. According to the dynamics of radial growth, there is a gradual decrease in growth from 0.7-1.7 mm at 10 years to 0.2-0.6 mm at 230 years. Such low differences in the rate of radial growth between the near-tundra and middle taiga, in our opinion, are due to the shallow occurrence of karst rocks, which, by lowering pH, increase soil fertility, as well as the long period of white nights and the high photosynthetic productivity of larch needles.

Keywords: larch (*Larix sibirica* L.), annual layer width, tundra forests, Arkhangelsk region

Леса притундровой зоны обладают наибольшей фитомассой по сравнению с остальными подзонами тайги региона. Они являются неотъемлемой частью в жизненных циклах экосистем и формируют условия обитания многих живых организмов. Притундровые леса выступают в роли основы биогеоценозов. Их сохранение весьма важно для поддержания уникального биоразнообразия и сложных биологических круговоротов [1]. В Архангельской области расположено 32% от всех притундровых

лесов Европейской части России. В породном составе преобладают ельники (более 70%), березняки (около 16%), сосняки (11%); лиственничниками занято порядка 2% покрытой лесом площади. К перестойным насаждениям относится 90% древостоев со средним классом бонитета (Va-Vб).

Основными лимитирующими факторами продуктивности древостоев являются недостаток солнечной энергии и бедность почв. Однако на локальном уровне за счет микроклиматических условий, обуслов-

ленных микрорельефом, во многих типах ландшафта возможно ослабление действия этих факторов.

Низкая продуктивность притундровых лесов компенсируется их повышенной устойчивостью к неблагоприятным климато-эдафическим факторам. Однако данные лесные экосистемы остаются весьма уязвимыми при любой антропогенной нагрузке [2].

На севере Европейской части России древостои с участием лиственницы имеют высокую природоохранную ценность. Лиственница способствует повышению продуктивности древостоев, однако ее доля в составе лесов неуклонно падает не только в Архангельской области, но также в некоторых районах Восточной Сибири [3]. За последние 300 лет доля лиственницы на лесопокрытой площади региона снизилась с 5% в 1960 г. до 0,24% в 2008 г. [4]. Это связано с интенсивными рубками, в первую очередь на нужды кораблестроения, в течение XVIII–XX вв. и значительным снижением количества пожаров, которые, уничтожая лесную подстилку, способствуют

прорастанию семян лиственницы и более успешному возобновлению породы.

На данный момент на территории Пинежского, Мезенского и Лешуконского районов сконцентрировано 95% всех лиственничников региона [4]. Высокопродуктивные древостои с преобладанием или высокой долей лиственницы в составе (III класс бонитета) тяготеют к близкому залеганию или выходу на дневную поверхность известняков, гипсов и доломитов, на которых формируются плодородные, хорошо дренированные почвы [5].

Цель данного исследования – выявить особенности динамики радиального прироста лиственницы, произрастающей в подзоне притундровых лесов Архангельской области.

Материалы и методы исследования

Лиственница сибирская (*Larix sibirica*) – вид, наиболее характерный для Урала и Сибири, но по «карстовым коридорам» и «карстовым островам» он может проникать далеко на запад [6].

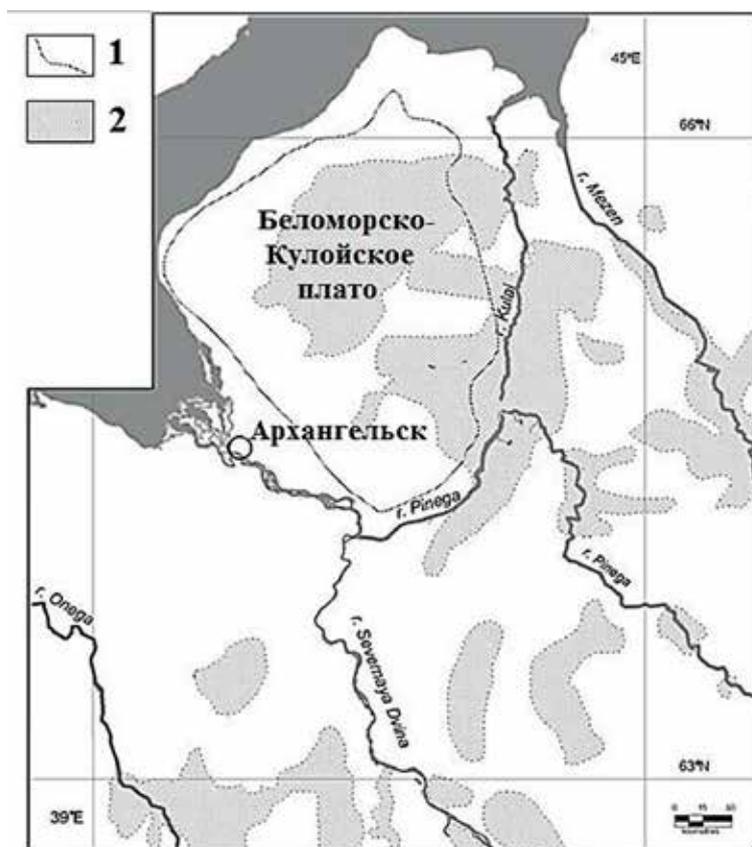


Рис. 1. Распространение лиственничных лесов в подзоне северной тайги Архангельской области, по [6]:
1 – граница Беломорско-Кулойского плато, 2 – леса с насаждениями лиственницы

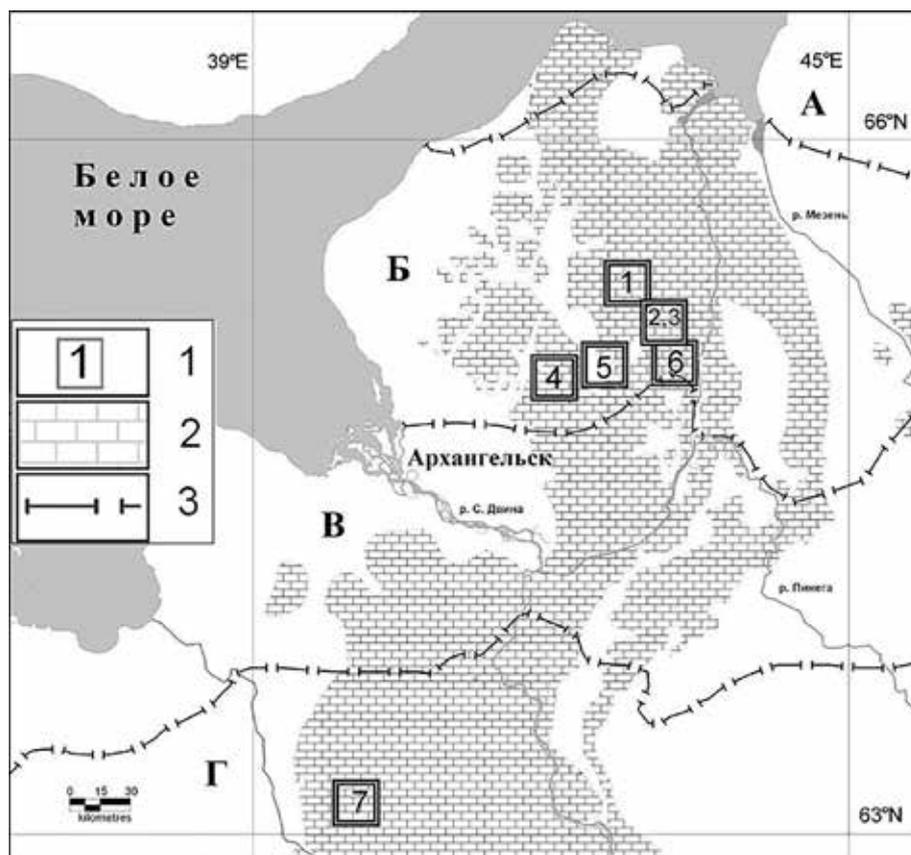


Рис. 2. Схема расположения пробных площадей:
 1 – номер пробной площади, 2 – полоса развития карстующихся пород, 3 – границы подзон:
 А – тундра, Б – притундровая тайга, В – северная тайга, Г – средняя тайга

Для территории исследования лиственничники продвигаются вплоть до Беломорско-Кулойского плато (рис. 1), для которого характерно развитие открытого карбонатного и сульфатного карста. Локальные изолированные карстовые впадины объединяются в протяженные вытянутые зоны, формирующиеся в процессе выщелачивания крупных эрозионных врезов. Такие особенности развития карстового процесса находят отражение в повышенных значениях индекса расчлененности рельефа и плотности бессточных впадин на цифровой модели рельефа [7].

Исследования проводились в двух северных районах Архангельской области (Мезенском и Пинежском) в естественных перестойных древостоях (более 200 лет) с преобладанием лиственницы, относящихся к подзоне притундровых лесов (рис. 2). Здесь заложено шесть временных пробных площадей (ПП). Седьмая ПП расположена в Плесецком районе (подзона средней тайги) в качестве фоновой.

На всех ПП выполнен комплекс лесоводственно-таксационных мероприятий и отобрано по 30 кернов древесины стволов на высоте 1,3 м возрастным буравом Huglof (Швеция). Измерения ширины годичного слоя древесины (ШГС) проводили с помощью прибора Lintab 6 и программного обеспечения TSAP-Win (версия 4.80) с точностью 0,01 мм. При построении графиков динамики радиального роста использовались средние значения за десятилетие. Статистическая обработка полученных данных (корреляция Пирсона) проводилась при помощи программного обеспечения Python версии 2.7.12, 2016, пакет SciPy версии 0.18.1, 2016.

Результаты исследования и их обсуждение

Климат региона умеренный. В зоне притундровых лесов среднегодовая температура составляет 0 °С, средняя температура июля 14,6 °С. Период с температурами выше 10 °С длится 75–85 дней, годовое количество осадков в среднем составляет 649 мм [8].

Таблица 1

Характеристика исследуемых древостоев

№ ПП	Состав древостоя	Группа возраста	Среднее		Полнота древостоя	Бонитет
			Диаметр, см	Высота, м		
1	6ЕЗЛ1Б	перестойные	55	21	0,6	IV
2	6ЕЗЛ1Б	перестойные	45	23,5	0,7	III
3	6ЕЗЛ1Б	перестойные	44	21	0,7	IV
4	6ЕЗЛ1Б	перестойные	48	23	0,6	III
5	5С4Л1Б	перестойные	45	24	0,6	IV
6	6ЕЗЛ1Б	перестойные	43	23	0,6	III
7	5ЛЗЕ2С	перестойные	40	25	0,6	III

В подзоне средней тайги более благоприятные климатические условия: среднегодовая температура 1,1 °С, средняя температура июля 17,3 °С, период с температурами выше 10 °С длится 88–108 дней, годовое количество осадков в среднем составляет 576 мм. Следует отметить, что притундровые леса района исследования расположены вблизи полярного круга, что обуславливает продолжительный световой день и высокое естественное освещение ночью в период с 13 мая по 30 июля.

Таксационная характеристика исследуемых древостоев представлена в табл. 1.

Средняя ширина годичного слоя (ШГС) в притундровых лиственничниках варьирует в пределах от 0,68 до 0,78 мм (табл. 2). Несколько выше ШГС у деревьев с ПП № 4, значение показателя приближается к фоновому (0,92 и 0,93 соответственно).

Таблица 2

Характеристика древесины лиственницы на пробных площадях

№ ПП	Ширина годичного слоя, мм
1	0,74±0,03
2	0,68±0,02
3	0,78±0,05
4	0,92±0,11
5	0,77±0,03
6	0,70±0,07
7	0,93±0,03

По данным ГСССД 69-84 [9] средние значения ШГС для спелых древостоев III класса бонитета севера Европейской части России составляют 0,95 мм. Исследования зарубежных коллег в притундровых лесах Архангельской области констатируют средние

значения ШГС порядка 1 мм у лиственничников 150-го возраста [10].

Ширина годичного слоя у лиственницы в исследуемых древостоях за первое десятилетие колеблется в пределах от 0,6 до 1,8 мм. Столь значительные различия связаны в первую очередь с происхождением самих древостоев. Насаждения, сформировавшиеся на гарях или вырубках, будут иметь большие значения радиального роста, чем насаждения, пройденные проходными или подневольными рубками. В целом для всех насаждений характерен спад радиального роста после 140–150 лет. В возрасте более 200 лет радиальный рост лиственницы колеблется в пределах 0,2–0,7 мм (рис. 3).

ШГС у лиственничников северной тайги в средней Сибири колеблется в пределах от 0,77 до 1,9 мм в зависимости от лесорастительных условий [11]. В условиях Центральной Азии (Хангай, Монголия) древостой в возрасте 250–300 лет имеют ШГС от 0,54 до 0,85 мм [12], а на полуострове Таймыр (на северной границе леса) в возрасте 60 лет – 0,9 мм [13]. Вышеперечисленные факты говорят о том, что исследуемые лиственничные древостой достаточно продуктивны.

При выявлении различий динамики радиального роста отмечены следующие закономерности. Исследуемые древостой имеют достоверные различия по динамике радиального роста, сведения приведены в табл. 3. Наибольшие различия выявлены между значениями у притундровых лиственничников с ПП № 6 и ПП № 4. Фоновая ПП № 7 имеет достоверные различия с ПП № 3. Полученные данные говорят о том, что некоторые притундровые лиственничники не уступают в динамике роста древостоем из подзоны средней тайги.

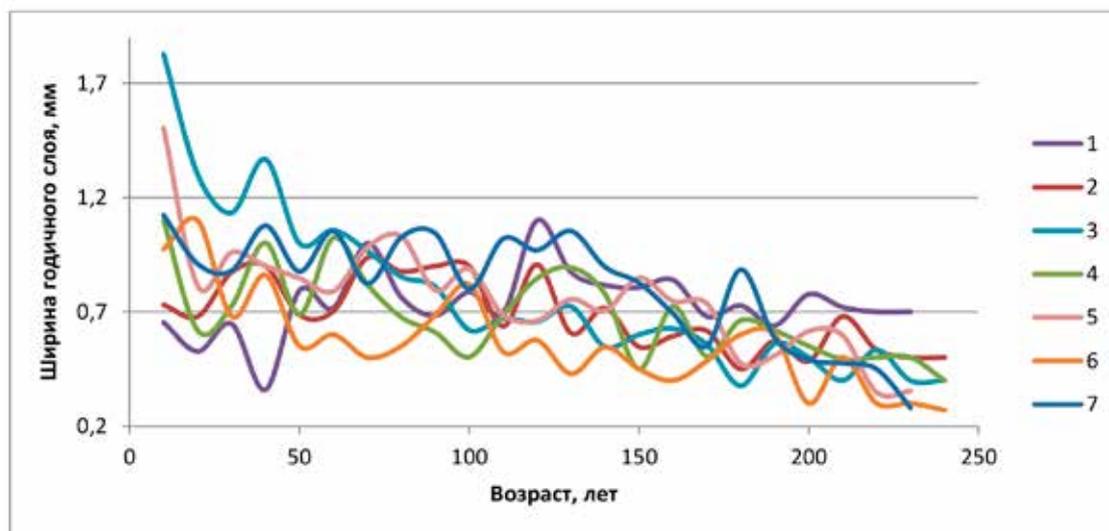


Рис. 3. Динамика ширины годичного слоя лиственницы (цифры – номера пробных площадей)

Таблица 3

Достоверность различий динамики радиального роста исследуемых древостоев

№ ПП	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1,6	0,9	1,5	0,7	5,5	1,6
2		0	2,3	0,1	2,2	3,5	2,6
3			0	2	0,7	2,8	0,9
4				0	2	2,9	2,7
5					0	0,7	1,1
6						0	5
7							0

Примечание: табличный критерий Стьюдента при вероятности 95% равен 2,0. То есть при значении более 2,0 различия достоверны в 95% случаев.

Лиственница светолюбива, и ее фотосинтетическая продуктивность почти в 2 раза выше, чем у ели. Однако это утверждение считается верным при оптимальной увлажненности и плодородии почвы [14]. Низкая влажность воздуха является лимитирующим фактором скорости фотосинтеза [15]. Но в условиях Севера (подзона северной тайги, Республика Коми) при избыточном почвенном увлажнении, дефицит атмосферной влаги не снижает скорость фотосинтеза и зависит от количества ясных и теплых дней [16].

В условиях типичной северной тайги крайне неблагоприятные эдафические условия. Низкие температуры воздуха и избыточные осадки способствуют медленному разложению растительных остатков и быстрому вымыванию в нижележащие

горизонты. В результате чего в верхнем горизонте почвы накапливаются слаборазложившиеся растительные остатки, которые насыщают корнеобитаемый слой агрессивными растворимыми фульво- и гуминовыми кислотами. Подвижные формы кальция, магния, калия и натрия, поступающие в почву в результате разложения растительных остатков, легко вымываются в нижележащие горизонты. Их не хватает для нейтрализации органических кислот, что приводит к закислению почвы (рН около 4), снижению ее плодородия и, как следствие, продуктивности древостоев [17].

Заключение

Высокая динамика радиального роста у лиственницы в подзоне притундровых лесов Архангельской области обусловле-

на тремя факторами. Во-первых, наличие карстующихся пород, которые повышают почвенное плодородие и хорошо дренированы; во-вторых, длительный период белых ночей, обуславливающий высокую инсоляцию; в-третьих, высокая фотосинтетическая продуктивность хвои лиственницы. Эти факторы позволяют лиственнице на северной границе лесной зоны формировать высокопродуктивные древостои III и даже II классов бонитета.

Исследования проведены в рамках государственного задания № 122011300380-5 Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук.

Список литературы

1. Цветков В.Ф., Бровина А.Н. Проблемы ведения лесного хозяйства в Европейской части Российской Субарктики // Лесоведение. 2017. № 4. С. 284–292. DOI: 10.7868/S0024114817040040.
2. Цветков В.Ф. Камо грядеши? Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере. Архангельск: АГТУ, 2000. 256 с.
3. Рунова Е.М., Серков Д.В., Гарус И.А. Некоторые особенности роста и развития смешанных сосново-лиственничных насаждений Иркутской области // Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 49–54.
4. Торхов С.В., Трубин Д.В. Лиственница в лесах Архангельской области: состояние, динамика, использование // Лиственничные леса Архангельской области, их использование и воспроизводство: материалы регионального рабочего совещания (Архангельск, 1–3 июля 1998 г.). Архангельск: АГТУ, 2002. С. 5–22.
5. Горячкин С.В., Глазов П.М., Кривопапов А.В., Мерзлый В.Н., Пучнина Л.В., Титова А.А., Туюкина Т.Ю. Роль литолого-геоморфологических факторов в продуктивности экосистем северной тайги Архангельской области // Известия РАН. Серия географическая, 2010. № 6. С. 96–99.
6. Neverov N.A., Belyaev V.V., Chistova Z.B., Kutinov Y.G., Staritsyn V.V., Polyakova E.V., Mineev A.L. Effects of geo-ecological conditions on larch wood variations in the North European part of Russia (Arkhangelsk region). Journal of Forest Science. 2017. Vol. 63 (4). P. 192–197. DOI: 10.17221/102/2015-JFS.
7. Полякова Е.В., Кутинов Ю.Г., Минеев А.Л., Чистова З.Б., Беленович Т.Я. Применение глобальной цифровой модели рельефа ASTER GDEM v2 для выделения районов возможной активизации карстовых процессов на территории Архангельской области // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2021. Т. 163. Кн. 2. С. 302–319. DOI: 10.26907/2542-064X.2021.2.302-319.
8. Семенов Б.А., Торхов С.В., Цветков В.Ф. Притундровая зона лесов Архангельской области: методические указания. Архангельск: Пресс-принт, 2003. 60 с.
9. ГСССД 69-84. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов. М.: Издательство стандартов, 1985. 32 с.
10. Karlman L., Morling T., Martinsson O. Wood density, annual ring width and latewood content in larch and scots pine. Eurasian J. For. Res. 2005. Vol. 8. No. 2. P. 91–96.
11. Табакова М.А., Кирдянов А.В., Брюханова М.В., Прокушкин А.С. Зависимость радиального прироста лиственницы Гмелина на севере Средней Сибири от локальных условий произрастания // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология, 2011. Т. 4. № 4. С. 314–324.
12. Слемнев Н.Н., Шереметьев С.Н., Гамалей Ю.В., Степанова А.В., Чеботарева К.Е., Цогт З., Цоож Ш., Ярмишко В.Т. Изменчивость радиальных приростов деревьев и кустарников Монголии в связи с динамикой климата // Ботанический журнал. 2012. Т. 97. № 7. С. 852–871.
13. Фахрутдинова В.В., Бенькова В.Е., Шашкин А.В. Изменчивость структуры годичных колец у лиственницы Гмелина на Северной границе леса (полуостров Таймыр) // Сибирский лесной журнал. 2017. № 2. С. 62–69. DOI: 10.15372/SJFS20170207.
14. Загирова С.В. Современные представления о структуре и функционировании фотосинтетического аппарата у хвойных растений на Севере // Вестник института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2009. № 6. С. 2–5.
15. Загирова С.В. Структура, содержание пигментов и фотосинтез хвои лиственницы сибирской на Северном и Приполярном Урале // Лесоведение. 2014. № 3. С. 3–10.
16. Загирова С.В. Структура хвои и фотосинтез лиственницы на Крайнем Севере // Вестник института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. № 5 (115). С. 7–9.
17. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: МГУ, 1999. 610 с.