

ПИРОГЕННЫЙ ФАКТОР И ВОЗОБНОВИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ЛЕСАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Протопопова В.В.¹, Габышева Л.П.^{1,2}

¹ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН», Якутск, Россия (677980, г. Якутск, просп. Ленина, 41), e-mail: lp77@yandex.ru

²ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Якутск, Россия (677980, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48), e-mail: lp77@yandex.ru

В статье рассмотрены природные пирологические свойства основных типов леса в Центральной Якутии. Леса этого региона обладают общей высокой пожароопасностью в связи с резко континентальным климатом и абсолютным преобладанием светлохвойных лесов (лиственничных и сосновых) брусничной группы. Основными проводниками горения являются лишайниковые, сухомшистые и рыхло- и плотноопадные группы. На основе изучения горючих материалов в разных типах леса разработаны и предложены шкалы природной пожарной опасности по типам лесов. Изучение влияния пирогенного фактора на состав и структуру послепожарных сообществ выявило их изменение во времени в сторону формирования коренного типа леса – лиственничника брусничного. Установлены увеличение фитомассы живого напочвенного покрова на начальной стадии, постепенное снижение на ранних, средних стадиях и стабилизация фитомассы на более поздних стадиях сукцессии.

Ключевые слова: Центральная Якутия, лесные пожары, горючие материалы, шкала пожарной опасности, гари, фитомасса.

PYROGENIC FACTOR AND REGENERATION PROCESS IN THE FOREST OF CENTRAL YAKUTIA

Protopopova V.V.¹, Gabysheva L.P.^{1,2}

¹Institute for biological problems of cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia (677980, Yakutsk, Lenin ave. 41), e-mail: lp77@yandex.ru

²North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia (677980, Yakutsk, Kulakovskiy str., 48), e-mail: lp77@yandex.ru

The natural pyrological properties of the main forest types in the Central Yakutia has been considered. The main agents of combustion in the dominant coniferous forests (larch and pine) with cowberry are lichen, dry mosses and litterfall groups. Based on a study flammable materials in different forest types developed and proposed scale natural fire risk by forest types. We studied the effect of pyrogenic factor on the composition and structure of post-fire communities. It has been established that the dynamics of communities structure and phytomass after forest fires in *Vaccinium vitis-idaea* type of larch forest. Maximum of the plant phytomass is registered on the first stages of succession growing *Chamaenerion angustifolium* and *Marchantia polymorpha*.

Keywords: Central Yakutia, forest fires, flammable materials, scale of fire risk, burned places, phytomass.

Лесные экосистемы мерзлотной зоны характеризуются высокой природной пожарной опасностью. При этом формирование лесов, распространение их по территории, состояние, продуктивность и другие процессы протекают под прямым и косвенным пирогенным воздействием [9-10 и др.]. Леса Якутии отличаются чрезвычайно высокой горимостью, что определяется как антропогенными, так и естественными причинами возникновения. Природные особенности региона – сочетание многолетней мерзлоты с недостатком атмосферного увлажнения и засушливым климатом – обусловили создание естественных причин для возникновения и распространения лесных пожаров. В последние годы усиливается роль человека в возникновении и распространении лесных пожаров. За последние 12 лет на территории республики зарегистрировано более 10000 пожаров.

Причины возникновения пожаров разнообразны: более половины от грозовых разрядов и сельхозпалов.

Центральные районы Якутии по сравнению с другими районами длительное историческое время характеризовались особенно высокой горимостью лесов, что связано не только с засушливыми условиями и большой плотностью населения, но и с направлением хозяйства в этих районах. Огневая очистка лугов, пастбищ и сенокосов до недавнего времени являлась основной причиной возникновения лесных пожаров. По свидетельству ряда исследователей [1; 8], в Центральной Якутии пожары еще в XVII-XVIII веках имели широкое распространение. Некоторые исследователи начала XX столетия [3 и др.] указывают, что после пожаров усиливаются позиции лиственницы и происходит относительно хорошее возобновление исходного типа лесной растительности. История лесных пожаров Центральной Якутии за последние 200 лет реконструирована нашими коллегами методом дендрохронологии [4; 6-7 и др.].

Материал и методы исследования

С целью оценки влияния лесных пожаров на возобновительный процесс в лесах нами были проанализированы статистические данные по лесным пожарам, исследованы природные пирологические свойства основных типов леса в Центральной Якутии и динамика растительного покрова после пожаров. На основе изучения проводников горения разработаны и предложены шкалы природной пожарной опасности по типам лесов. Исследования проводили в лиственничных лесах и на разновозрастных гарях на территории Мегино-Кангаласского района. Исследования проведены по общепринятым лесоводственно-геоботаническим методам, статистические данные о лесных пожарах обработаны на основе методики Курбатского Н.П. [5], проводники горения изучены на основе методики Волокитиной А.В., Сафронова М.А. [2], учет фитомассы проводился с использованием метода укосов.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время Центральная Якутия является наиболее пожароопасным регионом Якутии. Средняя площадь пожара на территории Якутского лесничества равна 187,8 га, Хангаласского лесничества – 172,4 га, Таттинского – 354,5 га. В среднем за пожароопасный период регистрировалось соответственно 26,7, 24,1, 14,1 возгорания. Высокая частота пожаров вблизи г. Якутска объясняется наиболее высокой плотностью населения и относительной разветвленностью транспортной сети, а также вытекающими из этого разнообразными видами антропогенного воздействия, прямо или косвенно влияющими на

пожарную опасность. Средняя горимость лесов Центрально-Якутского лесопожарного округа за 30-летний период составляет 0,36%. Изменения числа и площади пожаров отражено на рисунке 1 в Якутском лесничестве в период 1955-2011 гг. За 55-летний период на этой территории было несколько пиков пожаров, причем здесь можно сделать вывод о значительном повышении относительной горимости по периодам от 0,013 (1974-1983 гг.) до 0,745% (1994-2003 гг.).

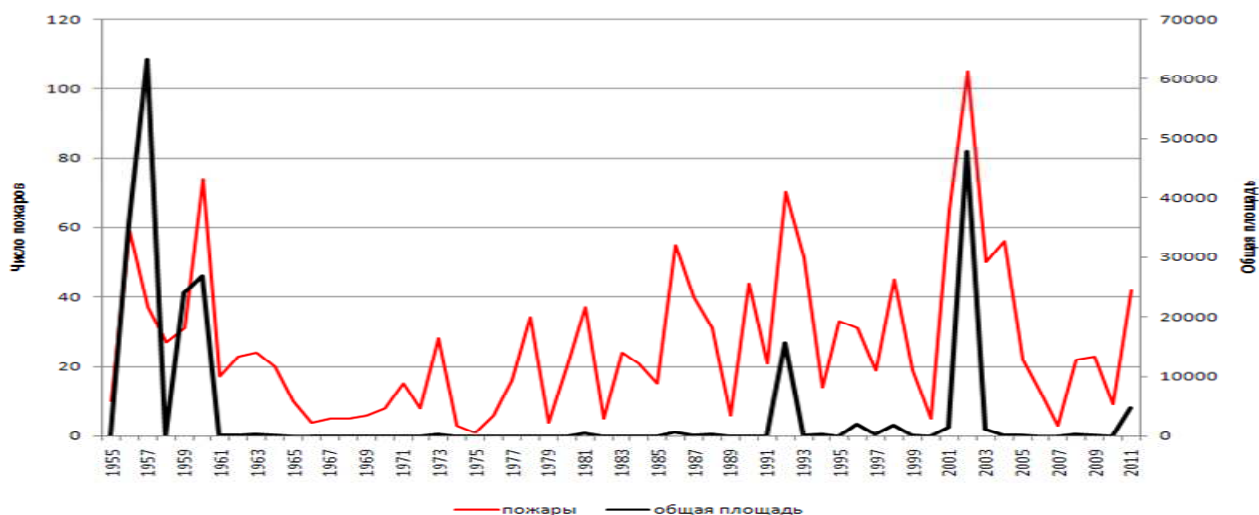


Рис. 1. Число и площадь лесных пожаров на территории Якутского лесничества.

Определение степени пожароопасности по типам лесов в Центральной Якутии. Н.П.

Курбатский [5] предложил выделять в лесах проводники горения и материалы, поддерживающие и задерживающие распространение горения. Горимость лесов определяется по скорости высыхания основных проводников горения, объектов первоначального загорания в лесу – лесная подстилка, сухая отмершая трава, определенные виды живого почвенного покрова, валежник. Скорость пожарного созревания напочвенных покровов определяет пожароопасность лесных участков по быстроте возможности наступления пожаров в них с установлением бездождевого периода.

Условия местопроизрастания определяют сходство объединяемых типов лесов по составу и состоянию древостоев, напочвенному покрову, характеру микрорельефа и т.д. Это обуславливает сходные типы горючих материалов и сходные условия их высыхания, что дает основание объединять типы лесов в аналогичные группы и в пирологическом отношении.

Для каждой группы типов леса живой и мертвый напочвенные покровы подразделяются на отдельные составляющие части: основные проводники горения, поддерживающие и задерживающие распространение горения [2]. Тип напочвенных горючих материалов характеризует пожароопасность различных лесов (табл. 1).

Таблица 1

Схема выделения типов напочвенных горючих материалов в лесах Центральной Якутии

Группы типов леса	Основные виды почвенных горючих материалов			Тип ОПГ	
	Проводники горения	Поддерживающие горение	Задерживающие горение	весна	лето
А. Сосновые леса - 3,5%					
1. Сосняки толокнянковые					
С. мертвопокровно-толокнянковые	опад	брусника	латки толокнянки	Рх	Пл
С. лишайниково-толонянквой	мхи	брусника, вкрапл. лишайников	латки толокнянки	Лш	Лш
С. разнотравно-толокнянквой	опад	разнотравье, кустарнички	травы, латки толокнянки	Тв	Тв
Б. Лиственничные леса - 88%					
1. Лиственничники брусничные					
Л. разнотравно-брусничной	опад	брусника, разнотравье	нет	Пл	Пл
Л. лимнасово-брусничной	опад	брусника, лимнас	нет	Пл	Пл
Л. брусничной	опад	брусника, шиповник, багульник	нет	Пл	Пл
Л. багульниково-брусничной	опад	багульник, кустарнички	нет	Пл	Пл
Л. голубично-брусничной	опад	брусника, голубика	нет	Пл	Пл
2. Лиственничники зеленомошные					
Л. ольховниковой бруснично-зеленомошной	мхи	брусника, шиповник, спирея	нет	Сх	Сх
Л. разнотравно-зеленомошной	мхи	травяно-кустарничковый покров	нет	Сх	Сх
Л. бруснично-зеленомошной	мхи	брусника	нет	Сх	Сх
Л. голубично-зеленомошной	мхи	брусника, голубика	нет	Сх	Сх
Л. зеленомошно-лишайниковой	мхи		нет	Сх	Сх
3. Лиственничник толокнянквой					
Л. лимнасово-толокнянквой с сосной	опад	лимнас	толокнянка	Пл	Пл
В. Ельники и березняки – 8%					
Е. бруснично-зеленомошной	мхи	нет	нет	Сх	Сх
Б. кустарниковой травяной с лиственницей	опад	разнотравье, можжевельник	сочные травы	Тв	Тв

Примечание. Типы ОПГ: Сх – сухомшистой, Тв – травяно-ветошный, Лш – лишайниковой, Рх – рыхлоопадной, Пл – плотноопадной.

Сосняки толокнянковые имеют основных проводников горения в виде опада [2], тип опада у сосняка мертвопокровного-толокнянкового меняется в течение пожароопасного сезона с рыхлоопадного до плотноопадного. В сосняке лишайниково-толокнянковом основные проводники горения мшистой подгруппы и лишайниковой типа. Во всех сосняках присутствуют латки толокнянки, что при пожаре дает не сплошное, а мозаичное распространение огня.

Основные проводники горения лиственничников брусничных относятся к опадной подгруппе, тип плотноопадной, характеризующийся преобладанием в покрове уплотненного опада из хвои лиственниц, и находятся в таком состоянии весь пожароопасный сезон. К горючим материалам, поддерживающим горение, относятся брусника, лесные травы.

Основные проводники горения лиственничников голубично-зеленомошных и багульниково-зеленомошных относятся к мшистой подгруппе, сухомшистому типу. В

покрове преобладают зеленые мхи, иногда с примесью лишайников. Горение поддерживают кустарнички (багульник, голубика, арктоус) и травы.

Фракционный анализ лесной подстилки показал, что она представлена хвоей, шишками, мелкими веточками. Такая подстилка отличается большим запасом, легко пропускает влагу и быстро (в течение 5-7 дней) достигает пожарной зрелости.

Для Центральной Якутии были определены следующие типы лесов по классам пожароопасности (табл. 2, 3). В приводимой шкале классы пожарной опасности определяются показателями наступления пожарной зрелости выделенных типов основных проводников горения.

Таблица 2

Шкала природной пожарной опасности по типам лесов

Класс пожарной опасности	Тип основного проводника горения (1 - мшистые и 2 - опадные)	Тип леса, относящийся к данному классу природной пожарной опасности
I. Очень высокопожароопасные	1. Лишайниковый (Лш) (весной и летом). 2. Рыхлоопадный (Рх)	<u>Лиственничники</u> : лишайниково-толокнянковый, толокнянковый, бруснично-толокнянковый, мертвопокровный. <u>Сосняки</u> : лишайниковый, мертвопокровно-толокнянковый, разнотравно-толокнянковый
II. Высокопожароопасные	1. Сухомшистый (Сх). 2. Травяно-ветошный (Тв) (весной)	<u>Лиственничники</u> : разнотравно-брусничный, бруснично-лишайниковый, багульниково-брусничный, лимнасово-брусничный, ольховниково-брусничный, бруснично-зеленомошный
III. Среднепожароопасные	1. Влажномшистый (Вл). 2. Плотноподный (Пл)	<u>Лиственничники</u> : голубично-моховой, багульниково-моховой, ерниково-моховой
IV. Малопожароопасные	1. Болотномоховый (Бм)	<u>Лиственничники</u> : вейниково-хвоцевый, багульниково-сфагновый, травяной

Таблица 3

Шкала пожарной опасности сосновых и лиственничных лесов

Класс пожарной опасности	$\sum t(t-\tau)$	N (по лит. данным)	ОПГ	Типы леса, в которых наступает природная пожарная опасность
I	0-700	2-3	Лш Рх	<u>Сосняки</u> : лишайниковый, толокнянково-лишайниковый, разнотравно-лишайниковый, толокнянковый
II	701-1500	3-6	Лш Тв Рх	<u>Сосняки</u> : разнотравно-брусничный, ольховниково-брусничный, голубично-брусничный. <u>Лиственничники</u> : лишайниково-толокнянковые, разнотравно-брусничный
III	1501-4500	6-15	Вл Пл	<u>Лиственничники</u> : брусничный, ольховниковый брусничный, голубично-брусничный, багульниково-брусничный, бруснично-зеленомошный
IV	Более 4500	>15	Пл Бп	<u>Лиственничники</u> : травяной, багульниково-моховой, багульниково-сфагновый

Сопоставление значений классов пожарной опасности по условиям погоды и по природной характеристике типов сосновых и лиственничных лесов для летнего периода позволяет выявить, что сосновые леса с лишайниковым и толокнянково-лишайниковым,

разнотравно-лишайниковый с лишайниковым и рыхлоопадным основным проводником горения могут гореть при всех классах шкалы ПО по погодным условиям, они достигают пожарной зрелости уже через 2-3 дня после дождя более 3 мм. Сосняки разнотравно-брусничный, голубично-брусничный, лиственничники: лишайниково-толокнянковые, разнотравно-брусничный с лишайниковым, рыхлоопадным основным проводником горения – достигают пожарной зрелости при II классе ПО уже через 3-6 дней после дождя. Лиственничники: брусничный, ольховниковый брусничный, голубично-брусничный, багульниково-брусничный, бруснично-зеленомошный с влажномшистым и плотноопадным проводником горения при III классе ПО загорятся после 6-15 дней после дождя, а после 15 дней засухи достигнут пожарной зрелости все остальные леса сырых местопроизрастаний.

Возобновление растительного покрова после пожаров. В результате исследований установлено, что после пожара из компонентов растительного покрова всегда горят мелкий валежник, полностью уничтожаются кустарнички, погибают подрост и подлесок и сгорает подстилка. При этом восстановление живого напочвенного покрова (травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый покров) играет большую роль в стабилизации измененных лесорастительных условий.

Для оценки степени сходства и различия видового состава растений на разных стадиях сукцессии был использован коэффициент сходства Сьеренсена. Анализ выявил значительный контраст видового состава разновозрастных гарей (табл. 4). Коэффициент видового сходства с допожарным сообществом на 3-й год после пожара довольно высокий ($K_{SC}=0,44$), к 5-15 годам коэффициент снижается до 0,34. Начиная с 15-25 лет после пожара происходит формирование допожарного видового состава и тем самым увеличение коэффициента сходства ($K_{SC}=0,64-0,70$). Наименьший коэффициент сходства видов зафиксирован между гарями ранней (до 3 лет) и более поздней стадии сукцессии (50-60 лет - $K_{SC}=0,23$). Такое различие видов, прежде всего, обусловлено меньшим количеством общих для обеих гарей видов и их разным количеством на разновозрастных гарях. Например, на гарях ранней стадии сукцессии (от 5 до 15 лет) насчитывается около 110 видов, тогда как в контроле - лиственничном лесу - более 30 видов растений. Наибольшее сходство видов характерно для поздних стадий восстановления растительности (между гарью возрастом 50-60 лет и контролем - лесом возрастом более 60 лет $K_{SC}=0,70$), что указывает на идентичность видового состава растительности.

Таблица 4

Сходство видового состава в ходе сукцессии по коэффициенту Сьеренсена

Давность гари, лет	5-15	15-25	50-60	Контроль
до 3	0,31	0,52	0,23	0,44

5-15		0,40	0,51	0,34
15-25			0,68	0,64
50-60				0,70

Установлено, что фитомасса живого напочвенного покрова в ходе пирогенной сукцессии меняется и зависит от состава и структуры растительного покрова определенных стадий сукцессии (рис. 2).

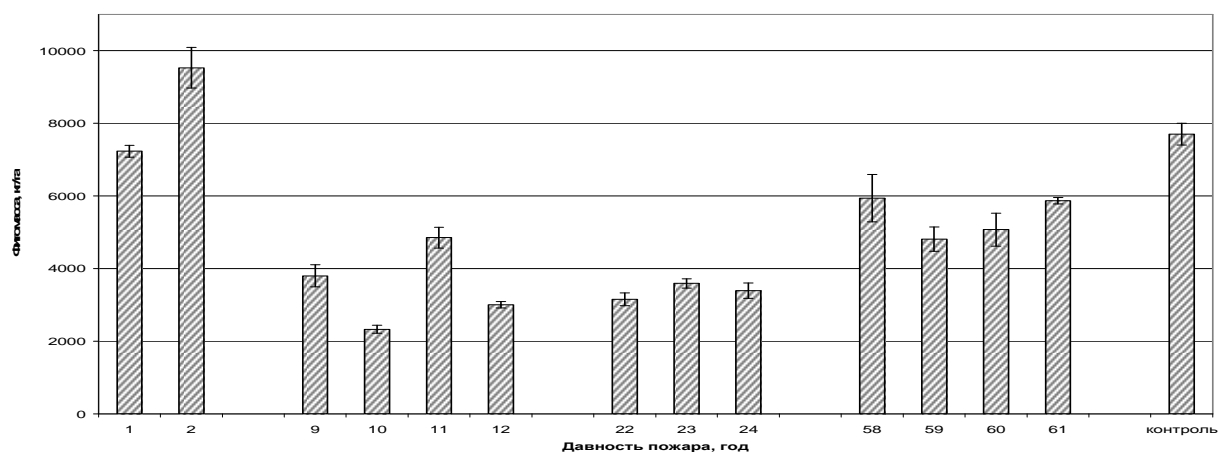


Рис. 2. Динамика фитомассы живого напочвенного покрова после низовых пожаров на гарях с разной давностью пожара и на контроле - в лиственничнике брусничном.

Ранняя стадия сукцессии (1-2-летняя гарь) характеризуется наибольшей величиной фитомассы (7230-9530 кг/га), образованной иван-чаево-маршанциевой синузией, которая объясняется высокой плотностью и крупными размерами побегов иван-чая узколистного и довольно широким распространением маршанции многообразной на влажных и богатых почвах при достаточной освещенности гари. К 9-12 годам (фитомасса до 2330 кг/га) у многих инициальных видов снижается побегообразовательная способность корневых систем, уменьшаются размеры надземных побегов, сокращается плодоношение, вследствие которого они утрачивают доминирующую роль в составе и структуре травяного покрова и постепенно сменяются злаково-разнотравными видами (лимнасом Стеллера, княженикой, хвощом камышковым и др.). Идет постепенная смена злаковых (доля в фитомассе уменьшается с 55 до 17%) разнотравными видами (доля фитомассы княженики увеличивается с 38 до 46%, бобовых - с 4 до 20%), что связано с постепенным снижением плодородия почвы и изменением микроклиматических и почвенных условий на гари. На 22-24-летней гари травяно-кустарничковый покров изреженный (покрытие 25-35%), фитомасса уменьшается до 3150-3390 кг/га. Ведущую роль здесь уже играют лесные виды – брусника (с 61 до 80% запаса фитомассы), линнея северная, выдерживающие условия под пологом светлохвойного леса. 58-летняя гарь близка к допожарному контрольному лесу – лиственничнику

брусничному – как по видовому составу (проективное покрытие 68%), так и по фитомассе (4810-5940 кг/га). Травяно-кустарничковый покров образован слабо плодоносящей брусникой с покрытием 90%, единичной линнеей северной, чиной приземистой. В контроле - лиственничнике брусничном напочвенный покров (покрытие 75-80%) образован обильно плодоносящими кустами брусники, мхами рода *Aulacomnium*, *Dicranum* и лишайниками рода *Cladina*, *Peltigera*. Общий запас фитомассы составляет от 7480 до 7910 кг/га, из них от 87 до 100% приходится на бруснику, от 0 до 13% - на мхи.

Таким образом, основными проводниками горения в преобладающих лиственничных и сосновых типах лесов Центральной Якутии являются лишайниковые, сухомшистые и рыхло- и плотноопадные группы. В наиболее типичных для Центральной Якутии лиственничных лесах брусничного ряда часты устойчивые низовые пожары, которые приводят к изменению структуры растительных сообществ, к смене доминантов живого напочвенного покрова. Установлено увеличение фитомассы живого напочвенного покрова на начальной стадии, постепенное снижение на ранних, средних стадиях и стабилизация накопления на более поздних стадиях сукцессии.

Список литературы

1. Аболин Р.И. Геоботаническое и почвенное описание Лено-Вилуйской равнины // Тр. Комис. по изучению ЯАССР. – Л. : Изд-во АН СССР, 1929. – Т. 10. – 378 с.
2. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. – Новосибирск : Изд. СО РАН, 2002. – С. 54-67.
3. Дробов В.П. Краткий очерк растительности Лено-Алданского плато // Материалы комиссии по изучению ЯАССР. – Л., 1927. – Вып. 8. – 85 с.
4. Исаев А.П., Протопопова В.В., Такахаши К. История лесных пожаров в окрестностях г. Якутска // Проблемы изучения растительного покрова Якутии. – Якутск : НИПК «Сахаполиграфиздат», 2004. – С. 121-126.
5. Курбатский Н.П. Определение степени пожарной опасности в лесах // Лесное хозяйство. – 1957. – № 7. – С. 53-57.
6. Николаев А.Н. Дендрохронологические исследования послепожарной реакции древесных пород в Центральной Якутии // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. - Т. 12. – № 1 (3). – С. 888–891.
7. Николаев А.Н., Исаев А.П., Габышева Л.П. Дендрохронологические исследования пожаров на территории стационара Нелегер в Центральной Якутии // Наука и образование. – 2012. – № 4 (68). – С. 40–44.
8. Уткин А.И. Леса Центральной Якутии. – М. : Наука, 1965. – 208 с.

9. Фуряев В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования. – Новосибирск : Наука, СИФ, 1996. – 252 с.

10. Цветков П.А. Лесовозобновительная роль пожаров в северотаежных лиственничниках Средней Сибири // Сиб. экол. журн. – 1996. – № 1. – С. 61-66.

Рецензенты:

Исаев А.П., д.б.н., зав. лаб. мерзлотного лесоведения, ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН», г. Якутск.

Черосов М.М., д.б.н., зав. лаб. популяционной ботаники, ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН», г. Якутск.