

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г.Красноярск, Россия

Обосновано понятие «пожароустойчивость», приведены факторы, влияющие на устойчивость лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири. Представлена методика определения пожароустойчивости северотаежных лиственничников. Установлена их низкая пожароустойчивость, что является региональной особенностью.

The term "fire resistance" is justified. Factors are described that influence *Larix gmelinii* resistance to fire in northern taiga of central Siberia. A methodology for determining northern larch stand fire resistance is given. Low fire resistance was found to be a regional characteristic of the stands.

Полное исключение пожаров из жизни леса в настоящее время считается невозможным и, как отмечают многие исследователи, экологически нецелесообразным. Это обусловлено тем, что жизнедеятельность и само существование многих видов лесных растений, а также растительных сообществ на Земле регулируется пирогенным фактором. Их жизнь начинается и заканчивается вместе с пожаром. Это так называемые «пожарозависимые» древесные породы. Кроме того, большие периоды времени между пожарами приводят к накоплению значительных запасов лесных горючих материалов. Когда же в засушливую погоду возникают лесные катастрофические пожары, то они распространяются на огромные территории и экологические последствия их бывают наиболее тяжелыми и трудно предсказуемыми. В связи с этим одной из важнейших задач лесной пирологии является отыскание путей создания пожароустойчивых фитоценозов, учитывая их экологические свойства.

Под пожароустойчивостью насаждений понимается степень потенциальной повреждаемости огнем различных их компонентов (Фуряев, 1978). Пожароустойчивость при этом рассматривается не как стойкость, т.е. не предрасположенность насаждения к возникновению пожаров, а как ее устойчивость к влиянию уже действующего пожара, благодаря своей естественной структуре и строению. Для практики лесного хозяйства важен не столько сам факт возникновения пожара, сколько его лесоводственные последствия. Причиной гибели лесов, в первую очередь молодняков, является как их высокая пожарная опасность в смысле вероятности возникновения и

распространения пожаров, так и низкая пожароустойчивость насаждений.

Обобщая и систематизируя накопленные знания (Санников, 1973; Фуряев, 1978, Шешуков и др., 1978), пожароустойчивость насаждений можно представить в виде следующей схемы (рисунок 1).

Как следует из рисунка, пожароустойчивость насаждения в первую очередь зависит от его видовой, возрастной и пространственной структуры, а также от жизненного состояния до пожара. Наиболее важными факторами, обуславливающими пожароустойчивость, являются огнестойкость деревьев, строение древостоев по диаметру, фракционный состав и запасы напочвенных лесных горючих материалов.

Опираясь на эти представления, рассмотрим пожароустойчивость лиственничных насаждений в подзоне северной тайги Средней Сибири.

Район исследований охватывает территорию северотаежных лиственничных лесов, лежащую в пределах Енисейского меридионального трансекта IGBP в административных границах Эвенкийского автономного округа.

Территория отличается экстремальными условиями произрастания. Они обусловлены сильной континентальностью климата, индекс которой достигает 90-95, с возрастанием в направлении с запада на восток, а также близким залеганием верхнего уровня многолетней мерзлоты.

Растительный покров представлен от тундровых сообществ, северных лесов и редколесий до типичных лесных северотаежных экосистем. Продуктивность лесов низкая, характеризуется У-Уб классами бонитета.

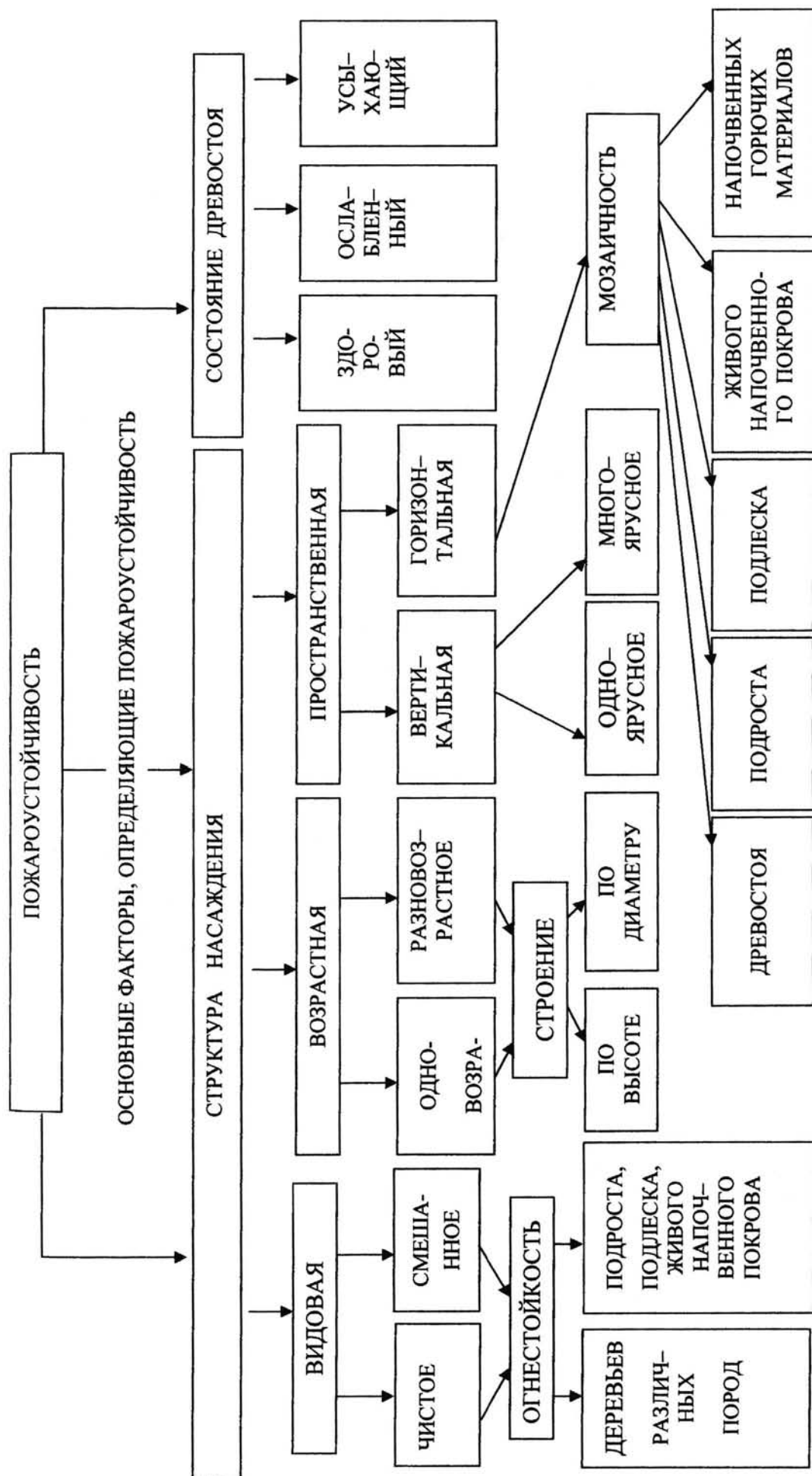


Рисунок 1 - Схема пожароустойчивости насаждения

В составе преобладают лиственничные насаждения, на которые приходится 72% покрытых лесной растительностью земель. Абсолютным доминантом является лиственница Гмелина (*Larix gmelinii Rupr. (Rupr.)*).

Типологическое разнообразие лесов сравнительно невелико. Доминируют в регионе кустарничково-лишайниковые, кустарничково-зеленомошные, кустарничково-моховые, кустарничково-разнотравные и сфагновые типы леса, на долю которых приходится около 90% лесной площади, доля остальных незначительна.

Объекты исследований расположены в северной подзоне тайги, на территории Путоранской, Котуйской и Эвенкийской лесорастительных провинций (Кутафьев, 1971), в чистых разновозрастных насаждениях из лиственницы Гмелина, пройденных в разные годы низовыми пожарами. «Возраст» гарей изменялся от 1 года до 40-60 лет. Контролем служили участки леса, где пожаров не было более 100 лет.

Северным лиственничникам свойственна разновозрастность и простая структура насаждений. Как известно, простая структура препятствует переходу низовых пожаров в верховые. Подъему огня в кроны иногда способствуют чешуйчатость коры лиственницы и свисающие эпифитные мхи и лишайники. Но продвижение пламени по пологу древостоя, в силу его изреженности, обычно не наблюдается. Такое развитие низовых пожаров в верховые является одной из их особенностей в северной тайге.

Сложные по морфологическому строению древостои более подвержены воздействию огня. В них могут наблюдаться повальные пожары, экологические последствия которых самые тяжелые. Следовательно, простые древостои потенциально более пожароустойчивы, поскольку в них нет условий для возникновения и распространения верховых пожаров.

Особенностью строения северных лесов по диаметру является преобладание тонкомерной части (Бондарев, 1995). При рассмотрении древостоев как совокупностей отдельных деревьев, ранг среднего дерева в некоторых случаях варьировал в пределах 72-84%, что говорит об абсолютном преобладании деревьев, диаметр которых ниже среднего. В результате в северных лесах имеет место 7-10-кратное превышение тонкомера, по сравнению с типичными таежными экосистемами.

При пожарах тонкомер гибнет в первую очередь, поэтому значительная часть деревьев отмирает. В сочетании с установленной нами ранее низкой огнестойкостью лиственницы (Цветков, 2004) это предопределяет массовый отпад после низовых пожаров на протяжении 3-5

лет, который на наших объектах варьировал от 73 до 100 %, в среднем составляя 89%. Это характеризует пожароустойчивость северотаежных лиственничных древостоев также как низкую.

Определенное значение при оценке степени пожароустойчивости насаждений имеют густота и высота подчиненных ярусов: подрост, подлесок, живого напочвенного покрова. Наши наблюдения показали, что подрост лиственницы под пологом древостоев в кустарничково-лишайниковых типах леса северной тайги обычно редкий. В связи с этим какого-либо заметного влияния на интенсивность горения и скорость его распространения не оказывает и, отличаясь очень низкой пожароустойчивостью, погибает даже при слабых пожарах.

Подлесок представлен душекией (*Duschekia fruticosa (Rupr.) Pouzar*), березой карликовой (*Betula pana L.*), различными видами шиповника и ивы. В лиственничниках кустарничково-лишайниковой группы типов леса подлесок редкий и самостоятельного яруса также не формирует.

Живой напочвенный покров состоит из мощного слоя зеленых мхов, кустистых лишайников, а также кустарничков и трав. Он отличается определенной мозаичностью. В моховом покрове преобладают *Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.*, *Dicranum congestum Brid.*, *Polytrichum commune Hedw.* и др. В составе кустистых лишайников чаще всего встречаются *Cladonia rangiferina (L.) Web.*, *C. sylvatica (L.) Hoffm.*, *C. alpestris (L.) Rabenh.*, *Cetraria islandica (L.) Ach.*, *C. cucullata (Bellardi) Ach.*

Мхи и особенно лишайники являются высоко гигроскопичными горючими материалами. Их относят к проводникам горения (Курбатский, 1970), которые при пожарах загораются в первую очередь и обладают чрезвычайно низкой устойчивостью к огню. Кустарнички представлены в основном брусничкой (*Vaccinium vitis-idaea L.*), голубикой (*Vaccinium uliginosum L.*), шикшей (*Empetrum nigrum L.*), болотным багульником (*Ledum palustre L.*), кассандрой (*Cassandra calyculata*), иван-чаем (*Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.*) и другими. Кустарничковый ярус еще более усиливает горение и ускоряет распространение огня.

Устойчивость к пожару травянистых и кустарничковых растений в значительной степени зависит от глубины размещения в почве корневищ, а также от способности к корнеотпрысковому возобновлению (Чижов, Санникова, 1978). Отмеченные растения относятся к видам-геофитам, у которых почки возобновления расположены на глубине более 2 см, либо в нижнем слое лесной подстилки, или в верхнем минеральном слое почвы.

Большое значение при оценке пожароустойчивости имеют комплексы напочвенных лесных горючих материалов (НЛГМ).

Информация о них является необходимым условием для оценки лесопожарных свойств типов леса, прогнозирования горимости и проектирования противопожарных мероприятий, что особенно важно при высокой и чрезвычайной пожарной опасности по условиям погоды. Данные о запасах и фракционном составе НЛГМ в северотаежных лиственничниках кустарничково-мохово-лишайниковых в разрезе лесорастительных провинций приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Запасы НЛГМ в лиственничниках кустарничково-мохово-лишайниковых

Горючие материалы	Запасы НЛГМ в лесорастительных провинциях		
	Путоранская	Котуйская	Эвенкийская
Травы и кустарнички	<u>1,0 (0,7-1,3)</u> 1,2	<u>1,0 (0,6-1,4)</u> 0,8	<u>1,0 (0,8-1,3)</u> 1,9
Опад	<u>1,0 (0,6-1,2)</u> 1,2	<u>6,0 (4,7-7,3)</u> 5,0	<u>2,0 (1,7-2,3)</u> 3,7
Кустистые лишайники	<u>5,0 (4,2-5,7)</u> 6,1	<u>3,0 (1,7-5,3)</u> 2,1	<u>4,0 (3,2-4,9)</u> 7,4
Зеленые мхи	<u>6,0 (5,2-6,8)</u> 7,3	<u>6,0 (4,7-7,3)</u> 5,0	<u>8,0 (7,1-9,0)</u> 14,8
Лесная подстилка	<u>51,0 (48,7-53,3)</u> 62,2	<u>90,0 (76,7-99,3)</u> 74,4	<u>33,0 (31,7-35,3)</u> 61,1
Валежник	<u>18,0 (17,3-18,4)</u> 22,0	<u>15,0 (13,7-17,3)</u> 12,4	<u>6,0 (5,0-7,3)</u> 11,1
Всего	<u>82,0 (69,7-85,1)</u> 100	<u>121,0 (115,7-131,3)</u> 100	<u>54,0 (52,7-56,3)</u> 100
Опадо-подстилочный коэффициент	51,0	15,0	16,5

Примечание. В числителе - абсолютно сухая масса (средние значения и пределы значений), т/га; в знаменателе - %.

Из таблицы следует, что эти лиственничники характеризуются повышенными общими запасами НЛГМ, которые возрастают от 54 т/га в Эвенкийской провинции до 121 т/га в Котуйской, т.е. в направлении с юга на север. Большие запасы НЛГМ в северотаежных лиственничниках обусловлены низкой скоростью разложения органики в условиях короткого северного лета и близкого залегания многолетней мерзлоты. В настоящее время известно, что энергия деструкции в почвах северных лиственничников в 2-2,5 раза ниже, чем в почвах южной тайги. В результате процессы аккумуляции и разложения органического вещества в условиях севера балансируются на более высоком уровне. Этим объясняется многократное преобладание массы подстилки над массой опада, о чем свидетельствуют значения опадо-подстилочных коэффициентов, величина которых варьирует в пределах 15-51. Данное явление наблюдается во

всех лесорастительных провинциях и является спецификой северных редкостойных лиственничников.

Из сказанного можно сделать вывод, что изреженность древесного полога хотя и способствует проникновению солнечной радиации к поверхности почвы, но даже в условиях «белых» ночей не компенсирует влияния многолетней мерзлоты на разложение органического вещества. Это происходит на фоне больших межпожарных интервалов (60-150 лет), способствующих накоплению органики. Значительные запасы органического вещества обуславливают более длительное горение и медленное продвижение кромки пожара. В результате продолжительность непосредственного термического воздействия на дерево увеличивается, что

приводит к большому его повреждению. В сочетании с низкой огнестойкостью лиственницы Гмелина это влечет за собой гибель насаждений после низовых пожаров средней и даже слабой силы.

Таким образом, пожароустойчивость насаждений определяется взаимодействием множества различных факторов. В связи с этим необходимо иметь ее количественную оценку. В настоящее время пожароустойчивость характеризуют, используя балльную оценку (Фуряев, 1983). Класс пожароустойчивости каждого насаждения (низкий, средний, высокий) устанавливается путем суммирования баллов по всем факторам.

Для оценки северотаежных лиственничников

по степени их пожароустойчивости мы выделили основные факторы, влияющие на нее. Неравноценность их учитывали, придав каждому из них соответствующий «вес» экспертным путем. А комплексную характеристику пожароустойчивости насаждений устанавливали по сумме «взвешенных» баллов (таблица 2). Значимость факторов по их влиянию на пожароустойчивость насаждения была установлена по методике С.Д. Бешелева и Ф.Г. Гурвича (1973) и приведена в таблице 3.

Таблица 2 - Шкала оценки факторов пожароустойчивости лиственничных лесов

Средний диаметр древостоя		Среднее расстояние до крон		Глубина корнеобитаемого слоя почвы		Запасы НЛГМ	
см	балл	м	балл	см	балл	т/га	балл
>14	3	>10	3	0-100	3	<30	3
7-14	2	5-10	2	0-60	2	31-50	2
<7	1	<5	1	0-40	1	>50	1

Таблица 3 - Весовые коэффициенты факторов

Ф а к т о р	Весовой коэффициент
Средний диаметр древостоя	0,30
Среднее расстояние до крон	0,10
Глубина залегания корней	0,15
Запасы НЛГМ	0,45

Для определения степени пожароустойчивости насаждений по сумме взвешенных баллов была принята опорная шкала. Низкая степень пожароустойчивости - сумма баллов равняется 1,00-1,67; средняя - 1,68-2,34 и высокая - 2,35-3,00.

Следуя изложенной методике, мы провели распределение основных групп типов лиственничных лесов в разрезе лесорастительных провинций по степени их пожароустойчивости (таблица 4).

Из таблицы следует, что пожароустойчивость северотаежных лиственничников в основном оценивается как низкая.

Выше отмечалось, что на пожароустойчивость насаждений большое влияние оказывает исходное состояние древостоя. Чем оно хуже в момент пожара, тем

ниже и пожароустойчивость. Полученные нами данные показывают, что если через год после пожара число здоровых деревьев составляло почти половину древостоя (48%), то уже через три года оно снизилось до 11%. В то же время число погибших увеличилось с 0 до 28%. Основную же долю составили ослабленные и сильно ослабленные деревья - 58%. Таким образом, уже в первые три года после пожара произошли существенные изменения в жизненном состоянии древостоев в сторону ухудшения.

Обобщение и анализ полученных материалов, а также литературных данных, приводят к следующим выводам.

Пожароустойчивость представляет собой ценотическую форму устойчивости вида к воздействию лесных пожаров.

Таблица 4 - Распределение лиственничников по степени пожароустойчивости

Группа типов лиственничного леса	Средний диаметр древостоя, см	Среднее расстояние до кроны, м	Глубина корнеобитаемого слоя, см	Средние запасы НЛГМ, т/га	Сумма взвешенных баллов	Степень пожароустойчивости
Путоранская провинция						
Кустарничково-лишайниковая	11	5,4	45	60,0	1,45	низкая
Кустарничково-зеленомошная	10	4,1	37	64,6	1,30	низкая
Сфагновая	10	6,4	27	93,3	1,30	низкая
Котуйская провинция						
Кустарничково-лишайниковая	10	4,7	35	76,0	1,30	низкая
Кустарничково-зеленомошная	9	3,9	54	58,7	1,45	низкая
Кустарничково-моховая	14	7,2	38	94,6	1,40	низкая
Эвенкийская провинция						
Кустарничково-лишайниковая	12	5,7	70	35,2	2,05	средняя
Кустарничково-зеленомошная	14	6,2	47	51,2	1,45	низкая

Она обусловлена индивидуальной огнестойкостью растений, входящих в ценоз, особенностями структуры сообщества (вертикальной расчлененностью и горизонтальной неоднородностью фитоценоза), густотой и сомкнутостью ярусов.

Низкая огнестойкость лиственницы на севере предопределяет и низкую пожароустойчивость насаждений. Это говорит о слабой адаптации к пожарам данной породы на уровне насаждения, что также является региональной особенностью. Поэтому правомерно считать, что пожароустойчивость насаждений, выработанная в процессе филоценогенеза, в значительной степени определяется географическим положением и представляет собой явление историческое и биолого-географическое.

В подзоне северной тайги лиственница Гмелина обладает низкой огнестойкостью, а лиственничные насаждения - низкой пожароустойчивостью. Это является региональной особенностью, т.к. в оптимальных условиях произрастания лиственница считается наиболее огнестойкой породой, а лиственничники - высоко пожароустойчивыми. Следовательно, высокая адаптивность к одному экологическому фактору - мерзлоте - не обеспечивает лиственнице такой же степени приспособленности к другому - пожару. В этом проявляется правило относительной независимости адаптации.

Выводы

1. Пожароустойчивость представляет собой *ценотическую* форму устойчивости вида к воздействию лесного пожара. Она характеризует устойчивость всего насаждения или фитоценоза к пирогенному фактору. Пожароустойчивость обусловлена индивидуальной огнестойкостью видов, входящих в ценоз, особенностями структуры растительного сообщества (вертикальной расчлененностью и горизонтальной неоднородностью фитоценоза), густотой и сомкнутостью ярусов.

2. Насаждения из лиственницы Гмелина в северной тайге Средней Сибири характеризуются высокой природной пожарной опасностью и низкой пожароустойчивостью. В связи с этим правомерно считать, что пожароустойчивость насаждений из лиственницы Гмелина, в значительной степени определяется их географическим положением. Поэтому, развивая тезис Г.Ф. Морозова о том, что лес «есть явление географическое», можно утверждать, что **пожароустойчивость насаждений, как и огнестойкость деревьев, представляет собой явление биолого-географическое.**

3. Низкая пожароустойчивость лиственничных насаждений северной подзоны тайги свидетельствует о слабой адаптации к пожарам данной породы на уровне насаждения (фитоценоза). Это также является региональной особенностью, т.к. в средней и южной подзонах

тайги лиственничники отличаются высокой устойчивостью к воздействию пожаров.

Библиографический список

1. Бешелев, С.Д., Гурвич, Ф.Г. Экспертные оценки. - М.: Наука. - 1973. - 160 с.

2. Бондарев, А.И. Строение и нормативы таксации притундровых лесов Северо-Востока Красноярского края. - Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Красноярск. - 1995. - 19 с.

3. Курбатский, Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. - Красноярск. - 1970. - С. 5-58.

4. Кутафьев, В.П. Лесорастительное районирование и леса центральной части Средней Сибири. Автореф. диссертации ... канд. биол. наук. - Красноярск. - 1971. - 29 с.

5. Санников, С.Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье //

Горение и пожары в лесу. - Красноярск. - 1973. - С. 236-277.

6. Фуряев, В.В. Пожароустойчивость лесов и методы ее повышения // Прогнозирование лесных пожаров. - Красноярск. - 1978. - С. 123-146.

7. Цветков, П.А. Пирофитные свойства лиственницы Гмелина // Лесное хозяйство. - 2004. - № 1. С. 43-46.

8. Чижов, Б.Е., Санникова Н.С. Пожароустойчивость растений травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Зауралья // Лесоведение. - 1978. - № 5. - С. 67-76.

9. Шешуков, М.А., Соловьев, В.И., Найкруг, И.Б. Влияние различных факторов на повреждаемость древостоев и древесных пород пожарами // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. - Труды. - вып. 20. - Хабаровск. - 1978. - С. 145-150.

Поступило в редакцию 10 февраля 2006 г.

Рецензия от 30 февраля 2006 г.