

ВЛИЯНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ЧАСТОТУ ПОЖАРОВ В НИЖНЕМ ПРИАНГАРЬЕ

В.А. Иванов¹, С.А. Москальченко¹, Е.И. Пономарев²

¹ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»
660049 Красноярск, пр. Мира, 82, e-mail: lhf@sibstu.kts.ru

²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок, 50; e-mail: institute@forest.akadem.ru

Приведен анализ горимости лесов Нижнего Приангарья. Показано влияние нарушенности лесной территории на частоту возникновения пожаров. Установлено, что частота возникновения пожаров на малонарушенных лесных территориях в условиях Нижнего Приангарья в 2-3 раза ниже, чем на сильно нарушенных.

Ключевые слова: горимость, частота пожаров, нарушенность, коэффициент корреляции

Fire activity analysis of forests in Angara region is reported. Forest disturbance impact on fire frequency is shown. Fire frequency at slightly disturbed forest area was found to be 2-3 times smaller than at heavily disturbed forest area in Angara region.

Keywords: area burned, fire frequency, disturbance, correlation coefficient

ВВЕДЕНИЕ

Основные эксплуатационные леса Красноярского края находятся на территории Нижнего Приангарья. Промышленное их освоение с 70-х годов прошлого века и по настоящее время сохраняет экстенсивный характер за счет вовлечения в эксплуатацию новых лесных площадей. Увеличение количества вырубленных площадей, строительство автомобильных дорог и линий электропередач, подсочка леса, геологоразведка, сельскохозяйственная и промышленная расчистка, строительство Богучанской ГЭС - все это приводит к нарушению лесных территорий.

Проблема нарушенности лесов в Нижнем Приангарье особенно актуальна в последние десятилетия (Фурьев, 1986, 1997; Калашников 1988, 1997; Соколов, 1997 и др.). Интенсивное освоение территории, и рост плотности населения влекут за собой увеличение горимости лесов (Курбатский, 1964;; Курбатский, Цветков, 1986 и др.; Телицын, 1988).

Для комплексной оценки пожарной опасности лесных участков И.С. Овсянников (1964) и М.А. Софронов (1978) предложили использовать в качестве одного из критериев количество источников огня на рассматриваемой территории, связанное с частотой и характером посещения лесного участка населением.

Целью данной работы является оценка воздействия степени и вида нарушенности территории на пожарную опасность лесных участков и частоту возникновения пожаров в Нижнем Приангарье.

РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Район исследования отнесен к Нижне-Ангарскому лесопожарному округу Ангарской лесопожарной области и характеризуется наличием большого числа пожароопасных массивов разных размеров (Софронов, 1990). Территория представлена двумя административными районами: Богучанским с плотностью населения 0,77 чел/км² и Кежемским -

0,26 чел/км². Основная часть населения проживает в крупных поселках по берегам реки Ангары, где плотность населения достигает 10 чел/км² (Андреев, 1999). Объектом исследования являлись Земли лесного фонда пяти лесничеств: Богучанского, Гремучинского, Кодинского, Невонского, Хребтовского. Выбор лесничеств обусловлен наличием наиболее полных данных по горимости этих территорий, а также доступностью картографического материала и данных спутниковой съемки. Рассматриваемые лесничества расположены в сходных лесорастительных условиях. Средний класс природной пожарной опасности по лесничествам отличается незначительно и варьирует от 2,6 в Кодинском до 2,9 в Хребтовском лесничестве.

Нарушенность лесных территорий оценивалась с использованием материалов космической съемки, топографических карт, планов лесонасаждений, карт лесов Красноярского края. При анализе горимости лесов использовали данные Красноярской базы авиационной охраны лесов о количестве и координатах лесных пожаров, причинах их возникновения и сроках активного горения. Анализ фактической горимости лесов осуществляли по методике М.А. Софронова (1990).

Для оценки влияния показателя нарушенности территории на увеличение частоты лесных пожаров информационные слои были загружены в ГИС-систему. В том числе была использована опорная сеть с площадью ячейки 50 тыс. га, которая делила территорию Нижнего Приангарья, включающую указанные лесничества, на элементарные квадраты (рис. 1).

Размер квадрата, для которого определялся коэффициент нарушенности, выбран с учетом норм, принятых в авиационной охране - допустимая дальность видимости в любом направлении для летчика-наблюдателя при планировании маршрутов до 30 км (Щетинский, 2001). Это также минимальный размер, который являлся критерием выделения лесных участков при составлении атласа малонарушенных лесных территорий России (Forest.RU).

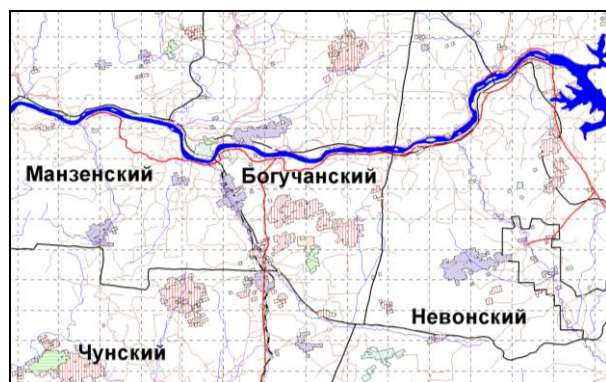


Рисунок 1 - Пример геоинформационной базы данных на территорию Нижнего Приангарья с наложением базовых информационных слоев и опорной сети с площадью ячейки 50000 га

Для каждого квадрата были определены коэффициенты нарушенности территории и частота пожаров. В качестве видов нарушенности для каждого квадрата рассматривались следующие характеристики: наличие населенного пункта с 500 метровой буферной зоной вокруг; наличие, густота и протяженность сети автомобильных дорог (постоянные и временные); наличие и протяженность железной дороги; наличие и протяженность линий электропередач (ЛЭП); лесные площади, поврежденные шелкопрядами; площади вырубок; площади гарей.

Рассматриваемые факторы антропогенного и природного воздействий в той или иной степени определяют повышение природной пожарной опасности территории и вероятность появления источников огня.

Для количественной оценки степени нарушенности лесной территории выбранных факторов была введена система баллов, нормированная в диапазоне 0 – 1,0.

Рассмотренным нами факторам нарушенности были присвоены весовые коэффициенты от 0,1 до 0,9. Весовой коэффициент присваивался по результатам анализа влияния данного фактора на различные виды пожарной опасности (природной, по условиям погоды и по источникам огня) на лесные участки, находящиеся в квадрате. Весовые коэффициенты рассматриваемых факторов были приняты следующие: населенный пункт - 0,6; вырубка - 0,5; гари и шелкопрядники - 0,4; автомобильные дороги постоянного пользования - 0,3; автомобильные дороги временного пользования - 0,2; линии электропередач (ЛЭП) и связи - 0,1.

Интегральная характеристика нарушенности территории определялась на основе комплексного анализа, проводимого в каждой из ячеек опорной сети. Анализировались следующие параметры:

- отношение площади нарушенности (вырубки, гари, и т.п.) к общей площади ячейки;
- отношение протяженности дорог и линий электропередач к протяженности двойного периметра квадрата;
- анализ плотности населения и количества населенных пунктов, включая анализ площади буферных зон вокруг населенных пунктов;

- вычисление интегрального показателя степени нарушенности данной территории с использованием регрессионного уравнения.

Таким образом, регрессионное уравнение, используемое для вычисления интегрального показателя нарушенности территории, имеет вид:

$$P = \sum_i \xi_i \cdot A_i,$$

где P – показатель нарушенности территории, ξ – весовые коэффициенты, A – факторы нарушенности, суммирование ведется по всем выбранным интервалам.

В результате для каждого квадрата и в целом для рассматриваемых лесничеств были получены коэффициенты (степень) нарушенности, нормированные в диапазоне от 0 до 1,0.

Рассмотрим на примере определение коэффициента нарушенности территории для одного из квадратов, находящегося на территории Богучанского лесничества. В выбранной ячейке опорной сети суммарная протяженность дорог постоянного пользования 21 км отношение к двойному периметру квадрата $21/179 = 0,12$, весовой коэффициент для данной характеристики выбран 0,3; суммарная протяженность временных дорог 50 км, отношение к двойному периметру квадрата $50/179 = 0,3$; весовой коэффициент для данной характеристики выбран 0,2; вырубок на территории квадрата нет, следовательно, данная характеристика имеет нулевое значение, весовой коэффициент 0,5; площадь гари находящаяся в квадрате 15500 га отношение к площади квадрата (50000 га) составляет 0,3, весовой коэффициент 0,4; населенных пунктов нет (значение равно нулю), весовой коэффициент 0,6; линий электропередач нет (значение равно нулю), весовой коэффициент 0,1. Таким образом, используя регрессионное соотношение, была вычислена интегральная характеристика нарушенности для данной ячейки:

$$P = 0,12 \cdot 0,3 + (0,28 \cdot 0,2) + (0 \cdot 0,5) + (0,3 \cdot 0,4) + (0 \cdot 0,6) + (0 \cdot 0,1) = 0,21,$$

где P – коэффициент нарушенности территории для рассматриваемого квадрата.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На территории Нижнего Приангарья ежегодно регистрируется свыше 300 лесных пожаров. По данным многолетних наблюдений Красноярской базы авиационной охраны лесов основными причинами возникновения лесных пожаров являются грозы (до 47 % всех случаев), а также антропогенный фактор (до 38 %). Распределение лесных пожаров за период 1992 - 2006 гг. приведено на рисунке 2. Рассмотрение временного ряда показывает, что численность пожаров варьирует со снижением числа и площади пожаров с 1998 по 2002 гг., что обусловлено сочетанием благоприятных погодных условий в эти годы средний класс по условиям погоды в 1998

году составил 2,2 единицы, а средний многолетний равен 2,5. Максимальная площадь пожаров была зарегистрирована в 1996 году и превышала 60 тыс. га. Экстремально высокие показатели горимости на данной территории наблюдались в 1996, 2003 и 2006 годах, когда отмечались экстремально высокие температуры воздуха и снижение количества летних осадков. Рассматривая частоту пожаров в зависимости от причин их возникновения необходимо отметить, что в лесничествах, расположенных

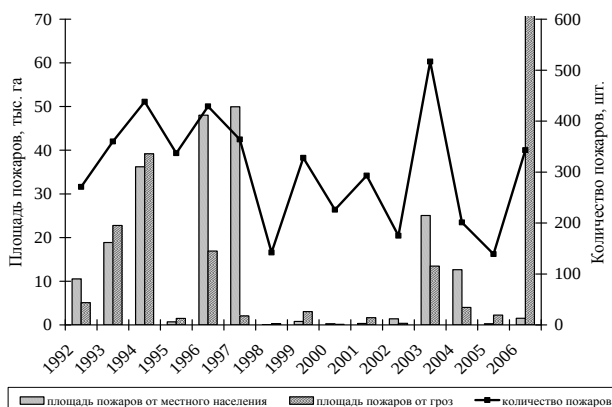


Рисунок 2 - Динамика горимости лесов Нижнего Приангарья за 1992 - 2006 гг.

в Богучанском районе, где плотность населения высокая, частота пожаров от местного населения превышает или равна частоте пожаров от гроз. Исключение составляет Хребтовское лесничество, которое расположено вблизи границы с Кежемским районом, где в Кодинском лесничестве частота пожаров от гроз превышает в два раза частоту пожаров от местного населения (рис. 3). Характеристика фактической горимости территории приведена в таблице 1

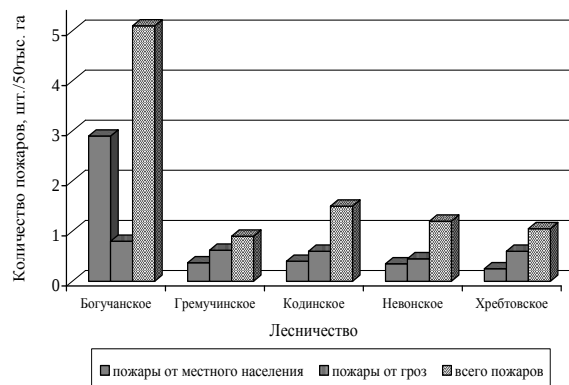


Рисунок 3 - Частота лесных пожаров в зависимости от причин их возникновения

Таблица 1 – Характеристика фактической горимости территории Нижнего Приангарья (среднее многолетнее)

Лесничество	S_f , га	nf , пожаров на 10^5 га	S_r , га/ 10^5 га	Pr , км/ 10^5 га
Богучанское	218	8,2	1780,8	317,7
Гремучинское	351	1,8	638,4	91,1
Кодинское	302	3,0	916,0	100,2
Невонское	245	2,4	592,5	76,5
Хребтовское	381	2,1	78,5	94,3

Примечания: S_f – средняя площадь пожара, га; nf – число пожаров, возникающих на 10^5 га; S_r – относительная площадь пожаров за сезон на 10^5 га; Pr – относительный суммарный периметр пожаров, км/ 10^5 га.

Распределение частоты пожаров на территории Нижнего Приангарья крайне неравномерно. Наибольшая частота пожаров наблюдается на территории Богучанского лесничества - 8,2 пож./100 тыс. га, наименьшая в Гремучинском лесничестве. По рассматриваемым критериям территория характеризуется повышенной горимостью.

Результаты обработки спутниковых изображений, систематизированные в банк данных, дают представление о масштабах природного и антропогенного воздействия, а также о текущем состоянии лесов Средней Сибири. По нашим оценкам в среднем около 30 – 40 % площади исследуемых лесохозяйственных предприятий могут быть отнесены к классам с различной степенью повреждения леса, из которых лишь 30 % – территории со слабо выраженными признаками лесовосстановления.

Хозяйственное освоение территории и, прежде всего, рубки представляют собой очаги повышенной пожарной опасности, а возникающие здесь пожары распространяются и на сопредельные покрытые лесной растительностью территории. Такие пожары могут повторяться даже в течение одного сезона, что в результате существенно увеличивает статистику поврежденных площадей (Пономарев, Бурак, 2007). На рисунке 4 представлен пример

распространения лесного пожара по территориям вырубок. Результаты исследований для ряда лесничеств (табл. 2) позволяют отметить значительность комплексного воздействия на леса Нижнего Приангарья.

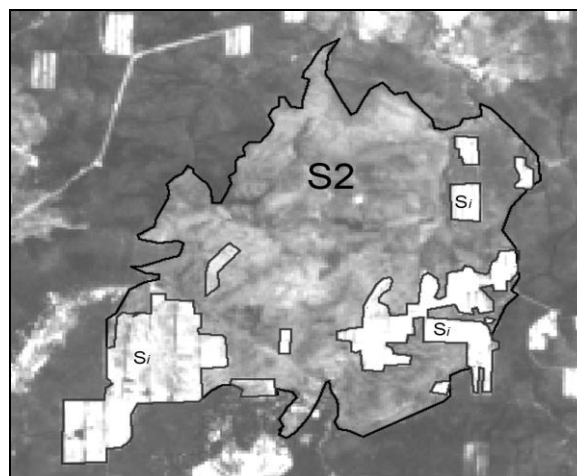


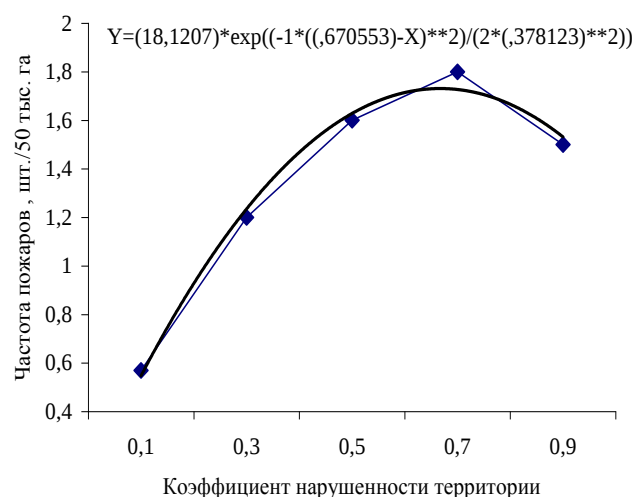
Рисунок 4 - Распространение лесного пожара по территориям вырубок и соотношение масштабов повреждений в результате антропогенного и пожарного воздействий. Нижнее Приангарье, 2005 г. S_1 – площади рубок; S_2 – пройденная пожаром площадь

Таблица 2 - Нарушенность территорий лесничеств

Лесничества	Общая площадь, 10 ³ га	Площадь вырубок		Пожары на прилегающей к рубкам территории		S ₂ /S ₁
		(S ₁), 10 ³ га	% от общей площади	(S ₂), 10 ³ га	% от общей площади	
Богучанское	119	2,1	1,7	25,2	21	11
Гремучинское	879	26,8	3	179,8	20,5	5,7
Невонское	540	6,8	1,3	62,2	11,5	8

Площадь гарей превышает в среднем в 4 – 11 раз площадь вырубок, на которых лесной пожар возникает (Пономарев, 2008). Таким образом, антропогенное воздействие проявляется не только как один из значимых факторов воздействия на леса Нижнего Приангарья, но и косвенно, как причина масштабных повреждений огнем, что должно быть отражено в статистике причин лесных пожаров и их последствий.

Влияние степени нарушенности лесных территорий на частоту возникновения пожаров представлено на рисунке 5.

**Рисунок 5 - Зависимость частоты лесных пожаров от степени нарушенности лесной территории**

По полученным данным видно, что до определенной степени нарушенности территории идет

увеличение количества пожаров на них, а далее идет их уменьшение.

Снижение частоты пожаров на сильно нарушенных территориях связано с повышением рекреационных нагрузок на лесные участки, что приводит к изменению запаса и структуры лесных горючих материалов, к увеличению пирологической расчлененности лесной территории и к уменьшению числа дней в пожароопасном сезоне, когда они находятся в пожарозрелом состоянии (Цветков, Сементин, 1999; Горбунов, 2008).

Проведенный корреляционный анализ позволяет отметить, высокую степень зависимости частоты возникновения лесных пожаров не зависимо от причин их возникновения с показателем нарушенности данной территории. Данная зависимость проявляется и в случае выборки пожаров, причиной возникновения которых служит антропогенный фактор. Наибольшие коэффициенты корреляции получены для территории Богучанского лесничества.

По мере снижения коэффициента нарушенности территории наблюдается и снижение частоты пожаров, что характерно для Хребтовского лесничества и в значительной степени для Гремучинского

Выявлена связь нарушенности территории с частотой пожаров возникших от гроз для всей рассматриваемой территории, которая колеблется от слабой до умеренной (табл. 3). Это можно объяснить тем что, нарушение лесной территории приводит к большому разнообразию подстилающей поверхности земель лесного фонда и увеличивает грозовую активность над этой территорией (Горбатенко, 2000; Иванов, 2006).

Таблица 3 - Значение коэффициентов корреляции между показателем нарушенности лесной территории и частотой пожаров в зависимости от причины их возникновения

101 пожаров в зависимости от причины их возникновения				
Лесничество	Средневзвешенный коэффициент пожарной опасности	Причины пожаров		Не разделяя по причинам
		местное население	от грозы	
		коэффициент корреляции (R)		
Богучанское	0,43	0,76	0,40	0,82
Гремучинское	0,29	0,50	0,33	0,55
Кодинское	0,30	0,26	0,29	0,36
Невонское	0,28	0,45	0,43	0,60
Хребтовское	0,22	0,29	0,23	0,30

Исследования показали, что не все из рассматриваемых видов нарушения с частотой пожаров имеют значимые коэффициенты корреляции (табл. 4). На территории каждого лесничества имеются свои виды нарушения, которые оказывают значительное влияние на частоту пожаров. Квадрат коэффициента корреляции (R^2) позволяет показать какой из видов нарушения (в %)

вносит наибольший или наименьший вклад в частоту лесных пожаров той территории, где он присутствует. На территории Богучанского лесничества из рассматриваемых факторов наибольшее значение на частоту пожаров оказывает рубки ($R^2 = 60\%$), а на территории Гремучинского лесничества временные автомобильные дороги ($R^2 = 40\%$).

Таблица 4 - Корреляция частоты лесных пожаров в зависимости от различных видов нарушенности территории

Лесничество	Виды нарушенности					
	гари,	вырубки	ЛЭП и линии связи	населённые пункты	дороги по- стоянные	дороги вре- менные
Богучанское	<u>0,57</u> 0,32	<u>0,78</u> 0,60	<u>0,27</u> 0,07	<u>0,61</u> 0,37	<u>0,77</u> 0,59	<u>-0,29</u> 0,08
Гремучинское	<u>0,38</u> 0,14	<u>0,29</u> 0,08	<u>0,45</u> 0,20	<u>0,50</u> 0,25	<u>0,36</u> 0,13	<u>0,64</u> 0,40
Кодинское	<u>-0,01</u> 0,001	<u>0,10</u> 0,01	<u>0,65</u> 0,42	<u>0,38</u> 0,14	<u>0,53</u> 0,28	<u>0,29</u> 0,08
Невонское	<u>0,25</u> 0,06	<u>0,45</u> 0,2	<u>0,15</u> 0,02	<u>0,16</u> 0,02	<u>0,18</u> 0,03	<u>0,38</u> 0,14
Хребтовское	<u>0,17</u> 0,02	<u>0,43</u> 0,18	<u>0,26</u> 0,06	<u>0,11</u> 0,01	<u>0,23</u> 0,05	<u>0,41</u> 0,16

Примечания: в числителе коэффициент корреляции R, в знаменателе коэффициент корреляции в квадрате R².

Например, связь частоты пожаров с нарушенностью территории Кодинского лесничества проявляется слабо $R=36$, хотя из рассматриваемых лесничеств по нарушенности эта территория занимает второе место. Причина здесь в том, что наибольший вклад в нарушение лесной территории, как известно, вносят вырубки и гари, но они в условиях лесничества малодоступны, так как временные дороги в пожароопасный сезон в большинстве случаев не проезжие, что исключает появление антропогенных источников огня вблизи этих территорий. В тоже время на территории Кодинского лесничества ведется строительство Богучанской ГЭС и линий электропередач, интенсивно эксплуатируются постоянные дороги, что приводит к увеличению числа пожаров вблизи этих объектов, о чем свидетельствует квадрат коэффициента корреляции ($R^2 = 42\%$).

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показывают, что частота возникновения пожаров на малонарушенных лесных территориях в условиях Нижнего Приангарья в 2 - 3 раза ниже, чем на сильно нарушенных. Степень нарушения лесной территории оказывает влияние на частоту возникновения пожаров не зависимо от причин их возникновения.

Для каждой лесной территории имеется свой доминирующий вид нарушения территории, оказывающий воздействие на возникновение пожаров.

При организации охраны лесных участков от пожаров необходимо учитывать весь комплекс нарушенности территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Андреев, Ю. А. Население и лесные пожары в Нижнем Приангарье [Текст] / Ю. А. Андреев. – Красноярск : 1999. – 94 с.
 Горбатенко, В. П. Изменения грозовой активности над антропогенно преобразованной подстилающей поверхностью [Текст] / В. П. Горбатенко // География и природные ресурсы. - 2000. - № 2. - С. 139-142.
 Горбунов, А. С. Влияние рекреации на пожарную опасность сосняков [Текст] / А. С. Горбунов // Пожары в лесных экосистемах Сибири: Материалы Всероссийской

конференции с международным участием. – Красноярск : Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. – 2008. – С. 46-47.

Иванов, В. А. Методологические основы классификации лесов Средней Сибири по степени пожарной опасности от гроз : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук : 06.03.03 / В. А. Иванов. - Красноярск, 2006. – 42 с.

Калашников, Е. Н. Современное состояние и динамика лесов Нижнего Приангарья / Е. Н. Калашников [и др.]. – Сырьевые ресурсы Нижнего Приангарья // Труды первой научно-практической конференции по реализации федеральной целевой программы освоения Нижнего Приангарья в Красноярском крае. Лесохимический комплекс : Красноярск, 1997. – С. 159–163.

Курбатский, Н. П. Проблема лесных пожаров [Текст] / Н. П. Курбатский // Возникновение лесных пожаров. - М. : Изд-во АН СССР. – 1964. – С. 5-60.

Курбатский, Н. П., Цветков, П. А. Охрана лесов от пожаров в районах интенсивного освоения (на примере КАТЭКа) [Текст] / Н. П. Курбатский, П. А. Цветков. – Красноярск : ИЛИД, 1986. – 147 с.

Овсянников, И. В. Определение пожарной опасности насаждений при проектировании противопожарных мероприятий [Текст] / И. В. Овсянников // Лесное хозяйство. - 1964. - № 7. – С. 62-64.

Пономарёв, Е. И., Бурак, Л. В. Исследование применимости съёмки со спутников серии ДМС для мониторинга нарушенности лесов [Текст] / Е. И. Пономарев, Л. В. Бурак // География и природные ресурсы. - 2007. - № 4. – С. 135–139.

Соколов, В. А., Фарбер, С. К. Оптимизация лесопользования Нижнего Приангарья / В. А. Соколов, С. К. Фарбер. – Сырьевые ресурсы Нижнего Приангарья // Труды первой научно-практической конференции по реализации федеральной целевой программы освоения Нижнего Приангарья в Красноярском крае. Лесохимический комплекс : Красноярск, 1997. – С. 173–178.

Софронов, М. А. Принципы лесопожарного районирования [Текст] / М. А. Софронов // Прогнозирование лесных пожаров. - Красноярск : ИЛИД, 1978. – С. 108-122.

Софронов, М. А., Волокитина, А. В. Пирологическое районирование в таежной зоне [Текст] / М. А. Софронов, А. В. Волокитина. – Новосибирск : Наука, Сиб. отделение, 1990. – 205 с.

Телицын, Г. П. Лесные пожары, их предупреждение и тушение в Хабаровском крае [Текст] / Г. П. Телицын. – Хабаровск : Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 1988. – 94 с.

Фуряев В. В., Злобина Л. П. Прогноз вероятных потерь лесных ресурсов под воздействием пожаров (на примере Нижнее-Ангарского ТПК) [Текст] / В. В. Фуряев,

- Л. П. Злобина. - Сырьевые ресурсы Нижнего Приангарья // Труды первой научно-практической конференции по реализации федеральной целевой программы освоения Нижнего Приангарья в Красноярском крае. Лесохимический комплекс : Красноярск, 1997. - С. 166–173.
- Цветков, П. А., Сементин, В. Л. Влияние рекреации на запасы лесных горючих материалов в сосняках и их пожарное созревание / П. А. Цветков, В. Л. Сементин // Сибирский вестник пожарной безопасности : – 1999. - № 3 – 4. – С. 64–68.
- Щетинский, Е.А. Авиационная охран лесов [Текст] : учеб пособие для летчиков-наблюдателей / Е. А. Щетинский. - М. : ВНИИЛМ, 2001. – 488 с.
- Ponomarev, E. I. Występowanie pożarów lasu w Syberii Środkowej w zależności od szerokości geograficznej i ocena uszkodzenia lasów (Geographic conditionality of wildfires and estimation of damages of forests) / E. I. Ponomarev // Leśne Prace Badawcze (Poland). - 2008. - Vol. 69 (2). - P. 109 – 115.
-

Поступила в редакцию 5 октября 2008 г.
Принята к печати 8 июня 2009 г.