

Литература

1. Безопасность ручных машин и их классификация / В.С. Ванаев [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – №5. – С.6–16.
2. Тимофеева И.Г., Еремина Т.В. Прогнозная оценка условий безопасности средств малой механизации // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – №5. – С.36–37.
3. Санитарные нормы и правила. Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: СН 2.2.4/2.1.8.566-96. – М.: Инф.-изд. центр Минздрава России, 1997. – 30 с.
4. Пат. 79826 Российская Федерация. Электрический ручной молоток ударного действия / Еремина Т.В., Тимофеева И.Г.; заявитель и патентообладатель. ВСГТУ. – 2009. – Бюл. № 2.
5. Пат. 34112 Российская Федерация. Пневматический инструмент ударного действия / Ожогин А.П., Тимофеева И.Г., Еремина Т.В.; заявитель и патентообладатель. ВСГТУ. – 2003. – Бюл. № 33.



УДК 630.432.1

Т.М. Софронова, А.В. Волокитина, К.С. Першин

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОСТАВЛЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕСТНЫХ ШКАЛ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ*

Разработаны методика и программа автоматизации обработки информации на примере данных о пожарах и метеоусловиях Слюдянского лесничества Иркутской области.

Ключевые слова: пожарная опасность, погода, местные шкалы пожарной опасности, класс пожарной опасности, автоматизация обработки информации.

Т.М. Sofronova, A.V. Volokitina, K.S. Pershin

AUTOMATED COMPILATION OF ENHANCED FIRE HAZARD LOCAL SCALES

The methodology and automation program for information processing on the example of fire and weather condition data in Irkutsk Oblast Sludyanskiy Forest Office are developed.

Key words: fire hazard, weather, fire hazard local scales, fire hazard class, information processing automation.

Введение. Пожарная опасность в лесу может определяться конкретно для отдельных однородных участков (природная пожарная опасность) или для районов в целом (пожарная опасность по условиям погоды).

Пожарная опасность по условиям погоды может оцениваться с помощью лесопожарных показателей засухи, например: комплексного показателя В.Г. Нестерова [6] с недифференцированным учетом осадков, показателя ПВ-1 ЛенНИИЛХа с дифференцированным учетом осадков [1] и показателя ПВГ М.А. Софронова [8], который учитывает гигроскопичность горючих материалов и может также рассчитываться при отрицательных температурах воздуха.

Наличие определенной пожарной опасности в любом районе свидетельствует о вероятности развития на его территории пожарной ситуации с конкретным количеством действующих природных пожаров, которые могут причинить тот или иной ущерб. Однако во всех странах величина пожарной опасности выражается в относительных, условных или качественных величинах (обычно, в классах пожарной опасности). Но они не связаны непосредственно с какими-либо конкретными величинами, выражающими пожарную ситуацию, которая может развиваться при реализации пожарной опасности, т.е. с величинами, которые можно точно опре-

* Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (мероприятие 1.4, направление 1).

делять в прошедшие дни и тем самым оценивать точность оценки (прогноза) пожарной опасности. Если бы пожарная опасность, ее классы были связаны с абсолютным количественным критерием, то по данным о природных пожарах за прошлые годы можно было бы определить истинную величину пожарной опасности за каждый день, также определить величины факторов пожарной опасности в эти дни, после чего можно было бы установить зависимость пожарной опасности от различных факторов в районе.

В настоящее время сложилась парадоксальная ситуация, когда количественно измеряются факторы пожарной опасности, а сама пожарная опасность как функция не имеет количественного выражения. Таким образом, важнейшим вопросом в совершенствовании ежедневной оценки пожарной опасности является выбор абсолютного критерия для выражения величины пожарной опасности, т.е. такого критерия, который можно измерить на другой день, после реализации действительной пожарной опасности.

Вопросами оценки пожарной опасности в России занимались многие ученые Мелехов И.С. [5], Нестеров В.Г. [6], Курбатский Н.П. [3], Софронов М.А. [8] и другие.

Интерес также представляют зарубежные системы оценки пожарной опасности по условиям погоды тех западноевропейских стран, которые имеют сходство с Россией по природным условиям (Финляндия, Норвегия, Швеция и Германия), и тех стран, в которых наблюдается высокая горимость лесов (Португалия, Испания, Франция и др.) [11, 13, 14]. Особого внимания заслуживают национальные многоуровневые системы оценок пожарной опасности США [12] и Канады [10].

Почти в каждой стране существуют свои методы оценки пожарной опасности. В 90-х годах в европейских странах появилось стремление к интеграции в этом плане, то есть к выбору и использованию какого-то одного, наиболее эффективного метода. Проверка эффективности различных методов не выявила явных преимуществ ни одного из них [14].

Проведенный нами анализ показал, что совершенной общепризнанной системы ежедневной оценки пожарной опасности лесов пока не существует, в каждой стране используется своя система. В последние годы в европейских странах наметилась тенденция к интеграции на базе канадской системы.

Перспективным подходом предлагаемой методики по совершенствованию оценки ежедневной пожарной опасности является использование абсолютного критерия для выражения самой величины пожарной опасности – вероятной плотности действующих лесных пожаров. Впервые предлагается автоматизировать составление сопоставимых порайонных местных шкал, необходимых для более точного определения напряженности пожароопасной ситуации при каждом из пяти классов пожарной опасности через вероятную плотность действующих лесных пожаров.

Методика исследований. *Анализ и обсуждение существующих методик.* Факторами ежедневной пожарной опасности являются не только погодные условия, но еще и характер растительности, ее фенологическое состояние, источники загорания, условия распространения пожаров и условия их тушения. Значения всех перечисленных факторов, кроме погодных, постепенно и закономерно изменяются в течение сезона в пределах одного района; они бывают различны в разных районах. Поэтому в *каждом* районе в пределах *каждого* периода сезона такие факторы можно условно принимать за *постоянные* и определять реальную пожарную опасность в зависимости только от погодных условий (т.е. от уровня засухи). Данный подход был использован в методике Н.П. Курбатского [3] по составлению местных районных шкал для оценки пожарной опасности по условиям погоды.

По методике Н.П. Курбатского, шкалы строятся на основе соотношения между ежедневной величиной лесопожарного показателя засухи (показателя В. Г. Нестерова, ПВ-1) и ежедневным количеством *возникающих* пожаров. Это соотношение закономерно изменяется в каждом районе в течение пожароопасного сезона. В соответствии с данной методикой, собираются следующие сведения по району (лесхозу) о пожарах не менее, чем за пять – десять лет: когда возник каждый пожар (месяц, число) и при какой величине показателя (Нестерова или ПВ-1). Все эти данные наносятся на график, который показывает распределение всего количества пожаров по пожароопасному сезону в связи с величиной показателя за многолетний период. Учитывая динамику количества пожаров в пределах сезона и сезонные изменения зависимости возникновения пожаров от величины показателя, сезон делится экспертным методом на периоды. Для каждого периода составляется своя шкала, причём границы между классами пожарной опасности (КПО) по величине показателя проводятся таким образом, чтобы в первом (нижнем) классе оказалось 5 % пожаров; выше, во втором классе – 15–20 %, в третьем – 35–40 % и в последнем четвертом – 40–45 %.

В более поздних рекомендациях ЛенНИИЛХа принцип разделения на классы тот же, только допустимый процент пожаров в каждом классе принимается не стандартным, а устанавливается экспертным путем для данной территории, поэтому построение местных шкал связано с известной долей субъективизма в назначении допустимого распределения пожаров по классам пожарной опасности [2].

Впоследствии указанные придержки по доле пожаров в каждом классе были несколько изменены следующим образом: в первом КПО должно быть не более 5 % пожаров от всего количества в данном периоде, во втором – не более 15 %, в третьем – не более 25 %, в четвертом – тоже не более 25 %, а в пятом – оставшиеся 30–35 % [4].

В процессе составления местных шкал, когда устанавливается эмпирическая связь между количеством возникающих пожаров и величиной показателя (например, ПВ-1), как бы «автоматически» учитывается влияние и *всех остальных факторов* пожарной опасности, которые в пределах района и периода сезона принимаются за постоянные факторы. Следовательно, местные шкалы фактически являются шкалами пожарной опасности не только по погоде, поскольку они отражают влияние всех факторов пожарной опасности.

Однако по методике Н.П. Курбатского, как в высокогоримом районе с засушливым климатом, так и в малогоримом с влажным климатом, как в высокогоримый период сезона, так и в малогоримый всегда, выделяются четыре класса пожарной опасности (или пять классов в современном варианте). В высокогоримом районе при III классе пожарной опасности обстановка может быть очень напряженной, а в малогоримом районе при том же классе вполне благополучной. Это означает, что одноименные классы пожарной опасности в разных местных шкалах *несопоставимы* друг с другом по пожарной напряженности на территории районов. Кроме того, шкалы, составленные для одного и того же района, но по материалам разных лет, отличающихся по средней засушливости сезонов, будут иметь различные границы классов по показателю. В то же время сами местные шкалы достаточно точно отражают относительное влияние местных особенностей на пожарную опасность.

Таким образом, у местных шкал, построенных по вышеописанной методике, имеется один существенный недостаток, а именно, *несопоставимость* одноименных классов пожарной опасности (КПО) из разных районов и из разных периодов сезона по истинному уровню пожарной опасности, которая при ее реализации обуславливает определенную пожарную ситуацию в районе. Причина несопоставимости одноименных КПО – в их *относительности*, так как по методике в каждом районе и в каждом периоде должны выделяться все пять КПО при *любом* количестве пожаров за анализируемый период.

Методика составления усовершенствованных местных шкал пожарной опасности. Для более точной регламентации работы лесопожарных служб и широкого маневрирования силами лесопожарной охраны, а также для более обоснованного планового распределения сил и средств между регионами, лесхозами и авиаотделениями необходимо иметь местные шкалы именно с *сопоставимыми* классами пожарной опасности [7, 8].

Эффективность методов ежедневной оценки пожарной опасности (российских и зарубежных) можно значительно повысить за счет косвенного учета всех факторов пожарной опасности (а не только одного погодного фактора) через составление местных шкал, имеющих сопоставимые классы пожарной опасности, которые связаны с абсолютным критерием пожарной опасности на территории района, а именно, с *вероятной ежедневной плотностью действующих пожаров* (количество пожаров на миллион гектар). Средняя плотность действующих пожаров в пределах одного класса засухи не превышает 50 пожаров на миллион гектаров по многолетним данным оперативных авиаотделений Северной, Забайкальской, Красноярской, Западно-Сибирской и Томской авиабаз. Этот диапазон плотности действующих пожаров (от 0 до 50) мы разделили на 5 классов, которым соответствует следующая вероятная плотность *действующих* пожаров. Первому КПО должна соответствовать вероятная плотность действующих пожаров менее 0,2 *пож./млн га*; второму КПО – 0,2–0,8; третьему КПО – 0,81–3,2; четвертому КПО – 3,21–12,8; пятому КПО – более 12,8 [9].

Для составления местной шкалы по предлагаемой нами методике необходимо вначале определить связь между величиной метеорологического показателя пожарной опасности и ежедневным количеством действующих пожаров, а также закономерное изменение этой связи, ее динамику в течение пожароопасного сезона. Связь устанавливается на основании анализа сведений о погоде и о пожарах за многолетний период.

Мы также проанализировали сведения за 1996–2003 годы о погоде по метеостанции Култук и рассчитали ежедневную величину показателя ПВ-1 с апреля по сентябрь. За эти же годы были взяты сведения о датах обнаружения и ликвидации лесных пожаров, на основании чего определено ежедневное количество действующих пожаров. Данные о ежедневном количестве действующих пожаров (включая дни с отсутствием пожаров) были объединены в группы по следующим градациям факторов: 1) по погодному фактору, т.е. по величине показателя ПВ-1 – в границах классов засухи (КЗ): 0 КЗ – до 60 единиц показателя; I КЗ – 60–300; II КЗ – 301–1000; III КЗ – 1001–3000; IV КЗ – 3001–10 000; V КЗ – более 10 000 единиц [8, 9]; 2) по фактору времени – в границах каждой декады каждого месяца. В каждой группе подсчитали количество пожаро-дней. Подекадные данные о количестве пожаро-дней в связи с классами засухи и о количестве дней по каждому классу засухи представлены в таблице 1.2. Распределение дней по классам засухи оказалось следующим: 0 КЗ – 25 %; I КЗ – 32 %; II КЗ – 34 %; III КЗ – 9 %; IV КЗ – 0%.

Таким образом, из-за влажного климата Южного Прибайкалья в пожароопасном сезоне преобладают дни с первым и вторым классами засухи (66 %), дней с третьим классом мало (9 %), а дни с четвертым классом практически отсутствуют. Что касается *пожаро-дней*, то их основное количество приходится на дни со вторым классом засухи (52 %).

Затем было подсчитано среднее ежедневное количество действующих пожаров в каждой декаде при каждом классе засухи, причем учитывались и те дни, когда пожаров не было. Эти данные были выровнены и изображены графически. Анализ графиков показал, что ежедневное количество действующих пожаров при одном и том же классе засухи очень значительно изменяется в течение сезона, достигая максимума весной – в конце мая, и снижаясь до минимума летом.

Это еще раз подтверждает представление о том, что пожарную опасность нельзя оценивать только по одному фактору – погодному, и что очень большую роль играют другие факторы, прежде всего, фенологическое состояние растительности и источники загорания. Их влияние учитывается косвенно – через местные районные шкалы.

Определяющими в сезонной динамике ежедневного количества действующих пожаров являются дни со вторым классом засухи, на которые приходится 52 % пожаро-дней. Рисунок 1.2 помогает разделить пожароопасный сезон на периоды: весенний – по 20 июня, летний – с 21 июня по 31 августа; осенний – с 1 сентября. Местные шкалы обычно составляются для каждого периода.

Следует заметить, что на территории Слюдянского лесхоза в осенний период пожаров возникает мало, причем только в отдельные годы. По причине малого количества данных выявить достоверную связь между величиной показателя ПВ-1 и ежедневным количеством действующих пожаров не удалось. Это видно и на графике. Поэтому следует объединить эти периоды в один летне-осенний период и составить для него общую шкалу оценки пожарной опасности.

Возникает еще один вопрос: надо ли составлять шкалы по оценке пожарной опасности отдельно для нижнего и для верхнего лесных поясов?

По нашему мнению, в данном конкретном районе этого делать не следует, поскольку, во-первых, в верхнем лесном поясе возникает только 19 % от общего количества пожаров, и для обоснованного составления шкал там не хватает данных. Во-вторых, авиапатрулирование верхнего и нижнего поясов проводится совместно и одновременно. Следовательно, надо составить общие шкалы для обоих поясов, а именно, одну шкалу – для весеннего периода и другую шкалу – для летне-осеннего периода.

При составлении шкал мы воспользовались результатами анализа связи между метеорологическими показателями пожарной опасности и ежедневным количеством действующих пожаров. Необходимо только *ежедневное количество действующих пожаров* перевести в *плотность действующих пожаров (пож. / млн га)*, учитывая, что площадь Слюдянского лесхоза составляет 351 тыс. га (т.е. умножить на переводный коэффициент 2,85), а затем установить границы между классами пожарной опасности (КПО) по величине показателей ПВ-1 и ПВГ, соответствующие указанным выше градациям плотности действующих пожаров в каждом КПО.

Шкалы имеют классы пожарной опасности (КПО), которым соответствует следующая вероятная плотность действующих пожаров: I КПО – до 0,2; II КПО – 0,2 – 0,8; III КПО – 0,81 – 3,2; IV КПО – более 3,2 пож. / млн га (табл.).

Местные шкалы для оценки пожарной опасности по условиям погоды на территории Слюдянского лесхоза

Класс пожарной опасности (КПО)	Весенний период (с 15.04 по 20.06)	Летне-осенний период (с 21.06 по 20.10)
	Градации по величине показателя ПВ-1, единиц	
I	< 100	< 200
II	101 – 200	201 – 700
III	201 – 700	701 – 1400
IV	> 700	> 1400

Программа автоматизированного составления усовершенствованных местных шкал

Исходные данные. Для разработки алгоритма расчета составления местных шкал пожарной опасности необходима следующая информация:

- 1) площадь лесничества, млн га;
- 2) величина показателя засухи (ПН, ПВ-1 или ПВГ) на каждый день пожароопасного сезона за последние 8–10 лет;
- 3) количество действующих пожаров на каждый день пожароопасного сезона за последние 8–10 лет;
- 4) границы пожароопасных периодов в сезоне (например, весна 15.04–20.06 и лето-осень 21.06–30.09) по количеству действующих пожаров в течение сезона при II классе засухе общесоюзной шкалы.

Алгоритм программы включает в себя следующий порядок действий:

- 1) сгруппировать данные по равномерно расширяющейся градации величин показателей засухи;
- 2) выполнить расчеты среднего количества ежедневно действующих пожаров в пределах каждой градации и определить плотность ежедневно действующих пожаров в пересчете на один миллион га;
- 3) построить корреляционный график (с пересечением в нуле) зависимости средней ежедневной плотности пожаров от градации показателя засухи и по нему найти для каждого периода сезона градации показателя засухи, соответствующие шкале с сопоставимыми классами пожарной опасности: I КПО – до 0,2; II КПО – 0,2–0,8; III КПО – 0,81–3,2; IV КПО – 3,2–12,8; V КПО – более 12,8 пож. / млн га.

- 4) построить шкалу в виде схемы или пирамиды.

Алгоритм программы приведен на рисунке 1 в виде функциональной схемы.

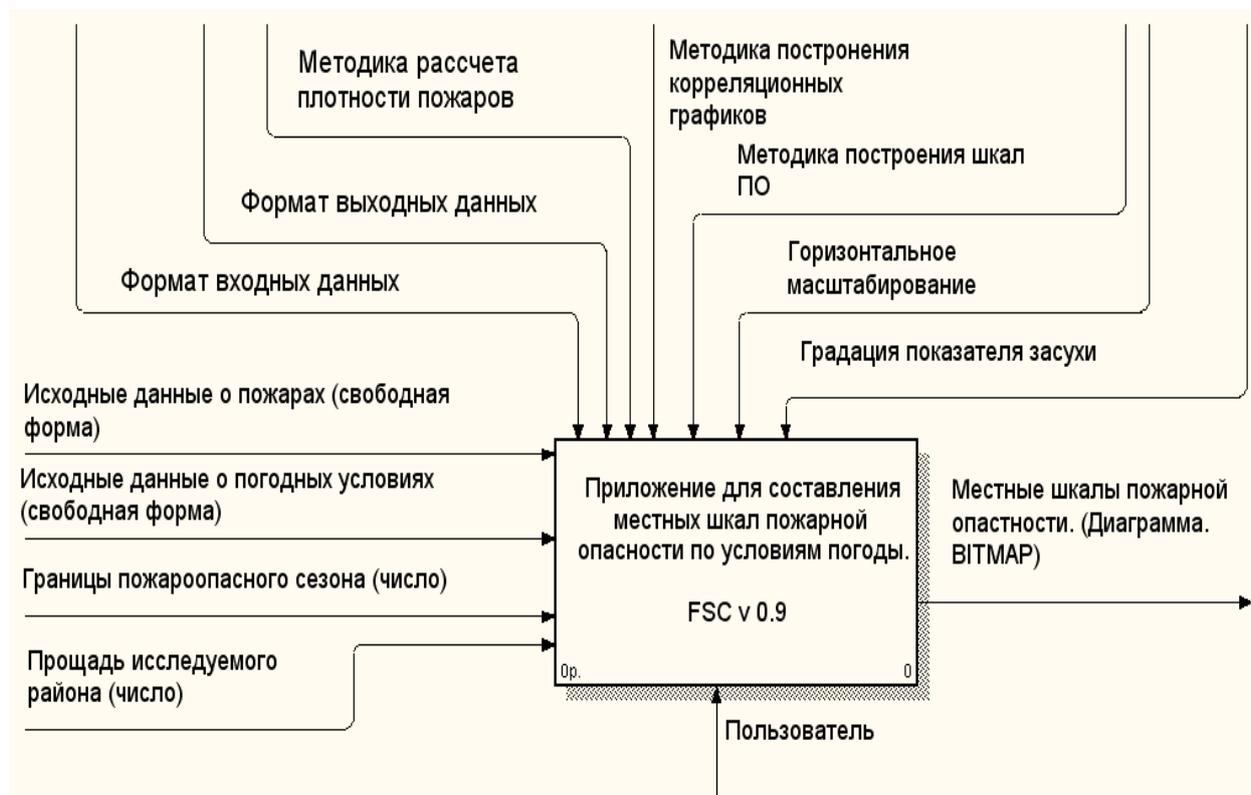


Рис.1. Функциональная схема алгоритма программы составления усовершенствованных местных шкал пожарной опасности

Входными данными для программы является информация о пожарах, произошедших на данной территории, и информация о погодных условиях в виде лесопожарных показателей, представленные в свободной форме (непосредственное оформление в табличной форме осуществляется уже внутри приложения). Выходные данные – это диаграмма местных шкал пожарной опасности в графическом формате *.bmp. Управляющие воздействия – это ограничение формата входных/выходных данных для приложения, методики расчета и построения графиков и параметры отображения информации внутри приложения (масштабирование и градации показателя засухи). Механизмом является пользователь, управляющий программой через пользовательский интерфейс.

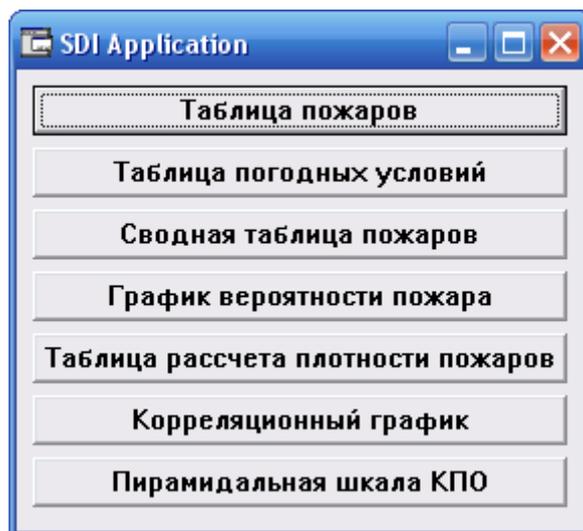


Рис.2. Интерфейс программы

Интерфейс программы. На рисунке 2 изображено главное «навигационное» окно программы. Каждая кнопка соответствует определенному шагу алгоритма расчета шкал местной пожарной опасности программы. Например, при нажатии кнопки «Таблица пожаров» активируется окно ввода данных о пожарах и т.д. Дается описание способов ввода данных и получения результатов.

Работа программы была проверена на имеющейся базе данных по Слюдянскому лесничеству Иркутской области и показала хорошие результаты.

Заключение

В результате проведенных исследований разработаны методика и программа автоматизированного составления усовершенствованных местных шкал пожарной опасности. Внедрение данных разработок в практику лесопожарной охраны значительно повысит ее уровень, так как позволит принимать оптимальные решения при маневрировании силами и средствами пожаротушения.

Литература

1. *Вонский С.М., Жданко В.А.* Принципы разработки метеорологических показателей пожарной опасности в лесу. – Л.: Изд-во ЛенНИИЛХ, 1976. – 48 с.
2. *Оценка пожарной опасности в лесу и расчет параметров лесных пожаров на ЭВМ: метод. указания / Г.Н. Коровин [и др.].* – Л.: Изд-во ЛенНИИЛХ, 1977. – 64 с.
3. *Курбатский Н.П.* Пожарная опасность в лесу и ее измерение по местным шкалам // Лесные пожары и борьба с ними. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5–30.
4. *Матвеев П.М., Матвеев А.М.* Лесная пирология. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2002. – 316 с.
5. *Мелехов И.С.* Природа леса и лесные пожары. – Архангельск: ОГИЗ, 1947. – 60 с.
6. *Нестеров В.Г.* Горимость леса и методы ее определения. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 76 с.
7. *Софронов М.А., Волокитина А.В.* Пирологическое районирование в таежной зоне. – Новосибирск: Наука, 1990. – 204 с.
8. *Пожарная опасность в природных условиях / М.А. Софронов [и др.].* – Красноярск: Изд-во ИЛ СО РАН, 2005. – 330 с.
9. *Софронова Т.М., Волокитина А.В., Софронов М.А.* Совершенствование оценки пожарной опасности по условиям погоды в горных лесах Южного Прибайкалья / Ин-т леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН; ГОУ ВПО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева». – Красноярск, 2007. – 236 с.
10. *Alexander M.E., Lawson B.D., Stocks B.J., Van Wagner C.E.* User Guide to the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System: rate of spread relationships. – Prepared by the Canadian Forestry Service Fire Danger Group, 1984. – 73 p.

11. *Cheney N.P.* Models used for fire danger rating in Australia // Proceedings of the Conference on bushfire modeling and fire danger rating systems (Eds N.P.Cheney and A.M.Gill). – Canberra, 1991.
12. *Deeming J.E., Burgan R.E., Cohen J.D.* The national fire-danger rating system – 1978. USDA // Forest Service. General Techn. Report. Int-39– Ogden, Utah. October 1977. – 66 p.
13. *Goldammer J.G.* Feuer in Waldoekosystemen der Tropen und Subtropen. Birkhauser-Verlag. – Basel-Boston, 1993. – 251 p.
14. *Viegas X., Bovio G., Ferreira A., Nosenzo A., Sol B.* Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe // International Journal of Wildland Fire. – 1999. – N9. – P. 235–246.

