

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**  
**СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ**  
**Институт леса им. В.Н.Сукачева**

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ОТ  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С  
ПРИРОДНЫМИ ПОЖАРАМИ**  
**(Практические рекомендации)**

**Работа выполнена при финансовой поддержке**  
**Фонда Макартуров (США)**

**Красноярск, 2002**

УДК 634.0.43

Изложены теоретические основы защиты населенных пунктов от чрезвычайных ситуаций, связанных с природными пожарами (лесными и другими). Рассматриваются два варианта защиты (и их сочетание): 1) активный (остановка приближающегося крупного пожара отжигом от заранее подготовленной опорной линии) и 2) пассивный (создание негоримой территории вокруг населенного пункта с помощью регулярных профилактических палов). Разработка и осуществление защитных мероприятий проводятся на основе использования крупномасштабных карт растительных горючих материалов (карт РГМ). В приложениях приводится технология составления карт РГМ на базе лесоустроительной информации и изложен порядок прогнозирования поведения пожаров с использованием карт РГМ и метеорологической информации.

Практические рекомендации предназначены для работников лесного хозяйства, для работников МЧС (Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий), для преподавателей и студентов лесохозяйственных факультетов.

Составитель: А.В.Волокитина – ведущий научный сотрудник Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства СибГТУ.

Данная разработка выполнена, благодаря финансовой поддержке Фонда Макатуров (США) (индивидуальный грант № 01-68116-000).

**RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

**SIBERIAN BRANCH**

**V.N.Sukachev Institute of Forest**

**PROTECTION OF INHABITED LOCALITIES FROM  
EMERGENCY SITUATIONS CONNECTED WITH  
WILDFIRES**

**(Practical Recommendations)**

**Work was done owing to financial assistance  
of the MacArthur Foundation (USA)**

**Krasnoyarsk, 2002**

Theoretical fundamentals are given on protection of inhabited localities from emergency situations connected with wildfires (forest and other). Two variants (and their combination) of protection are considered: 1) active (suppression of an approaching large fire by means of backfiring from an earlier prepared supporting line), and 2) passive (carrying out regular preventive prescribed burnings around an inhabited locality to make the territory impossible for burning). Elaboration and realization of protection arrangements are carried out on the basis of large-scale vegetation fuel maps (VF maps) application. In the appendices, technology of VF maps creation is described on the basis of forest inventory data and sequence of fire behavior forecasting is suggested by making use of large-scale VF maps and meteorological information.

These practical recommendations are meant for specialists in the field of forestry, from Ministry of Emergency Situations (Ministry on civil defence affairs, emergency situations prevention, and liquidation of calamities consequences), for teachers and students of forestry departments.

Author: Prof. Volokitina A.V. – leading scientific researcher at V.N.Sukachev Institute of Forest

Elaboration of the practical recommendations was done owing to financial assistance of the John D. and Catherine T. MacArthur Foundation (USA) (individual grant #01-68116-000).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Теоретические основы.....	6
2. План мероприятий по защите населенного пункта от природных пожаров.....	8
3. Оценка возможности и характера чрезвычайных пожарных ситуаций в связи с природными пожарами вблизи населенного пункта..	9
4. Формирование информационной базы.....	10
5. Общие противопожарные мероприятия на территории вблизи населенного пункта.....	
6. Профилактические целевые палы.....	14
7. Активная защита населенного пункта от приближающегося крупного пожара.....	14
<i><b>Приложение 1.</b></i> Технология составления карт растительных горючих материалов.....	17
<i><b>Приложение 2</b></i> Прогнозирование поведения природных пожаров (с использованием крупномасштабных карт растительных горючих материалов).....	49

## CONTENTS

1. Theoretical fundamentals .....	6
2. Plan of arrangements on protection of an inhabited locality from wildfires .....	8
3. Assessment of possibility and character of fire emergency situations connected with wildfires close to inhabited localities .....	9
4. Information database creation .....	10
5. General antifire arrangements on the territory close to an inhabited locality .....	12
6. Preventive prescribed burning .....	14
7. Active protection of an inhabited locality from an approaching large fire .....	14
<b>Appendix 1.</b> Technology of large-scale VF maps creation .....	17
<b>Appendix 2.</b> Fire behavior and consequences forecasting on the basis of large-scale VF maps .....	49

## 1. Теоретические основы

1. Населенные пункты разрушаются крупными природными пожарами, пришедшими со стороны, причем не только верховыми пожарами, но и сильными низовыми.

Следовательно, для защиты населенного пункта совсем не обязательно потушить пожар (что может быть очень трудно), а вполне достаточно остановить ту часть его кромки, которая приближается к населенному пункту.

2. Населенные пункты загораются от горящих частиц, которые разбрасывает сильный природный пожар перед своим фронтом на расстояние до 500 м.

Следовательно, кромка пожара должна быть остановлена на расстоянии **не менее 500 м** от населенного пункта.

3. Остановить сильный природный пожар даже широкой минерализованной полосой практически невозможно, поскольку он перейдет через нее за счет разбрасываемых перед фронтом горящих частиц.

Единственный надежный способ остановки такого пожара - это создание перед его фронтом широкой полосы с выжженным напочвенным покровом.

4. Известно, что при верховых пожарах огонь по кронам (без поддержки низового огня) может совершать броски до 200 м. По словам летчиков-наблюдателей, даже дальше. Известно также, что пожары преодолевают преграды (реки, болота) до 500 м шириной, перебрасывая через них горящие частицы.

Следовательно, ширина выжженной защитной полосы должна быть **не менее 500 м**.

5. Возможны два варианта:

Первый вариант: быстрое создание выжженной защитной полосы с помощью отжига в случае приближения к населенному пункту крупного пожара - как способ **активной защиты**. При этом обязательным является наличие опорной линии для отжига в виде линейной преграды (барьера), подготовленной заранее вокруг населенного пункта на расстоянии от него более 500 м в качестве профилактической меры. Способ этот является

недорогим, но его надежность зависит от правильного выбора времени для начала отжига в связи с прогнозом поведения пожара, от правильной организации работ при отжиге, а главное – от наличия достаточного времени для выполнения отжига. Дело в том, что при быстром приближении пожара под влиянием сильного ветра или в случае запоздалой информации об угрожающей пожарной ситуации может не остаться времени для организации и проведения отжига.

Второй вариант: создание защитной полосы (зоны) шириной не менее 500 м вокруг населенного пункта и ее постоянное поддержание в негоримом состоянии - как **профилактическая** мера, как способ надежной **пассивной** защиты. Следует заметить, что площадь, покрытая растительностью, делается негоримой только при регулярном удалении основного проводника горения целевыми палами (в травяных типах леса - ежегодное выжигание осенью, в моховых типах леса - через 2-3 года). Подобные мероприятия достаточно сложны для выполнения и требуют постоянных затрат.

6. Второй вариант является **дополнительным** по отношению к первому варианту, поскольку вначале проводится подготовка условий для активной защиты населенного пункта отжигом, а затем - при необходимости - создание и сохранение негоримой защитной зоны.

7. В настоящее время в качестве профилактической меры для защиты населенных пунктов рекомендуется удалять из окружающего леса часть растительных горючих материалов: валежник, хвойный подрост, сухие сучья с нижней части крон деревьев (что было сделано, например, в Приангарье в Гремяченском лесхозе).

Мера эта не является достаточно эффективной, так как главное горючее - основной проводник горения (т. е. слой из опада, усохшей травы, мхов и лишайников) - не удаляется. Следует заметить, что в пределах пламенной кромки пожара, кроме основного проводника горения, успевает сгорать валежник до 2 см диаметром; более крупный валежник только обгорает снаружи, а затем горит и тлеет некоторое время на пожарище, т. е. роль валежника в переходе низового огня в верховой сильно преувеличена. Так же преувеличивается и роль хвойного подростка. Запас его хвои под пологом леса очень мал. Кроме того, кроны хвойного подростка зачастую оказываются в бескислородной зоне над пламенем низового пожара и не сгорают.

По канадской модели, возможность перехода низового огня в верховой зависит от трех факторов: 1) высоты до крон, 2) влажности хвои в кронах и 3) интенсивности пламенной кромки низового пожара под

кронами.

Интенсивность определяется количеством растительных горючих материалов, **сгорающих** в единицу времени **на погонном метре пламенной** кромки. Следовательно, интенсивность пламенной кромки (кВт/м) зависит от **двух** факторов: 1) от запаса горючего, сгорающего на кромке (в кг на кв. м) и 2) от скорости распространения кромки. Главным фактором скорости распространения фронтальной кромки является **ветер**. Поэтому переход низового пожара в верховой обычно совершается не там, где велики запасы валежника, а в тех местах, где под полог леса может вторгаться ветер, который делает пожар интенсивным даже при малом запасе горючих материалов (обычно, это края широких просек, дорог, разрывов, края вырубок и т. п.).

## **2. План мероприятий по защите населенного пункта от природных пожаров** -

Проведение мероприятий по защите населенного пункта от повреждения или уничтожения его природными пожарами включают следующие этапы:

1) оценка возможности и характера чрезвычайных пожарных ситуаций в связи с природными пожарами вблизи населенного пункта;

2) формирование информационной базы;

3) общие противопожарные мероприятия на территории вблизи населенного пункта, включая создание вокруг населенного пункта опорной линии (полосы) для его активной защиты методом отжига в случае угрозы возникновения чрезвычайной пожарной ситуации от приближающегося крупного природного пожара;

4) организация регулярного проведения профилактических целевых палов на территории вблизи населенного пункта:

а) на участках, где возможно усиление горения и переход низового огня в верховой;

б) на всех участках вокруг населенного пункта.

Этапы 4а и 4б должны выполняться при высокой вероятности быстрого приближения природных пожаров к населенному пункту в связи с характером растительности и особенностями местного климата и рельефа.



### **3. Оценка возможности и характера чрезвычайных пожарных ситуаций в связи с природными пожарами вблизи населенного пункта**

1. Вначале необходимо определить, насколько благоприятны условия для развития крупных и сильных природных пожаров в районе данного населенного пункта (в радиусе от него до 50 км). При этом оценивается характер растительного покрова и его природная пожарная опасность по периодам сезона, а также пирологическая расчлененность территории негоримыми площадями, водными преградами и дорогами. Обязательно учитываются и анализируются случаи развития крупных природных пожаров на данной территории в прошлые годы. Источником информации служат: планы лесонасаждений, таксационные описания и книги учета лесных пожаров.

2. Затем оценивается расстояние, на которое может приблизиться к населенному пункту крупный природный пожар, в соответствии с характером растительного покрова. Опасным следует считать расстояние менее 500 м. Для этого используются план лесонасаждений, таксационное описание, аэрофотоснимки, топографические карты масштаба 1: 25000 и 1:100000, а также осмотр местности, поскольку часть территории вокруг населенного пункта может не относиться к гослесфонду.

3. В том случае, когда развитие крупных природных пожаров в районе возможно, и при этом они могут приближаться к населенному пункту на опасное расстояние, то необходимо оценить вероятность их быстрого приближения. С большой скоростью при сильном ветре могут распространяться, во-первых, верховые пожары, которые развиваются в хвойных насаждениях, особенно в молодых и средневозрастных древостоях. Во-вторых, быстро могут распространяться также и беглые низовые пожары - по безлесным участкам (вырубкам, старым гарям, осоковым болотам, лугам, степям - чаще всего, в весенний период, т. е. при наличии усохшей травы). Большая скорость распространения фронта пожара предопределяет высокую интенсивность горения на кромке, которая порождает значительное количество разбрасываемых перед фронтом горящих частиц.

Поскольку главным фактором скорости распространения фронтальной кромки является ветер, необходимо выяснить вероятное количество дней с сильным ветром в каждом месяце (или декаде) пожароопасного сезона. Такие сведения имеются в агроклиматических и климатических справочниках.

4. Большое влияние на направление и силу ветра может оказывать рельеф. Например, в глубоких речных долинах, особенно в горной

местности, нередко происходит значительное усиление ветра. Это надо учитывать, если населенный пункт расположен именно в таком месте.

5. Необходимо выделить наиболее пожароопасные периоды сезона и установить их границы во времени на основании анализа горимости лесов данного лесхоза за прошлые годы. Для южно-таежных лесов с преобладанием травяных типов леса – это обычно весна и осень, однако сухие сосняки, в которых развит мертвый покров из опада или покров из лишайников, хорошо горят и летом; в среднетаежных и северо-таежных лесах с моховым покровом максимум горимости наблюдается летом. В переходной полосе между южно-таежными и среднетаежными лесами выражены как весенний, так и летний максимумы горимости.

Именно для периодов с повышенной горимостью важно определить вероятное количество дней с сильным ветром, обуславливающим большую скорость и высокую интенсивность пожаров.

#### **4. Формирование информационной базы**

1. Информационная база должна включать, прежде всего, сведения о территории вокруг населенного пункта в виде специальных карт и планов, необходимых для планирования и выполнения мероприятий по защите населенного пункта от природных пожаров. В перечень указанной информации входят: 1) пирологическая характеристика растительности в виде крупномасштабной карты растительных горючих материалов с приложением пирологического описания выделов на карте; 2) информация о доступности территории в виде подробных сведений о дорожной сети; 3) информация о пирологической расчлененности территории различными преградами и барьерами (дорогами, ручьями, минерализованными полосами и т. п.), которые можно использовать в качестве опорных линий при активной борьбе с пожарами;

2. Главным компонентом информационной базы является крупномасштабная карта растительных горючих материалов (карта РГМ) с прилагаемым пирологическим описанием выделов на территорию в радиусе 3-5 км от населенного пункта.

3. Назначение карты РГМ: 1) оптимальный выбор трассы для создания опорной линии (полосы), от которой при приближении крупного пожара будет делаться отжиг с целью защиты населенного пункта; 2) прогнозирование поведения приближающегося крупного пожара (точнее, той части его кромки, которая угрожает населенному пункту); 3) прогнозирование поведения кромки отжига; 4) определение мест

загораний (если они будут возникать от горящих частиц на территории вблизи населенного пункта), оценка опасности каждого из этих загораний, планирование быстрой доставки к ним лесных пожарных и эффективного тушения.

4. Основой крупномасштабной карты РГМ служит план лесонасаждений (точнее, неокрашенные планшеты) и таксационное описание. К карте РГМ прилагается пирологическое описание выделов. В прилагаемой методике (см. Приложение 1) имеется компьютерная программа автоматического составления пирологического описания на основе компьютерной лесоустроительной информации. Однако не все лесхозы имеют компьютеры с такой информацией и программистов. Кроме того, программа записи лесоустроительной информации зачастую бывает заблокированной, недоступной. В таких случаях следует использовать программу “ручного” способа создания карт РГМ и пирологического описания на сравнительно небольшой площади вокруг населенного пункта.

Копируя планшеты на ксероксе, желательно укрупнить масштаб до 1:15000 или 1:10000. В формулах выделов следует указать: номер выдела, преобладающую древесную породу (породу), высоту и относительную полноту древостоя, тип основного проводника горения и критический класс засухи (при котором в выделе появляется готовность к горению).

5. Информация на планах лесонасаждений (планшетов) бывает недостаточно полной и точной, зачастую устаревшей, поэтому ее следует откорректировать и дополнить. Для этой цели лучше всего иметь свежий фотоплан данной территории, хотя бы самодельный, для чего можно сфотографировать территорию с патрульного самолета (или вертолета). Такой фотоплан полезен еще и потому, что обычно не вся территория возле населенного пункта относится к гослесфонду и отражена на плане лесонасаждений.

6. На карту РГМ наносится вся дорожная сеть, включая тропы и зимники, при этом условными знаками должны быть обозначены следующие категории: 1) железные дороги (широкой колеи и узкоколейные); 2) шоссейные дороги; 3) дороги грунтовые улучшенные, в том числе лесовозные круглогодичного действия (по ним передвижение возможно на большегрузных автомашинах с трейлерами для перевозки техники); 4) лесные и полевые дороги (передвижение – на грузовых автомашинах); 5) зимники, включая зимние лесовозные дороги, а также трассы ЛЭП, геологические профили, различные просеки (передвижение – на тракторах или пешком); 6) тропы (передвижение – пешком или верхом

на лошади).

Следует заметить, что на планах лесонасаждений нередко указываются лесные дороги, которые были в прошлом, а в данный момент уже не существуют, и в то же время на планах отсутствуют некоторые из действующих дорог, поэтому дорожная сеть должна уточняться при непосредственном осмотре территории. Полезно выполнить отдельно в качестве дополнения схему транспортной сети.

7. На карту РГМ должны быть нанесены все реально существующие пожарные преграды и барьеры, которые могут служить в качестве опорных линий при борьбе с возникающими пожарами. Такую роль могут выполнять дороги и тропы, ручьи, речки и сырые лощины, а также минерализованные полосы. Сеть возможных опорных линий полезно выполнить еще и в виде отдельной схемы.

8. На карте РГМ должны быть выделены все источники воды, т. е. не пересыхающие летом ручьи и речки, всякие водоемы, обводненные болота и т. п.

9. На карте РГМ должны быть особо помечены (в качестве дополнительных выделов) участки, где происходит вторжение ветра под полог леса, в результате которого значительно усиливается горение и делается возможным переход низового огня в верховой.

10. Если территория имеет выраженный рельеф, желательно перенести с топокарты на карту РГМ горизонтали или сделать отдельно карту рельефа территории в виде копии с топокарты масштаба 1:200 000 с нанесенной квартальной сетью.

11. На основании карты РГМ полезно составить заранее карты текущей природной пожарной опасности (готовности выделов к горению) по периодам сезона (весенний, летний) для каждого класса засухи.

## **5. Общие противопожарные мероприятия на территории вблизи населенного пункта**

1. Для ориентирования в лесу служит квартальная сеть. Необходимо привести ее в порядок на территории вблизи лесных поселков, а именно: 1) протесать квартальные визиры, причем особо тщательно - в местах пересечения ими дорог; 2) восстановить на визирах пикетажные колышки и отметить каждый из них (с его номером) на карте РГМ; 3) восстановить или обновить квартальные столбы, поставить хорошо заметные придорожные столбы на квартальных визирах.

2. В поселке необходимо выбрать достаточно высокое место для оборудования временного наблюдательного пункта, с которого возможно будет обнаруживать загорания от перебрасываемых горящих частиц в случае приближения крупного природного пожара, и по мобильной связи сообщать лесным пожарным номер квартала и номер выдела.

3. Если метеостанция находится дальше 25 км, то желательно при лесной охране оборудовать хотя бы примитивный метеопункт (простейший дождемер и термометр).

4. С целью **активной** защиты населенного пункта от крупных природных пожаров в качестве профилактической подготовки необходимо наметить на плане и на местности, а затем создать **опорную линию (полосу) для отжига**.

5. Опорная полоса должна или окружать полностью поселок, или ее концы должны опираться на негоримые площади (достаточно широкая река, пашня и т. п.).

Опорная полоса прокладывается на расстоянии не менее 600 м от поселка. Она должна быть непрерывной.

6. Трасса опорной полосы прокладывается таким образом, чтобы по возможности включать в нее участки существующих дорог и троп.. Негоримые участки (заболоченные, сырые долины ручьев и сами ручьи), трудно горимые участки (долгомощные и влажные моховые типы леса), трудно проходимые участки (захламлинные, густые молодняки) не должны мешать отжигу, т. е. они должны находиться не перед полосой, а за полосой. В пересеченной местности трассу полосы надо стараться прокладывать по водоразделам и вдоль склонов, а не поперек склонов. Перед полосой не должен подниматься крутой склон, на котором огонь отжига может превратиться в сильный пожар.

7. Обязательно должна быть предусмотрена возможность проезда автомашин или тракторов вдоль опорной линии (полосы) или свободное передвижение вдоль нее пешком. Поэтому идеальным вариантом является использование в качестве опорной линии дороги (хотя бы частично). При отсутствии подходящей дороги опорную линию можно создавать в виде бульдозерной полосы, а в чистых лесах - в виде плужной борозды.

8. Внешняя сторона опорной линии (полосы) на расстоянии 50 м должна быть очищена от валежника и подроста, чтобы огонь при начале отжига не задерживался. Если это затруднительно (например, на автомобильных дорогах), то вдоль внешней стороны автомобильной дороги за валом из валежа и земли следует проложить плужную борозду,

чтобы делать отжиг от нее.

9. Важнейшим организационным мероприятием является создание в населенном пункте добровольной лесопожарной дружины, оснащение ее необходимыми инструментами (прежде всего, зажигательными средствами) и обучение членов дружины грамотному проведению отжига.

10. В случае необходимости дополнения активного варианта защиты **пассивным** вариантом, следует территорию, прилегающую к населенному пункту (в радиусе 600 м), поддерживать с помощью регулярных профилактических палов в состоянии, исключающем развитие средних и сильных пожаров.

## **6. Профилактические целевые палы**

1. С помощью профилактических целевых палов поддерживается на низком уровне запас растительных горючих материалов, прежде всего, запас основного проводника горения (т. е. слоя из лесного опада, травяной ветоши, мхов и лишайников). При проведении профилактического пала должна быть исключена опасность превращения его в стихийный неуправляемый пожар. Кроме того, при профилактических палах не должен повреждаться основной древостой. Эти условия обеспечиваются выбором времени, соблюдением технологии, а также квалификацией и опытом исполнителей.

2. Профилактические палы проводятся, как правило, весной или в конце пожароопасного сезона, причем при таком уровне засухи, когда обеспечивается горение слабой интенсивности на тыловой кромке низового пожара. Обычно, это второй и третий классы засухи (или классы пожарной опасности - по общесоюзной шкале В.Г.Нестерова). Зажигание делают при отсутствии сильного ветра во второй половине дня, ближе к вечеру. Размер выжигаемого участка подбирается таким, чтобы завершить работу до наступления темноты. В первую очередь палы делают на наиболее опасных участках, где при ветре могут развиваться сильные пожары.

## **7. Активная защита населенного пункта от приближающегося крупного пожара**

1. Активная защита населенного пункта заключается в организации отжига, лучше всего, от заранее подготовленной опорной линии (полосы).

Самым важным моментом является корректная оценка возможности и времени опасного приближения к поселку крупного пожара. Когда крупный и сильный пожар движется прямо на населенный пункт, вероятность опасного приближения достаточно велика. Ему может воспрепятствовать изменение погоды: выпадение обильных осадков или изменение направления ветра. Изменение направления ветра может создать опасную ситуацию, если ее не было. Например, когда пожар должен пройти мимо поселка, то в случае, если ветер повернет на поселок, длинный фланг пожара превратится в широкий фронт, движущийся на поселок.

2. Методика расчета распространения низового пожара при наличии карты РГМ и метеопрогноза прилагается (**Приложение 2**). Однако, следует учитывать, что любой прогнозный расчет времени опасного приближения пожара к населенному пункту и времени начала отжига не может быть точным в виду неустойчивости погоды и возможного изменения характера и скорости пожара. Поэтому в любом случае надо, прежде всего, учитывать реальную скорость распространения этого конкретного пожара по конкретному лесу при данных погодных условиях. Особенно важно это делать, если пожар верховой или временами переходит в верховой.

3. Главное правило активной защиты - **заблаговременность** отжига со значительной долей перестраховки во времени не только из-за неустойчивости погоды и недостаточной точности прогнозирования, но и из-за возможных организационных сбоев. Лучше начать отжиг на 1-2 дня раньше оптимального времени, чем на один час позже.

4. Отжиг необходимо проводить при таких погодных условиях, когда он не может превратиться в сильный губительный пожар. Обычно отжиг начинают в конце дня, когда ветер уже ослабевает, температура воздуха снижается, а его влажность повышается. Начинать отжиг в первой половине дня опасно, поскольку пожарная опасность погоды обычно возрастает до 15-16 часов.

5. Заблаговременному проведению отжига для надежной защиты препятствует нерешительность руководителей (обычно - административных чиновников, т. е. неспециалистов), боязнь ими ответственности, а также наличие “психологического барьера” у неопытных людей (“как это можно зажигать лес!”). Когда же пожар совсем приблизится, не остается времени для создания на его пути выжженной полосы нужной ширины.

6. Руководителям надо всегда помнить, что огонь правильно организованного отжига, проводимого в оптимальное для этого время суток, слабо повреждает лес, и что на территории, пройденной отжигом, не может развиваться губительный пожар. Поэтому чем раньше начат отжиг, тем больше будет спасено леса и тем надежнее будет защищен населенный пункт.

7. Начинать отжиг надо от середины опорной линии (полосы) двумя группами (бригадами), расходясь в стороны к концам опорной линии. Зажигание делают по самому краю опорной полосы. На каждые 200-300 м полосы оставляют по группе из двух человек, которые вначале окарауливают полосу, выявляя возможные очаги тления за полосой от переброшенных горящих частиц. Затем они занимаются ускорением выжигания на своем участке. Поэтому они должны иметь как средства тушения (лопату, топор, ранцевый огнетушитель), так и зажигательные средства. Для повышения ответственности один из каждой группы назначается старшим, а границы каждого участка на полосе фиксируются затесками.

8. Кромка отжига распространяется против ветра или в тихую погоду вечером медленно (15-30 м/час), поэтому после того, как кромка огня удалится от опорной полосы на 40-50 м, начинают ускорять процесс выжигания. Вначале это делают способом “гребенки”, а затем, когда ширина выжженной полосы превысит 150-200 м - способом “опережающего огня”. При этом надо строго следить, чтобы ускорение выжигания не делало огонь отжига сильным, губительным для деревьев и опасным в плане возможного распространения на кроны и превращения в пожар.

9. В первый день до наступления ночи желательно выжечь полосу шириной около 500 м (особенно это важно, если пожар уже близко). На следующий день начинать увеличивать ширину полосы отжига (если это необходимо и возможно) можно в любое время дня, не дожидаясь вечера.

10. При приближении пожара к выжженной полосе необходимо всех людей отвести за опорную линию и организовать там своевременное тушение возможных загораний от перебрасываемых горящих частиц. Для этого нужны транспорт (автомшины, мотоциклы), карта РГМ с характеристикой дорожной сети и мобильная связь с наблюдательным пунктом в поселке. Наблюдатель должен оперативно сообщать о месте загораний (номер квартала и выдела).



## **Технология составления крупномасштабных карт растительных горючих материалов**

Основную долю выгоревшей площади и ущерба дают сильные и крупные пожары. Их контролирование происходит всегда в условиях недостатка сил и средств. Поэтому для успешного контролирования необходимо учитывать текущую природную пожарную опасность на участках вокруг пожара, использовать преграды и рубежи. Это возможно только при наличии крупномасштабных карт РГМ (1:10 000 - 1:50 000). В Институте леса СО РАН разработана методика составления таких карт по лесоустроительным материалам (Волокитина, 1988; Волокитина, Тартаковская, Шевчук, 1989).

Крупномасштабная карта растительных горючих материалов (РГМ) строится на основе плана лесонасаждений. К ней прилагается пирологическое описание выделов на карте. Описание включает характеристику основных проводников горения (ОПГ) для двух фенологических периодов: "голой весны" и "полного лета", а также характеристику других групп РГМ (подстилка, валежник, травы, кустарники, деревья) и условий высыхания ОПГ. Для каждого фенологического периода указывается лесопожарный класс засухи, при котором данный участок растительности достигает готовности к горению.

Пирологические описания выделов вместе со схемами, на которых показаны границы и номера выделов, реки, ручьи, озера и дороги, образуют информационный банк данных для быстрого составления крупномасштабных карт РГМ и карт текущей природной пожарной опасности на те участки территории, где возникают или действуют пожары.

### **Формирование информационной базы**

Для крупномасштабных карт растительных горючих материалов (карт РГМ) в качестве карты-основы служит неокрашенный план лесонасаждений (желательно в виде лесоустроительных планшетов), к которому прилагается пирологическое описание таксационных выделов. Таким образом, главным моментом в технологии составления карт РГМ является составление пирологической характеристики таксационных выделов. Пирологическая характеристика таксационных выделов

составляется на основе анализа таксационного описания и дополнительных материалов. Эту работу желательно выполнять в процессе лесоустройства, при котором пирологическое описание составляется по материалам лесоустройства сразу на весь лесхоз автоматизированным способом.

Таким образом, совокупность неокрашенных планов лесонасаждений (планшетов) и пирологических описаний выделов на весь лесхоз представляют собой базу данных для быстрого составления карт РГМ и карт текущей природной пожарной опасности на любой участок территории, когда в этом возникает необходимость.

**Пирологическое описание** таксационного выдела должно включать информацию, позволяющую судить о возможности его горения в разные периоды сезона при различных уровнях засухи, о возможном характере самого горения и скорости его распространения и о возможных последствиях. Практически такая информация представляет собой характеристики (с учетом сезонной динамики) всего комплекса РГМ, а также условий увлажнения и высыхания. Ряд характеристик имеется в таксационном описании в готовом виде, другие должны рассчитываться на основании данных из таксационного описания, а третьи получают лишь приблизительную оценку.

Пирологическое описание включает:

1. Местонахождение (лесничество, квартал), обозначение выдела (номер) и его площадь.
2. Положение на рельефе (экспозиция и крутизна склона), которые влияют на поступление лучистой энергии и, следовательно, скорость пожарного созревания.
3. Тип леса, класс бонитета.
4. Характеристику древостоя по ярусам:
  - 1) возраст, который предопределяет последствия после низовых пожаров;
  - 2) высота, которая отражает возможность развития верхового пожара (в хвойных насаждениях);
  - 3) состав каждого яруса (в единицах), который дается по двум категориям: хвое-вечнозеленая и хвое-листопадная части яруса; такое деление очень важно для расчета затененности от ярусов и по ней скорости высыхания РГМ как летом, так и весной (при отсутствии листвы в пологе);
  - 4) полнота (относительная), которая коррелирует с поступлением лучистой энергии под полог леса - важнейшим фактором высыхания РГМ и скоростью ветра под пологом - важнейшим фактором распространения лесного пожара. По полноте (в сочетании с высотой) мож-

но судить о запасах хвой (листвы) в пологе древостоя каждой породы, максимально возможном запасе сухостоя и т.д. Совокупность живых деревьев в биогеоценозе составляет по Н.П.Курбатскому VI (хвоя, листва) и VII (стволы и сучья) группы РГМ.

5. Запасы валежа и сухостоя (IV группа РГМ).

6. Подрост характеризуется по высоте и составу с разделением на хвоевечнозеленые и хвоелистопадные части. У подлеска отмечают только сомкнутость. Подрост и подлесок составляют V группу РГМ. Она создает также дополнительную затененность.

7. По всем ярусам дается общая (вычисленная) затененности для весны, и для лета (в десятых долях, по сравнению с открытым местом).

8. Типы основных проводников горения (типы ОПГ) для весны и для лета. Основные проводники горения составляют I группу РГМ.

9. Критический класс засухи (ККЗ) для весны и для лета.

Некоторые из перечисленных величин определяются по таблицам или рассчитываются по формулам на основе данных из таксационного описания и включены в разработанную нами типовую программу составления пирологического описания.

Важнейшей характеристикой каждого таксационного участка является его оценка по типам ОПГ. Для этой характеристики составляется таблица для данного лесхоза, показывающая связь типов ОПГ с теми типами леса, которые используются в таксационном описании. Эта таблица затем включается в программу для ЭВМ по составлению пирологического описания.

Такая косвенная оценка типов ОПГ через типы леса имеет невысокую точность. Поэтому желательно делать отметку типа ОПГ в таксационном описании в процессе наземной таксации или дешифрирования, используя разработанный нами "Определитель типов ОПГ" (Волокитина, 1990). Содержание таксационного описания каждого лесхоза имеет свои особенности, поэтому типовая программа ЭВМ для составления пирологического описания должна специально уточняться и дополняться для каждого лесхоза.

Возможны три варианта составления базы данных, которые различаются по способу определения типов ОПГ в таксационных выделах:

1) косвенная характеристика таксационных выделов по типам ОПГ через типы леса (и другие категории участков) на основании анализа описания типов леса; в результате составляется таблица, показывающая характеристику типов леса и других категорий участков по типам ОПГ;

такая характеристика наименее точна, поскольку описания типов леса обычно бывают недостаточно полными с пирологической точки зрения;

2) более точная косвенная оценка выделов, при которой характеристика типов леса по типам ОПГ определяется и уточняется в натуре в период тренировочной таксации;

3) непосредственная характеристика каждого выдела по типу ОПГ во время наземной таксации или при дешифрировании снимков; это наиболее точный способ; именно его желательно использовать при лесоустроительных работах.

**Первый вариант.** Исходными материалами для составления таблицы связи типов леса с типами ОПГ служат:

1) подробное описание типов леса из той схемы, которая используется при данном лесоустройстве; 2) определитель типов ОПГ для непосредственного их установления.

При анализе описаний типов леса оценивают, прежде всего, режим почвенного увлажнения (дренированность), учитывая местоположение на рельефе и механический состав почвы. Анализируя характер напочвенного покрова, главное внимание обращается на растительные горючие материалы, составляющие основные проводники горения: наличие мхов и лишайников, степень покрытия ими почвы. Если степень покрытия менее 50%, то оценивается характер мертвых растительных остатков, покрывающих почву. В описаниях типов леса обычно не бывает характеристики мертвого покрова, поэтому приходится судить по косвенным признакам. При отсутствии достаточно густого травостоя и недостаточного покрытия мхами основной проводник горения образуется из опада хвои или листвы. Поэтому необходимо обратить внимание на состав древостоя. Если развит травяной ярус, то необходимо оценить его состав. В случае преобладания в травяном ярусе злаков или осок (исключая зимне-зеленые осочки), осенью или весной после усыхания образуется ОПГ травяно-ветошного типа (Тв), летом рыхлоопадного или плотноопадного типов (Рх или Пл). Если преобладает разнотравье, где примесь злаков и осок менее выражена, то весной и осенью обычно образуется рыхлоопадный (Рх) тип ОПГ, а летом плотноопадный (Пл) или беспроводниковый (Бп). Крупно-травные и высокотравные типы леса характеризуются довольно активным разложением растительных остатков и имеют весной и осенью плотноопадный (Пл), а летом беспроводниковый (Бп) типы ОПГ. В описании типов леса нет характеристики нелесных и не покрытых лесом категорий площадей (вырубки, гари, сенокосы, луга, болота и пр.). Для характеристики таких площадей по типам ОПГ можно воспользоваться таксационными описаниями старого лесоустройства, где

дается описание напочвенного покрова. В некоторых случаях может потребоваться уточнение характеристик в процессе таксации.

**Второй вариант** - характеристика типов леса и типов категорий нелесных и не покрытых лесом площадей по типам ОПГ устанавливается и уточняется в натуре обычно в период тренировочной таксации. При сборе материала в каждом случае (на пробной площади или в пункте описания) определяется вначале тип леса (тип вырубki, болота и т.д.) и устанавливается тип ОПГ по "Определителю типов основных проводников горения" (для непосредственного установления типа ОПГ в природных условиях). После сбора достаточного количества материала составляется таблица, которая затем будет использована в программе для ЭВМ при составлении пирологического описания.

**Третий вариант.** Таблица по характеристике типов леса и других категорий участков по типам ОПГ не составляется, а каждый выдел получает отметку по типам основных проводников горения с помощью "Определителя..." в процессе таксации.

После решения вопроса по оценке в таксационных выделах типов ОПГ, соответственно уточняется и дополняется типовая программа для составления пирологического описания автоматизированным способом. В качестве примера нами разработана такая программа для Б.Муртинского лесхоза. Разработан алгоритм программы, сделано ее описание и выполнен компьютерный пример пирологического описания.

При первом и втором вариантах создания базы данных в программу вводится таблица оценки типов леса и других категорий участков по типам ОПГ. При третьем варианте характеристика таксационных выделов по типам ОПГ должна браться непосредственно из таксационного описания. В горных лесах обязательно используется таблица поправок на крутизну и экспозицию склона, при определении критических классов засухи. В равнинных лесах, где крутизна и экспозиция склона в таксационном описании не отмечается, эту таблицу из типовой программы можно исключить.

### **Составление крупномасштабных карт растительных горючих материалов**

Для практического использования крупномасштабные карты растительных горючих материалов обычно требуются на отдельные участки территории, где действуют лесные пожары. Наиболее оперативное

составление карт РГМ на такие участки в лесхозах или лесничествах возможно, используя заранее сформированный банк данных в виде пирологического описания, составленного на ЭВМ, и неокрашенных планов лесонасаждений (планшетов). При отсутствии такого банка данных пирологическое описание к картам РГМ можно составлять "вручную", что более сложно и менее оперативно.

#### А. Составление крупномасштабных карт РГМ при наличии базы данных

##### *Исходные материалы:*

- 1) абрис действующего лесного пожара (из донесения летнаба);
- 2) лесоустроительные планшеты на лесхоз или лесничество (специально для целей составления карт РГМ в процессе лесоустройства изготавливается дополнительный комплект планшетов на бумаге);
- 3) пирологическое описание таксационных выделов на лесхоз или лесничество (при лесоустройстве изготавливается дополнительный не переплетенный экземпляр пирологического описания);
- 4) определитель типов основных проводников горения для данного региона.

##### **Порядок работы:**

- 1) подобрать планшеты на район действия пожара;
- 2) определить площадь, на которую необходима карта РГМ, исходя из размеров пожара и условий его развития (скорости ветра, уровня засухи и др.) (обычно на расстоянии 1-4 км вокруг пожара);
- 3) обозначить границы необходимой для карты площади на планшете;
- 4) подготовить удобную по размерам основу карты РГМ (если пожар действует на стыке планшетов, то полезно сделать копию или выкопировку на необходимую площадь или склеить планшеты и т.д.);
- 5) нанести контур пожара на подготовленную карту-основу;
- 6) подобрать пирологическое описание на выделенную площадь;
- 7) пометить в таксационных выделах на основе пирологического описания тип ОПГ на данный период сезона (шифром) и критический класс засухи (римскими цифрами).

Полезно карту РГМ сразу же превращать в карту текущей природной пожарной опасности, отмечая готовность к горению таксационных выделов на данный день. Для оценки готовности к горению (пожарной зрелости) необходимо знать достигнутый класс засухи (КЗ). Он

определяется по величине лесопожарного показателя засухи Нестерова, ПВ-1или ПВГ и берется в оперативном авиаотделении, которое обслуживает данное лесничество:

I КЗ	при показателе	до 300	единиц
II КЗ	"	"	301 - 1000
III КЗ	"	"	1001 - 3000
IV КЗ	"	"	3001 - 10000
V КЗ	"	"	10001 - 30000
VI КЗ	"	"	более 30000

Если сегодняшний класс засухи больше критического, указанного в выделе, то данный выдел готов к горению. Такие выдела раскрашиваются красным цветом. Если сегодняшний класс засухи меньше критического, указанного в выделе, то данный выдел не готов к горению (не достиг пожарной зрелости). Такие выдела раскрашиваются в зеленый цвет. И наконец, если сегодняшний класс засухи равен по величине критическому классу засухи, указанному в выделе, то готовность его к горению является неопределенной. Такие выдела раскрашиваются в желтый цвет. Возможность их горения может быть оценена двумя способами:

1) если аналогичные выделы, судя по абрису пожара горят, то будет гореть и данный;

2) можно оценить готовность таких выделов к горению непосредственно во время тушения пожара (при необходимости, путем пробных зажиганий).

Если в период тушения пожара изменяется класс засухи, то пожарное созревание выделов определяется заново и составляется новая карта текущей природной пожарной опасности.

#### Б. Составление крупномасштабных карт РГМ при отсутствии банка данных

В том случае, когда банк данных в виде заранее подготовленного на ЭВМ пириологического описания и дополнительного комплекта лесоустроительных планшетов на бумаге отсутствует, процесс составления карт РГМ осложняется. При этом каждый раз приходится делать выкопировку с планшетов и составлять упрощенный вариант пириологического описания.

*Исходные материалы:*

- 1) абрис действующего пожара (из донесения летнаба);
- 2) комплект лесоустроительных планшетов на бумаге (на лесхоз или лесничество);
- 3) таксационное описание (на лесхоз или лесничество);
- 4) таблица пожарного созревания лесных участков разных категорий по периодам сезона (пример в табл.П.1.1);
- 5) таблица поправок к критическим классам засухи для горных лесов (табл.П.1.2).

Таблица П.1.2.

**Поправки на крутизну и экспозицию склонов, по сравнению с горизонтальными участками ( для районов 50-60<sup>0</sup>с. ш.)**  
(по М.А.Софронову, 1967)

<b>Периоды:</b>	до 30.IV и после 1.IX			с 1.V по 31.VIII
<b>Экспозиция</b>	С и СВ		З и ЮЗ	С и СВ
<b>Крутизна:</b>	20-30 <sup>0</sup>	более 30 <sup>0</sup>	более 25 <sup>0</sup>	более 30 <sup>0</sup>
<b>Пожарное созревание:</b>	позже на один класс засухи	позже на два класса засухи	раньше на 1 класс засухи	позже на один класс засухи

*Порядок работы:*

- 1) подобрать планшеты на район действия пожара;
- 2) определить площадь, на которую необходима карта РГМ, исходя из размеров пожара и условий его развития (скорости ветра, уровня засухи) (обычно на расстоянии 1-4 км вокруг пожара);
- 3) обозначить границы необходимой для карты площади на планшетах;
- 4) сделать выкопировку отграниченной площади (при выкопировке в выделах отмечаются только номера выделов);
- 5) нанести контур пожара на подготовленную карту-основу;
- 6) составить упрощенное пирологическое описание на таксационные выдела по форме, приведенной в таблице П.2.3:
  - а) выписать необходимые сведения из таксационного описания (состав по ярусам, класс возраста, понота, тип леса, бонитет);
  - б) используя таблицу П.2.1 определить пирологический фенопериод



сезона для даты пожара;

в) используя таблицы П.1.1 и П.1.2 по типу леса, полноте древостоя, экспозиции и крутизне склона определить и записать в пирологическое описание тип основного проводника горения (ОПГ) и критический класс засухи (ККЗ);

7) обозначить в каждом выделе карты-основы шифры основных проводников горения и критические классы засухи (римскими цифрами).

### **Составление карты текущей природной пожарной опасности**

Карта текущей природной пожарной опасности показывает готовность к горению (пожарную зрелость), имеющихся на карте выделов на определенную дату. Готовность к горению определяется путем сопоставления критических классов засухи (ККЗ), отмеченных в выделах к классами засухи погоды на данный день. Карта текущей природной пожарной опасности изготавливается путем соответствующей раскраски крупномасштабной карты РГМ.

### **Порядок составления карты:**

1) получить сведения о величине лесопожарного показателя засухи Нестерова (или ПВ-1, ПВГ) на дату составления карты РГМ (и получать в последующие дни до ликвидации пожара). Эти данные могут быть получены в оперативных авиаотделениях и с ближайшей метеостанции; определить по показателю засухи класс засухи по шкале, приведенной в примечании 3 к таблице П.1.1;

2) определить готовность к горению для каждого выдела по критическому классу засухи (ККЗ) и текущему классу засухи (КЗ) по трем градациям и записать результаты в таблицу П.1.3:

а) при КЗ, превышающем ККЗ - распространение горения возможно (+);

б) при КЗ, меньшем ККЗ - распространение горения невозможно (-);

в) при КЗ, равном ККЗ - возможность распространения горения неопределенная (?)

3) раскрасить или заштриховать выделы на подготовленной выкопировке по трем, указанным выше градациям (например, горимые - красным тоном или вертикальной штриховкой, негоримые - зеленым тоном или горизонтальной штриховкой, участки с неопределенной

горимостью - желтым тоном или оставить без штриховки).

4) при неопределенной готовности выделов к горению возможна проверка состояния их пожарной зрелости двумя способами:

первый способ - если аналогичные выделы, судя по абрису пожара, горят, то будет гореть и данный;

второй способ - можно оценить готовность таких выделов к горению непосредственно во время тушения пожара (при необходимости путем пробных зажиганий).

5) обозначить на карте направление ветра стрелкой и указать дату, на которую составлена карта;

6) нанести уточненную кромку пожара;

7) если в период тушения пожара изменяется класс засухи, то пожарное созревание выделов определяется заново по таблице П.1.3 и составляется новая карта текущей природной пожарной опасности.

### **Определитель типов основных проводников горения**

#### Основные проводники горения и их типы

Основной проводник горения (ОПГ) - непрерывный слой растительных горючих материалов на поверхности почвы, по которому при определенных условиях может распространяться пламенное горение. Слой представляет собой смесь частиц, относящихся к различным видам растительных горючих материалов, причем смесь неоднородную, с различиями не только по составу смеси, но и по ее структуре. В составе основного проводника горения обычно участвуют:

1) мелкие растительные остатки, включая сучья диаметром до 2 см, которые могут сгорать в пределах кромки пожара;

2) не сосудистые растения (мхи, лишайники), не способные регулировать свое влагосодержание;

3) сосудистые растения и их части, находящиеся в пределах слоя ОПГ, стебли трав и кустарничков и сами растения (например, зеленые травы в слое травяной ветоши).

Водный режим мхов и лишайников однотипен с водным режимом растительных остатков, те и другие являются гигроскопическими телами. Травянистые растения и их части в пределах слоя ОПГ имеют всегда высокое влагосодержание, они тем самым повышают общее влагосодержание слоя ОПГ, а также экранируют пламя, препятствуя его распространению. Влагосодержание кустарничков обычно невелико и они не задерживают горение.

Для основного проводника горения характерны послойные различия:

а) по составу, иногда значительные (например, травяная ветошь, а под ней мох); б) по степени разложения слагающих частиц и в) по плотности слоя (например, различие между верхними и нижними частями мохового покрова или опада). Кроме того, состав основного проводника горения имеет обычно более или менее выраженные различия по площади, то есть мозаичный характер за счет синузильности, нанорельефа и расположения деревьев (под деревьями больше опада).

Слои основных проводников горения - это очень динамичная равновесная система. В течение года в него все время поступают органика в виде опада, а также за счет прироста мхов, лишайников и сосудистых растений. Органика подвергается в слое превращениям, структурным изменениям, разложению и окислению и переходит затем в слой подстилки. Процессы роста, отмирания, опадения хвои и листвы, разложения - происходят во времени очень неравномерно, особенно в южно-таежных лесах, поэтому пирологическая характеристика слоя ОПГ в течение сезона может изменяться довольно значительно.

Основные проводники горения представляют собой первую группу растительных горючих материалов (по классификации Курбатского, 1962, 1970). Она разделена ее на две подгруппы, восемь типов, два подтипа (Софронов, Волокитина, 1985).

"Мшистая" подгруппа объединяет слои с преобладанием живого горючего. "Опадная" подгруппа объединяет слои с преобладанием мертвого горючего (опада хвои и листвы, усохших трав). Каждая подгруппа разделена на типы ОПГ.

В "мшистой" подгруппе: 1) лишайниковый тип (Лш) - характеризуется сухими почвами и наличием в живом напочвенном покрове лишайников; 2) сухомшистый тип (Сх) - в покрове преобладают зеленые мхи на дренированных почвах; 3) влажномшистый (Вл) - покров из зеленых мхов с примесью политрихума и сфагнома на слабодренированных почвах; 4) болотно-моховой тип (Бм) - покров из сфагновых и гипновых мхов на заболоченных и болотных почвах, а также покров из политрихума; делится на два подтипа: Бм1 - заболоченные участки и небольшие болота среди суходолов, способные в засуху пересыхать, а также участки с покровом из политрихума; Бм2 - крупные болотные массивы, которые не могут пересыхать в засуху и поэтому практически негоримы.

В "опадной" подгруппе: 1) травяно-ветошный тип (Тв) - в мертвом покрове преобладают злаковая и осоковая ветошь (усохшая трава); 2) рыхлоопадный тип (Рх) - имеет слой рыхлого опада из хвои кедра, сосны, из листьев березы или ветоши разнотравья; 3) плотноопадный тип (Пл) - имеет на почве слой плотного опада из хвои ели, пихты,

лиственницы, из слежавшейся листвы или уплотненного рыхлого опада (летом); 4) беспроводниковый тип (Бп) - объединяет участки с запасом ОПГ меньше критического, т.е. меньше  $0,05-0,20 \text{ кг/м}^2$ , что исключает возможность распространения пламенного горения. Делится на два подтипа: Бп1 - участки с наличием проводников горения, способных гореть в режиме тления (подстилка, дернина, перегнойный горизонт), поэтому в подтипе могут развиваться почвенные пожары; Бп2 - пески, галечники, пашни, дороги и другие участки с отсутствием или малым (менее критического) запасом любых проводников горения; такие участки негоримы.

К одному типу относятся слои ОПГ, достигающие горимого состояния при одном классе засухи, если высыхание происходит при типовых условиях (горизонтальная поверхность, средняя полнота древостоя (0,5-0,7) и при наличии хвои и листвы в пологе древостоя). В случае нетиповых условий вводятся поправки. Класс засухи (КЗ) определяется по лесопожарному показателю засухи (Нестерова, ПВ-1, ПВГ).

Типы ОПГ в "опадной" подгруппе могут изменяться в течение сезона из-за неравномерности поступления и разложения растительных остатков, причем настолько, что один тип может превращаться в другой. Представление о переходе типов ОПГ друг в друга очень упростило их классификацию.

Идею классификации ОПГ отражает приведенная **схема типов и подтипов**:

"Мшистая" подгруппа:	Лш	Сх	Вл	Бм <sub>1</sub>	Бм <sub>2</sub>
"Опадная" подгруппа:	Тв ↔	Рх ↔	Пл ↔	Бп <sub>1</sub>	Бп <sub>2</sub>
<b>Критические классы</b>					
<b>засухи для типов ОПГ:</b>	<b>I КЗ</b>	<b>II КЗ</b>	<b>III КЗ</b>	<b>IV (V) КЗ</b>	<b>Негоримы</b>

Указанные критические классы засухи соответствуют упомянутым выше типовым условиям высыхания.

Видно, что каждой паре типов ОПГ соответствует свой критический класс засухи, в течение которого они достигают состояния пожарной зрелости. Строгая зависимость выдерживается лишь при упомянутых типовых условиях освещения, причем возможность горения должна оцениваться в послеполуденные часы. В случае отклонения от типовых условий изменяется и скорость пожарного созревания типов ОПГ. Возможность горения типов ОПГ при критических классах засухи неопределенна. При меньшем классе горение невозможно совсем, а при большем классе горение распространяется наверняка. На участках с

наличием ОПГ "опадной" подгруппы скорость пожарного созревания может изменяться в течение сезона, причем значительно, под влиянием уплотнения и разложения мертвого покрова летом и его восстановления осенью. В соответствии с классификационным критерием мы должны рассматривать этот процесс как превращение одних типов ОПГ в другие и обратно, что и показано стрелками на схеме. Следовательно, один и тот же участок леса весной, летом и осенью может характеризоваться различными типами ОПГ.

Сущность классификации ОПГ - в отражении скорости их пожарного созревания и ее сезонной динамики. Практическая цель - в определении на каждом участке растительности по его внешним признакам (без специальных наблюдений) критических классов засухи, при которых данный участок достигает пожарной зрелости в разные периоды сезона.

*Определитель типов основных проводников горения  
непосредственно на участках (выделах)*

При оценке основного проводника горения вначале определяют подгруппу. Если более половины площади покрыто мхами и лишайниками - это "мшистая" подгруппа, если менее половины - "опадная". Когда трудно судить о преобладании мха или опада, то преобладающим считается тот, который создает непрерывный фон. И наконец, надо еще учитывать, что в "мшистой" подгруппе свойства ОПГ в течение сезона почти не изменяются, а в "опадной" может изменяться даже сам тип ОПГ. Таким образом, если критический класс засухи в течение сезона изменяется, то ОПГ фитоценоза следует относить к "опадной" подгруппе. При определении типов ОПГ обращают внимание на два главных момента: 1) на характер мохово-лишайникового и мертвого покрова и 2) на режим увлажнения почвы. Для практического использования составлена таблица П.1.4.

Главная трудность и сложность в определении типов ОПГ заключается в огромном разнообразии образующихся смесей из растительных горючих материалов; проводник может быть одновременно с признаками двух, трех и даже четырех типов ОПГ. Кроме того, при определении типов ОПГ необходимо спрогнозировать их сезонную динамику, особенно такое явление, когда один тип ОПГ переходит в другой. Следовательно, определители типов ОПГ могут быть только региональными, хотя принципы их составления общие.

Преобладание в южно-таежных лесах участков с травяным

напочвенным покровом, которые различаются не только по типам ОПГ, но и по их динамике, осложняет дело, поскольку нельзя ограничиться непосредственным определением типа ОПГ, нужен еще прогноз его динамики по косвенным признакам, отражающим условия поступления растительных остатков в слой ОПГ осенью и весной и условия их разложения летом.

На переходных и низинных болотах моховой покров зачастую сочетается с развитым травяным ярусом из осок и злаков (вейник Лангсдорфа). При достаточном запасе, а главное при равномерном распределении осок и злаков (после их высыхания) они могут служить проводником горения. Такие участки осенью и весной надо относить к травяно-ветошному типу, и лишь летом - к болотно-моховому.

Крупные болота представляют собой иногда очень сложные системы. Примером служат грядово-мочажинные болота: на грядах могут быть зеленые мхи и лишайники, а в мочажинах - сфагнумы. Если гряды представляют собой изолированные островки среди мочажин, то ОПГ характеризуются подтипом Бм2, а если они соединяются между собой и по ним может распространяться горение, то тип ОПГ определяется характером покрова на самих грядах.

### ***Определитель типов основных проводников горения по косвенным признакам (для Красноярского Приангарья)***

Основные проводники горения - это объект, закрытый сверху пологом леса и поэтому недоступный для непосредственного дешифрирования. Кроме того, основные проводники горения "опадной" подгруппы претерпевают еще и значительные сезонные изменения, различные в разных условиях. Характеристика этих сезонных изменений при непосредственном определении типов ОПГ представляет значительные трудности. Это и послужило причиной для разработки второго варианта определителя типов ОПГ по косвенным признакам, путем выделения пирологических категорий участков.

В результате анализа собранных полевых материалов выделено 12 пирологических категорий участков, отличающихся по типам ОПГ, по их сезонной динамике и самому характеру биогеоценозов.

1. Сосняки с лишайниковым покровом (тип ОПГ лишайниковый (Лш) в течение всего сезона).

Местоположение - повышенное.

Механический состав почв - супесчаные и песчаные.

Режим увлажнения - недостаточный или сухой.

Нанорельеф почти не выражен.

Древостой - сосна, изредка с примесью березы.

Полнота - 0,4-0,6, редко до 0,8; могут быть редины (недорубы с полнотой 0,2-0,3).

Подрост и подлесок - не выражены, сомкнутость до 0,1.

Захламленность до 50 м<sup>3</sup>/га.

Травяно-кустарничковый ярус - слабо выражен, покрытие до 0,2-0,7: толокнянка, брусника, хвощи.

ОПГ - кладония, покрытие 0,6-0,8 с включением опада сосны, наблюдается примесь зеленых мхов; толщина лишайников около 4 см, плотность 21 ± 5 кг/м<sup>3</sup>; запас 0,8 ± 0,3 кг/м<sup>2</sup>.

Опад сосны: запас 0,3 ± 0,1 кг/м<sup>2</sup>. Общий запас ОПГ: 1,1 ± 0,4 кг/м<sup>2</sup>. Подстилка под лишайником имеет мощность 0,5 см, плотность 180 ± 80 кг/м<sup>3</sup>, запас 0,9 ± 0,4 кг/м<sup>2</sup>.

## **2. Сосняки без примеси темнохвойных с зеленомошным покровом (тип ОПГ - сухомшистый (Сх) в течение всего сезона).**

Местоположение - повышенное.

Почва по механическому составу - песчаная и супесчаная.

Увлажнение - недостаточное и нормальное.

Нанорельеф - выражен слабо.

Древостой - сосновый, иногда с примесью березы, осины и лиственницы.

Относительная полнота - средняя и выше средней (0,6-0,8).

Ярус подроста и подлеска обычно не выражен.

Валежник - до 50 м<sup>3</sup>/га, в основном приземленный.

Травяно-кустарничковый ярус - из брусники, иногда с примесью толокнянки, черники, злаков и осок, покрытие обычно незначительное 0,1-0,3 (до 0,7).

ОПГ - зеленые мхи (с преобладанием мха Шребера), иногда с примесью лишайников, имеют покрытие 0,6-0,9, остальная площадь покрыта опадом сосны. Толщина мхов 3-5 см, плотность 16 ± 8 кг/м<sup>3</sup>, общий запас 0,7 ± 0,3 кг/м<sup>2</sup>. Подстилка из очеса мхов, толщиной 1-3 см, плотность 30 ± 20 кг/м<sup>3</sup>, запас 0,6 ± 0,2 кг/м<sup>2</sup>.

## **3. Сосняки с примесью и подростом темнохвойных пород с зеленомошным покровом (тип ОПГ влажномшистый (Вл) в течение всего сезона).**

Местоположение - ровное или слегка повышенное.

Почвы - супесчаные и суглинистые.

Увлажнение нормальное.

Нанорельеф – слабо выражен.

Древостой - сосна с примесью темнохвойных (ели, кедра (до 1-2 единиц) и вторым ярусом из березы.

Подрост из темнохвойных пород, редкий.

Полнота средняя - 0,6-0,7.

Травяно-кустарничковый ярус - покрытие 0,4-0,5 (злаков и осок 0,1-0,2) - хвощ лесной, мелкотравье, вейник, иногда брусника.

Моховой покров - покрытие 0,8-0,9, часто с политрихумом, толщина 3-4 см, плотность  $11 \pm 6 \text{ кг/м}^3$ , запас  $0,5 \pm 0,2 \text{ кг/м}^2$ .

Подстилка - из очеса мхов толщиной 3-4 см, плотность  $50 \pm 20 \text{ кг/м}^3$ , запас  $0,9 \pm 0,3 \text{ кг/м}^2$ .

4. Сосняки (обычно пройденные пожарами) без покрова из мхов или лишайников (тип ОПГ - Рх в течение всего сезона). Местоположение повышенное.

Почвы - супесчаные.

Увлажнение - недостаточное, реже нормальное.

Древостой - сосняки, иногда с примесью березы и осины, но без примеси темнохвойных даже в подросте.

Полнота - 0,5-0,7.

Захламленность - 20-30 м<sup>3</sup>/га.

Подрост и подлесок - редкие.

Травяно-кустарничковый ярус - редкий, покрытие 0,2-0,6; запас около 130 г/м<sup>2</sup>, обычно есть брусника и вейник, а также разнотравье и мелкотравье, редко черника.

Мохово-лишайниковый покров часто отсутствует или достигает лишь 0,2 проективного покрытия, т.е. практически это мертвоопадный сосняк.

ОПГ - опад сосны толщиной 1-2 см, запас около 0,2 (до 0,5) кг/м<sup>2</sup>.

Подстилка - толщина 1-2 см, плотность около 50 кг/м<sup>3</sup>, запас до 1 кг/м<sup>2</sup>.

5. Темнохвойные, березовые и смешанные насаждения с покровом из зеленых мхов (тип ОПГ - влажномшистый (Вл) в течение всего сезона).

Местоположение ровное.

Почвы - суглинистые.

Режим увлажнения - нормальное, редко повышенное.

Нанорельеф - слабо выражен.

Древостой - возрастной стадийный ряд от березняков с



темнохвойным подростом или вторым темнохвойным ярусом (Е,П,К) через березняки с участием в их составе темнохвойных - до темнохвойных с примесью березы и темнохвойных без примеси березы.

Полнота - повышенная (0,7-0,8).

Подрост - обычно редкий, темнохвойный (кроме чистых березняков); подлесок - практически отсутствует.

Травяно-кустарничковый ярус - имеет покрытие 0,3-0,5 в т.ч. злаков и осок 0,1-0,2, включает мелкотравье, вейник, осочку и часто хвощ лесной; кустарнички почти отсутствуют.

ОПГ - моховой покров из хилокомиума и мха Шребера, покрытие обычно 0,7-0,8, толщина 3 см (с включением опада древостоя), плотность  $11 \pm 6$  кг/м<sup>3</sup>, запас  $0,5 \pm 0,2$  кг/м<sup>2</sup>.

Подстилка из очеса зеленых мхов, толщина 1-3 см (иногда бывает до 10 см), плотность  $60 \pm 30$  кг/м<sup>3</sup>, запас  $0,9 \pm 0,3$  кг/м<sup>2</sup>.

6. Лиственные и смешанные насаждения с покровом из осочки и злаков, с наличием дернины (тип ОПГ весной - Рх, летом - Пл).

Местоположение - повышенное.

Почвы - супесчаные и легкосуглинистые.

Увлажнение - нормальное.

Древостой - высокобонитетный (П-I), обычно с полнотой 0,7-0,8, по составу лиственный (с участием березы или светлохвойных), иногда с примесью темнохвойных (не более 4 единиц). Ярус подроста и подлеска развит слабо, но всегда имеется редкий подрост темнохвойных.

Травяно-кустарничковый ярус - кустарничков почти нет; травяной покров с проективным покрытием 0,5-0,7, всегда присутствует обильно осочка или (реже) злаки (вейник), с примесью мелкотравья и разнотравья. Запас 30-60 г/м<sup>2</sup> (но бывает до 120).

Моховой покров обычно отсутствует, если есть, то не более 0,2 проективного покрытия (на валежинах).

ОПГ - опад древесный, летом: толщина 1,5-2 см, запас  $0,25 \pm 0,06$  кг/м<sup>2</sup>, плотность  $16 \pm 6$  кг/м<sup>3</sup>; весной: опад толщиной 2-4 см, запас  $0,26 \pm 0,07$  кг/м<sup>2</sup>, плотность  $10 \pm 6$  кг/м<sup>3</sup>.

Подстилка - толщиной 3-5 см, запас  $2,8 \pm 1,0$  кг/м<sup>2</sup>, плотность  $60 \pm 30$  кг/м<sup>3</sup>, имеет характер дернины.

7. Березняки разнотравные с пятнами осочки и с отсутствием опада летом (тип ОПГ весной - Рх, летом - Бп1).

Местоположение - ровное.

Почвы - суглинистые и супесчаные.

Увлажнение - нормальное.

Древостой - березняки I-II класса бонитета, полнота 0,6-0,8; обычна примесь темнохвойных, чаще в подросте.

Травяно-кустарничковый ярус - кустарничков практически нет; травяной ярус с покрытием до 0,8 из разнотравья и мелкотравья с пятнами осочки. Запас менее 0,1 кг/м<sup>2</sup>.

Моховой покров развит слабо.

ОПГ - опад только весной из листьев березы и опада трав, толщиной 3-4 см и запасом 0,2-0,3 кг/м<sup>2</sup>, плотность 10±5 кг/м<sup>3</sup>. Летом опада как такового нет. Имеется подстилка (верхний слой Ао) толщиной до 1 см, запас 0,1-0,2 кг/м<sup>2</sup>, Ао - толщиной 3-4 см с запасом 2-4 кг/м<sup>2</sup> при плотности 60-100 кг/м<sup>3</sup>.

8. Березняки с редким покровом из разнотравья и отсутствием опада летом (тип ОПГ весной - Пл, летом - Бп1).

Местоположение - ровное.

Почва - суглинистая, реже супесчаная.

Увлажнение - нормальное.

Древостой - березняк с примесью осины (до 2-3 единиц) и хвойных до 3-4 единиц (иногда в подросте).

Полнота - 0,7-0,9.

Подрост - редкий темнохвойный.

Захламленность 5-10 м<sup>3</sup>/га.

Травяно-кустарничковый ярус - разнотравный с примесью вейника, мелкотравья, осочки (бывает черемша); покрытие 0,4-0,6, запас менее 0,1 кг/м<sup>2</sup>.

Моховой покров развит слабо, покрытие 0,1-0,4 (обычно на старом валеже).

ОПГ - опад деревьев и трав только весной: толщина 2-4 см, запас 0,2-0,3 кг/м<sup>2</sup>, плотность 10-20 кг/м<sup>3</sup>;

летом опад уплотняется до толщины менее 1 см и превращается в верхний слой подстилки Ао.

Подстилка (Ао) толщина 2-4 см, запас 1,5-3 кг/м<sup>2</sup>, плотность 50-100 кг/м<sup>3</sup>.

9. Осинники с отсутствием опада летом (тип ОПГ весной - Пл, летом - Бп1).

Местоположение - ровное.

Почвы - супесчаные и структурные суглинистые.

Увлажнение - нормальное.

Древостой - чисто осиновый, а также с примесью березы или темнохвойных.

Полнота - 0,7-0,8 (иногда 0,9).

Подрост темнохвойный редкий, подлесок отсутствует.

Травяно-кустарничковый ярус - обычно мелкотравно-разнотравный с примесью осочки, вейника, иногда брусники и черники, покрытие 0,2-0,5, запас менее 0,1 кг/м<sup>2</sup>.

Моховой покров не развит, не более 0,2, но часто совсем отсутствует.

ОПГ - опад только весной, в основном - листья осины, толщиной 1,5-3 см, запас 0,3-0,5 кг/м<sup>2</sup>, плотность 15-30 кг/м<sup>3</sup>. Летом опад превращается в верхние слои подстилки (Ао) толщиной до 1 см, плотностью 30-60 кг/м<sup>3</sup>.

Подстилка (Ао) - толщиной 1-2 см, плотность 80-150 кг/м<sup>3</sup>, запас от 1 до 3 кг/м<sup>2</sup>.

10. Кочкарные лощины (тип ОПГ весной - Тв, летом - Бп1).

Местоположение - сырые кочкарные лощины с отдельными деревьями и редкостойными насаждениями (до 0,3) различных пород (кроме С и Ос), обычно в верховьях ручьев.

Нанорельеф - кочки около 0,4 м высотой. Между кочками сыро, иногда бывает вода.

Подлесок и подрост - редкий, бывает смородина, шиповник, подрост ели и пихты.

Травяно-кустарничковый ярус - кустарнички отсутствуют. В травостое преобладают осоки и злаки, иногда более 1 м высотой. Покрытие 0,7-0,9, в т.ч. злаками и осоками 0,5-0,7.

Запас травостоя на кочках 0,1-0,2 кг/м<sup>2</sup>. Запас ветоши (с опадом) весной 0,2-0,3 кг/м<sup>2</sup>, толщина слоя до 10 см, плотность 3-4 кг/м<sup>3</sup>.

Подстилка - ее запас и плотность различны из-за различных условий образования оторфованной части: от 0,5 до 5 кг/м<sup>2</sup> с плотностью от 15 до 100 кг/м<sup>3</sup> при толщине 4-5 см.

Летом горение обычно не может распространяться (тип ОПГ -Бп1), а весной сухая трава горит очень хорошо (Тв).

11. Вейниковые и осоково-вейниковые вырубки, недорубы, молодняки (тип ОПГ весной - Тв, летом - Рх).

Местоположение - повышенное и ровное.

Почвы - супесчаные и суглинистые.

Увлажнение - нормальное, реже недостаточное.

Категория площадей - осоково-вейниковые вырубки и изреженные (с полнотой менее 0,6) рубками насаждения, молодняки на таких вырубках с сомкнутостью менее 0,6.

Травяно-кустарничковый ярус - сплошной, покрытие 0,9-1,0, иногда двухъярусный, вейниковый или разнотравно-злаково-осоковый, с преобладанием злаков и осок.

Моховой покров - отсутствует.

Опад: из уплотнившейся травяной ветоши и опада деревьев толщиной до 0,5 см, запас 0,3-0,5 кг/м<sup>2</sup>, плотность 6-10 кг/м<sup>3</sup>.

Подстилка - запас 0,5-1,5 кг/м<sup>2</sup>, плотность 50-60 кг/м<sup>3</sup>, толщина 2-3 см.

12. Гари и пройденные пожаром насаждения с травяным покровом и недостатком опада. (Тип ОПГ весной - Тв, летом - Бп1). Гари, изреженные пожаром насаждения (в период до 5 лет после пожара), покрытые травяной растительностью с преобладанием в ней злаков и осок. Беспроводниковый тип летом бывает из-за быстрого перегнивания опада при очень малом запасе подстилки.

#### *Диагностические признаки для определения типов основных проводников горения*

В полный перечень диагностических признаков включаются:

1. Категория площади.
2. Типичное местоположение на рельефе.
3. Оценка механического состава почвы и режима увлажнения.
4. Состав древостоя и его особенности.
5. Характер напочвенного покрова (живого и мертвого), иногда подстилки.

В таблице П.2.5. приведены диагностические признаки типов ОПГ для летнего периода, когда проводится большая часть таксационных работ при лесоустройстве.

#### *Дешифрирование типов основных проводников горения*

Дешифрирование типов ОПГ на снимках возможно проводить лишь путем выделения и дешифрирования пирологических категорий участков, а методы их дешифрирования в принципе аналогичны дешифрированию типов леса.

Кроме того, можно использовать и косвенный метод дешифрирования типов ОПГ - через сами типы леса, т.е. дешифровщик по известной методике дешифрирует типы леса, а затем по типам леса

определяет типы ОПГ и прогнозирует их динамику. Но в связи со значительной разнородностью участков, относимых на практике к одному типу леса, а также из-за погрешностей в дешифрировании типов леса, такой метод косвенного дешифрирования типов ОПГ является неточным.

При разработке методов дешифрирования типов ОПГ через пирологические категории участков необходимо в полном объеме использовать разработанные и используемые дешифровочные признаки по оценке состава древостоя, его состояния, по определению характера растительности на нелесных и не покрытых лесом площадях и т.д. Ввиду того, что характеристику по типам ОПГ планируется включить в таксационное описание, то и дешифрирование типов ОПГ будет производиться одновременно и в комплексе с дешифрированием таксационных характеристик. Поэтому специально указывать в дешифровочных признаках типов ОПГ, как определять состав древостоя, или его класс бонитета и т.п. мы считаем нецелесообразным.

Из выделенных пирологических категорий участков некоторые могут быть отдешифрированы довольно просто.

1. Категория сосняков с лишайниковым покровом оценивается по преобладанию сосны в древостое и по видимому на снимке белому лишайниковому покрову, поскольку такие сосняки не отличаются высокой полнотой.

2. Сосняки с сухомшистым типом ОПГ располагаются на повышенных местах и характеризуются отсутствием в составе древостоя темнохвойных пород.

3. Сосняки с рыхлоопадным типом ОПГ - это те же самые сухомшистые сосняки, но пройденные в недавнем прошлом низовым пожаром, следы которого видны в виде куртин листовенного молодняка в самом сосняке и по соседству.

4. Сосняки с влажномшистым типом ОПГ характеризуются всегда примесью темнохвойных.

5. Темнохвойные насаждения имеют, как правило, влажномшистый тип ОПГ.

6. Насаждения с преобладанием осины (начиная со стадии жердняка) имеют обычно весной плотноопадный, а летом беспроводниковый типы ОПГ.

7. Старые гари и вырубки, редины и недорубы с преобладанием в покрове злаков и осок дешифрируются обычными методами: весной они имеют травяно-ветошный тип ОПГ, летом - рыхлоопадный.

8. Недавние гари и пройденные пожарами насаждения выделяются по наличию свежего сухостоя, погибшего молодняка и т.д. Данная категория также имеет травяно-ветошный тип весной, но летом из-за

отсутствия нормального слоя подстилки (которая изолирует опад от почвы) активное разложение опада приводит к беспроводниковому типу.

9. Обычным путем дешифрируются кочкарные ложины (Тв-Бп1), болотные леса (Бм1), сфагновые болота (Бм1 и Бм2), осоково-сфагновые болота (Тв-Бм2).

Специальной доработки требуют вопросы дешифрирования категорий участков в чистых и смешанных березняках (Вл-Вл), (Рх-Пл), (Рх-Бп1), (Пл-Бп1), поскольку они особо не отличаются ни местоположением на рельефе, ни полнотой древостоя.

### **Программа составления пирологического описания**

Составление пирологического описания на основе лесоустроительных данных представляет собой достаточно трудоемкий процесс. С целью автоматизации расчетов разработана специальная программа автоматизированного составления крупномасштабных карт РГМ для для IBM совместимых компьютеров на языке PASCAL в системе MS-DOS (на примере Б.Муртинского лесхоза Красноярского края).

#### **Блок-схема и алгоритм программы**

Блок 1.

Начало программы: описание переменных и массивов.

Блок 2.

Ввод таблиц:

1. Экспозиция склонов (аббревиатура и кодировка).
2. Деление пород на вечнозеленые и хвое-листопадные.
3. Характеристика по типам ОПГ категорий земель, нелесной и не покрытой лесом площади.
4. Критические классы засухи этих категорий и типов леса в связи с типами ОПГ и общей затененностью в лесу.
5. Поправки к критическим классам засухи для горных лесов.
6. Оценка сомкнутости полога у подлеска.
7. Оценка сомкнутости полога у подроста.
8. Стандартная таблица сумм площадей сечения и запасов при полноте 1,0.
9. Характеристика типов леса по типам ОПГ.
10. Затененность от древесного яруса летом и весной.
11. Затененность от подроста и подлеска летом и весной.

### Блок 3.

Таксационные описания всех выделов каждого лесничества, записанные на дискете или жестком магнитном диске по 158 байт. Каждая запись включает в себя 144 характеристики выдела: номер лесничества, номер выдела, площадь, крутизна и экспозиция, категория земель, состав древостоя по ярусам, возраст, полнота, высота, бонитет, подрост, подлесок, валежник, сухостой и др.

### Блок 4.

Считывание записей из файла в память и расшифровка идет последовательно, пока не будет обнаружен конец файла.

### Блок 5.

Расшифровка таксационных параметров лесного выдела.

### Блок 6.

Для каждого выдела сразу выводятся на печать номер лесничества, номер квартала, площадь выдела, экспозиция и крутизна склона. Все таксационные выдела подразделяются по категориям земель, но только выдела, имеющие насаждения, создают затененность.

### Блок 7.

Не имеющие насаждения выдела (болота, дороги, трассы, пески, озера и т.д.) характеризуются по типам ОПГ по специальной таблице и результат выводится на печать.

### Блок 8.

Общая затененность лесных выделов с категорией земель "насаждение" складывается из затененностей, создаваемых каждым ярусом древостоя, подростом и подлеском. Затененность каждого яруса древостоя рассчитывается путем суммирования затененностей, создаваемых каждой породой с учетом полноты яруса отдельно для хвоевечнозеленых и листопадных пород для весны и для лета. Затененность, создаваемая подростом и подлеском, зависит от степени их густоты и высоты. Следует отметить, что затененность выделов для различных сезонов имеет различные значения.

### Блок 9.

На основе характеристики выделов по типам леса устанавливается тип основных проводников горения (тип ОПГ). По типу ОПГ и рассчитанной общей затененности (блок 8) определяется критический

класс засухи (ККЗ), при котором достигается пожарное созревание лесных выделов. Для ККЗ в горных лесах вводится поправка.

#### Блок 10.

Пирологические характеристики выдела и рассчитанные ККЗ выводятся в файл. Пример распечатки пирологических характеристик с ЭВМ приведен в таблице П.2.6.

Проверка программы была сделана при составлении пирологического описания выделов Юкеевского лесничества Б.Муртинского лесхоза по материалам лесоустройства 1980 года. Объем, занимаемый пирологическим описанием, примерно в 10 раз меньше, чем объем таксационных описаний. Следовательно, вполне реально составлять в процессе лесоустройства небольшой дополнительный том пирологического описания на каждое лесничество. Пирологическое описание в сочетании с неокрашенным планом лесонасаждений или комплектом планшетов представляет собой банк данных на лесничество (лесхоз), который позволит лесничему или инженеру по охране леса оперативно составлять карты лесных горючих материалов, необходимые для разработки планов тушения действующих пожаров.

Главным препятствием для широкого внедрения автоматизированного составления пирологических описаний в процессе лесоустройства является отсутствие региональных таблиц, характеризующих типы леса по типам ОПГ. Радикальным решением было бы отмечать типы основных проводников горения непосредственно при таксации, пользуясь "Определителем типов ОПГ...".

#### Литература

Волокитина А.В. Методические рекомендации по составлению оперативных карт лесных горючих материалов в Красноярском Приангарье. – Красноярск: ИЛИД. - 1988. – 12 с.

Волокитина А.В., Тартакрвская Т.М., Шевчук Э.Г. Формирование банка данных для оперативного составления карт лесных горючих материалов (Методические рекомендации). – Красноярск: ИЛИД.- 1989.– 20 с.

Курбатский Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. – М.: Гослесбумиздат. – 1962. – 154 с.

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

Софронов М.А., Волокитина А.В. Типы основных проводников горения при низовых пожарах. – Лесной журнал. - №5. – 1985. – С.12-17.



## Приложение 2

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ (с использованием крупномасштабных карт растительных горючих материалов)**

В практике лесопожарной охраны неизбежны ситуации, когда необходимо прогнозировать поведение пожаров. Во-первых, при возникновении значительного количества пожаров - для выявления наиболее опасных (особенно в отношении угрозы населенным пунктам и ценным объектам) и наиболее трудные в тушении. Во-вторых, при составлении оптимального плана управления крупным пожаром, чтобы предусмотреть и учесть опасные тенденции и ситуации в его распространении и развитии. В-третьих, для выбора оптимального времени и оптимальной технологии целевых выжиганий (Софронов, Волокитина, 1996; Софронов, Волокитина, Назимова, 1997; Волокитина, Ноженкова, Софронов, Назимова, 2000; Волокитина, Софронов., Назимова, 2002).

Эффективное прогнозирование поведения пожара возможно только на основе крупномасштабной карты растительных горючих материалов (вместе с пирологическим описанием выделов) и метеорологической информации. Наибольшее значение имеет *прогноз поведения низовых пожаров*, поскольку около 80% всех природных пожаров - низовые; практически все верховые пожары развиваются из низовых.

#### **1. О методе прогнозирования поведения низового пожара**

Прогноз поведения низового пожара базируется на модели пожара. Выбрана очень простая модель М.А.Софронова (Софронов, 1967; Софронов, Волокитина, 1990). Данный метод прогноза поведения пожаров базируется на использовании крупномасштабных карт растительных горючих материалов, простых эмпирических зависимостей и таблиц.

Прогнозирование поведения пожара идет в несколько этапов: вначале оценивается *состояние готовности к горению* участков растительности вокруг очага пожара - в связи с уровнем засухи, затем прогнозируется *скорость распространения и интенсивность горения* на участках - в соответствии с метеопрогнозом при моделировании распространения контура пожара.

При оценке скорости распространения пожара и его интенсивности используются пирологическое описание, метеорологический прогноз и комплект разработанных таблиц и несложных формул. В процессе прогнозирования распространения контура пожара учитываются не только негоримые участки, но и линейные преграды, показанные на карте (реки, ручьи, дорожная сеть и т. п.). При этом необходимо выдерживать определенный порядок и последовательность операций (Волокитина, 1997; Volokitina, Sofronov, 1995).

## 2. Исходные материалы и информация

### А. Источники постоянной информации:

- банк данных для оперативного составления крупномасштабных карт РГМ;

- методика оперативного составления крупномасштабной карты РГМ (на основе лесоустроительных планшетов и пирологического описания таксационных выделов из банка данных);

- таблица для определение классов засухи (КЗ) по лесопожарным показателям засухи (ЛПЗ) Нестерова, ПВ-1 (ЛенНИИЛХа) (табл.П.2.1);

Таблица П.2. 1

### Определение классов засухи (КЗ) по лесопожарному показателю засухи (В.Г.Нестерова, или ПВ-1)

Лесопожарный показатель засухи	Класс засухи
до 300	I
301-1000	II
1001-3000	III
3001-10 000	IV
10 001-30 000	V
более 30 000	VI

- таблица для оценки поверхностной теплоты сгорания слоя, интенсивности тепловыделения, сгорающего запаса основного проводника горения и базовой (“штилевой”) скорости низового пожара в связи с лесопожарным показателем засухи по типам основных проводников горения (табл. П.2.2);

Таблица П.2.2

## Пирологические характеристики основных проводников горения

Лесопожарный показатель <u>засухи, единицы</u> + <i>тип</i> —			Пирологические характеристики			
			$Q_{сл}$ , МДж / м <sup>2</sup>	$I_s$ , кВт/м <sup>2</sup>	$V_o$ , м / мин	$V_o$ , м / с
<b>Лишайниковый тип ОПГ (Лш)</b>						
40	<b>100</b>	300	4,0	68	0,20	0,003
70	<b>200</b>	600	5,0	80	0,25	0,004
100	<b>300</b>	900	6,5	105	0,32	0,005
130	<b>400</b>	1200	7,5	121	0,40	0,007
160	<b>500</b>	1500	8,5	136	0,46	0,008
200	<b>700</b>	2000	9,0	140	0,54	0,009
300	<b>1000</b>	3000	9,5	148	0,60	0,010
600	<b>2000</b>	6000	10,0	156	0,64	0,011
1000	<b>3000</b>	9000	10,0	156	0,64	0,011
1300	<b>4000</b>	12000	10,0	156	0,64	0,011
1600	<b>5000</b>	15000	10,0	156	0,64	0,011
<b>Сухомшистый тип ОПГ (Сх)</b>						
160	<b>500</b>	1500	3,5	80	0,14	0,002
200	<b>700</b>	2000	5,3	100	0,16	0,002
300	<b>1000</b>	3000	10,0	230	0,19	0,003
600	<b>2000</b>	6000	16,0	370	0,25	0,004
1000	<b>3000</b>	9000	20,0	450	0,27	0,004
1300	<b>4000</b>	12000	22,0	480	0,29	0,005
1600	<b>5000</b>	15000	24,0	510	0,30	0,005
<b>Влажномшистый тип ОПГ (Вл)</b>						
300	<b>1000</b>	3000	2,3	50	0,15	0,003
600	<b>2000</b>	6000	8,8	190	0,22	0,004
1000	<b>3000</b>	9000	12,0	260	0,27	0,004
1300	<b>4000</b>	12000	13,2	290	0,30	0,005
1600	<b>5000</b>	15000	14,4	310	0,33	0,006

## Окончание таблицы П.2. 2

Лесопожарный показатель засухи, единицы + <i>тип</i> —			Пирологические характеристики			
			$Q_{сл}$ , МДж / м <sup>2</sup>	$I_s$ , кВт/м <sup>2</sup>	$V_o$ , м / мин	$V_o$ , м / с
<b>Рыхлоопадный тип ОПГ (Рх)</b>						
200	<b>700</b>	2000	4,0	57	0,10	0,002
300	<b>1000</b>	3000	7,5	100	0,20	0,003
600	<b>2000</b>	6000	10,0	132	0,30	0,005
1000	<b>3000</b>	9000	11,0	140	0,40	0,006
1300	<b>4000</b>	12000	11,5	146	0,44	0,007
1600	<b>5000</b>	15000	12,0	150	0,50	0,008
<b>Плотноопадный тип ОПГ (Пл)</b>						
300	<b>1000</b>	3000	3,0	70	0,20	0,003
600	<b>2000</b>	6000	9,0	210	0,23	0,004
1000	<b>3000</b>	9000	12,0	280	0,26	0,004
1300	<b>4000</b>	12000	13,5	310	0,29	0,005
1600	<b>5000</b>	15000	15,0	330	0,32	0,005
<b>Травяно-ветошный тип ОПГ (Тв)</b>						
100	<b>300</b>	900	(9,0) *	-	0,30	0,005
130	<b>400</b>	1200	(10,0)	-	0,33	0,005
160	<b>500</b>	1500	(10,0)	-	0,35	0,006
200	<b>700</b>	2000	(10,0)	-	0,38	0,006
300	<b>1000</b>	3000	(10,0)	-	0,40	0,007
600	<b>2000</b>	6000	(10,0)	-	0,40	0,007
1000	<b>3000</b>	9000	(11,0)	-	0,40	0,007
1300	<b>4000</b>	12000	(11,0)	-	0,40	0,007
1600	<b>5000</b>	15000	(11,0)	-	0,40	0,007

**Примечание: 1.** *тип* - условия высыхания соответствуют типовым; “ + ” - условия высыхания на участке лучше типовых настолько, что критический класс засухи меньше класса, типичного для данного типа ОПГ; “ — ” - условия высыхания настолько же хуже типовых.  $Q_{сл}$  - поверхностная теплота сгорания слоя;  $I_s$  - интенсивность тепловыделения;  $V_o$  - базовая (“штилевая”) скорость распространения горения.

\* - для травяно-ветошного типа ОПГ под пологом леса

**2.** Болотно-моховый (Бм) и “беспроводниковый” (Бп) типы ОПГ практически негоримы, поэтому они не включены в таблицу.

- таблица с переменными коэффициентами относительного влияния основных факторов (ветра, уклона поверхности и относительной влажности воздуха) на скорость распространения кромки низового пожара (Софронов, 1967; Софронов, Волокитина, 1990) (табл.П.2.3);

- таблица с коэффициентами влияния полноты древостоя на скорость ветра под пологом леса (Конев, 1984) (табл. П.2.4).

Таблица П.2.4

**Коэффициенты  $K_c$  для определения скорости ветра пологом леса на высоте 2 м (W)**

<b>Относительная полнота древостоя:</b>	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
<b><math>K_c</math>:</b>	0,77	0,70	0,60	0,48	0,38	0,30
<b>Относительная полнота древостоя:</b>	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	-
<b><math>K_c</math>:</b>	0,23	0,16	0,11	0,07	0,05	-

*Б. Оперативная информация и ее источники:*

- абрис контура пожара с привязкой к квартальной сети и другим ориентирам и с указанием точного времени составления абриса;

- оперативно составленная на территорию действия пожара крупномасштабная карта растительных горючих материалов (с приложением пирологического описания выделов карты);

- метеорологическая информация с ближайшей (ближе 25 км) метеостанции, (или с нескольких наименее удаленных метеостанций), которая должна содержать: а) сведения о величине лесопожарного показателя засухи В.Г.Нестерова или ПВ-1 на сегодняшний день и за предшествующие несколько дней. При отсутствии таких сведений необходимо получить метеоданные для расчета лесопожарного показателя засухи, а именно: данные о температуре воздуха и точки росы на 13-15 часов и данные об осадках (величина, время выпадения) - за период от дня с выпадением последнего дождя более 3 мм и до сегодняшнего дня;

б) сведения за последние 1-2 дня об относительной влажности воздуха и о скорости и направлении ветра по всем срокам наблюдений;

- метеорологический прогноз для данного района (на 1-3 дня).

Таблица П.2.3

Коэффициенты относительного влияния факторов на скорость распространения горения при низовых пожарах

### 1. Влияние ветра ( $W$ )

$W, \text{ м/с}$	<u>0,0</u>	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	5,0
$K_w$	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	10,0
$K'_w$	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8
$K''_w$	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	3,0	3,5	4,5

Примечание:  $W$  - ветер на высоте 2 м;  $K_w$  - для фронта;  $K'_w$  - для тыла и фланга;  $K''_w$  - для фланга при интенсивном горении (по Коневу, 1984).

### 2. Влияние уклона ( $j$ )

$j$	-40°	-30°	-20°	-10°	<u>0°</u>	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
$K_j$	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	4,0	6,0	12,0

### 3. Влияние относительной влажности воздуха ( $r$ )

$r, \%$	20	25	30	35	<u>40</u>	45	50	55	60	70	80	90
$K_r$	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3

### 3. Прогноз поведения низового пожара (порядок работы)

При прогнозе поведения пожара предлагается придерживаться следующего порядка работы.

Вначале определяется *класс засухи* сегодняшнего дня по величине *лесопожарного показателя засухи* и таблице (см. табл. П.2.1). При необходимости лесопожарный показатель засухи рассчитывается по метеоданным и методике. После чего имеющуюся карту РГМ превращают в *карту текущей природной пожарной опасности*. Для этого в каждом выделе карты РГМ оценивают состояние готовности к горению по трем градациям, для чего сравнивают класс засухи сегодняшнего дня с критическими классами засухи, которые указаны по каждому выделу в пирологическом описании. Если класс засухи меньше критического класса - то состояние "*негоримое*", если больше критического - то состояние "*горимое*", при равенстве текущего класса засухи с критическим классом состояние "*переходное*". Выделы на карте РГМ раскрашивают или штрихуют в соответствии с этими тремя градациями: 1) *готовые к горению*, 2) *не готовые к горению* и 3) *имеющие неопределенное (переходное) состояние*. В результате получается карта текущей природной пожарной опасности (рис. П.2.1).

Неопределенность в оценке состояния выделов устраняется экспертным путем, используя профессиональный опыт и различную дополнительную информацию (учет характера выделов, уже пройденных огнем на данном пожаре или на соседних пожарах, и т. п.).

На карту текущей пожарной опасности следует нанести *контур пожара* с абриса и указать *направление ветра* (стрелкой), после чего обозначить *четыре направления* (из центра пожара), по которым будет прогнозироваться распространение пожара: 1) *фронтальное*, совпадающее с направлением ветра; 2) *тыловое* - в противоположном направлении; 3) *правофланговое* и 4) *левофланговое* направления, перпендикулярные направлению ветра. (От контура крупного пожара проводят необходимое количество направлений, перпендикулярных кромке и определяют их характер по отношению к направлению ветра. При системе не авиационного, а наземного обнаружения пожаров (с пожарных наблюдательных пунктов) пожар фиксируется практически в момент его возникновения, поэтому прогнозирование распространения ведется не от контура пожара, а от точки - места его возникновения).





Прогнозирование пожара производится по выбранным **временным этапам**; контур пожара рассчитывается на конец каждого временного этапа (на заданный час определенного дня). Первый период - это обычно время “свободного” распространения пожара: от момента обнаружения (составления абриса пожара) до расчетного времени прибытия лесопожарной команды.

На весь период прогнозирования поведения пожара необходимо составить **прогноз ветрового режима** (направления и скорости ветра) и **прогноз динамики относительной влажности воздуха по срокам**. Метеослужба такие прогнозы обычно не составляет (метеопрогнозы по срокам даются лишь в аэропортах), а относительная влажность воздуха не указывается даже в суточных метеопрогнозах. Поэтому необходимый прогноз ветра и влажности воздуха по срокам составляется на основании сведений, полученных на метеостанции, о фактической динамике этих факторов по срокам за предшествующие 1-2 дня и с учетом прогноза погоды. Оптимально, если по договоренности такие не официальные прогнозы по срокам наблюдений будут составляться на метеостанциях. Форма записи прогнозируемых метеорологических факторов показана в табл.П.2.5.

Расчет вероятной **скорости распространения низового пожара и силы пожара (интенсивности кромки)** делается в пределах каждого временного этапа прогнозирования, сначала - в направлении продвижения фронта пожара, затем - по направлениям флангов и тыла. Для прогноза скорости распространения кромки пожара ( $V_x$ , м/мин.) используется модель М.А.Софронова (1967):

$$V_x = V_0 \cdot K_\phi \cdot K_r \cdot K_w,$$

где  $V_0$  - базовая (штилевая) скорость; она берется по табл.П.2.2 в соответствии с типом ОПГ выдела и лесопожарным показателем засухи (ЛПЗ) данного дня; при этом учитываются условия высыхания ОПГ в выделе;

$K_\phi$  - коэффициент влияния уклона берется из табл.П.2.3 в соответствии с уклоном, указанным в пирологическом описании, экспозицией склона и направлением распространения горения (вверх по склону - углы положительные, вниз по склону - отрицательные, поперек склона - нулевые);

$K_r$  - коэффициент влияния относительной влажности воздуха; берется также из табл.П.2.3 в соответствии с величиной прогнозируемой относительной влажности воздуха ( $r$ , %) по срокам;

$K_w$  - коэффициент влияния ветра берется из табл. П.2..3 в соответствии со скоростью и направлением ветра по отношению к кромке пожара (фронт, фланг, тыл); скорость ветра под пологом леса ( $W$ ) рассчитывается по формуле:

$$W = W_m \cdot K_c,$$

где  $W_m$  - скорость ветра на метеостанции, м/с;

$K_c$  - коэффициент, учитывающий полноту древостоя; берется из табл.П.2.4, причем вместо *полноты* желательно использовать *затененность* из пирологического описания выделов.

**Метеорологическая информация (форма записи)**

Метеостанция: Богучаны

Суточная динамика (в том числе прогнозируемая):																	
а) направления и скорости ветра ( <b>W</b> , м / с), б) относительной влажности воздуха ( <b>r</b> , %) и в) коэффициента <b>Kr</b>																	
Дата:	25 мая 1997 года						26 мая (прогноз)										
Сроки наблюдений на метеостанции	9	12	15	18	21	24	3	6	9	12	15	18	21	24	3	6	9
Ветер: направление	СВ	СВ	СВ	СВ	-	-	-	-	СВ	СВ	СВ	СВ	-	-			
скорость <b>W</b> , м / с	2	5	8	4	0	0	0	0	3	6	9	4	0	0			
Отн. влажность <b>r</b> , %	56	40	35	62	80	90	95	87	55	40	35	60	80	90			
<b>Kr</b>	0,7	1,0	1,1	0,7	0,5	0,3	0,0	0,3	0,7	1,0	1,1	0,7	0,5	0,3			

- Дата и время обнаружения (составления абриса): дата 26 мая 1997 г \_\_\_\_\_ часы и минуты 14. 20 \_\_\_\_\_ ;
- Этапы расчетного периода: от . . . до (даты, часы, минуты): 1) 26 мая с 14.20 до 18. 00 \_\_\_\_\_ ,  
 2) \_\_\_\_\_, 3) \_\_\_\_\_
- Величина ЛПЗ (какого ?) ПВ-1 на даты: 1) на 25 мая - 1830 2) на 26 мая 2250 ед. 3) \_\_\_\_\_
- Класс засухи на даты: 1) на 25 мая - III 2) на 26 мая - III 3) \_\_\_\_\_

Для удобства расчетов все исходные и итоговые данные заносятся в специальную форму (табл. П.2.6).

Расчет по каждой тактической части пожара (или направлению) ведется до конца первого этапа прогнозирования (намеченного времени данного дня). Чтобы определить, до какой точки распространится кромка пожара в последнем выделе к намеченному времени, в формуле учитывается длительность распространения пожара по последнему выделу:

$$L_n = (Vx)_n \cdot (\Pi_p - \Pi_{n-1}),$$

где  $L_n$  - расстояние, которое пройдет кромка пожара по последнему выделу до конца намеченного этапа прогнозирования, м;

$(Vx)_n$  - расчетная скорость распространения кромки в последнем выделе, м /мин.

$\Pi_p$  - время окончания этапа прогнозирования, час. мин;

$\Pi_{n-1}$  - время окончания распространения пожара по предпоследнему выделу, час. мин.

На пути распространения пожара в каждом направлении могут встречаться **преграды** в виде негоримых на данный момент выделов и **барьеры** в виде дорог, ручьев и рек. В тех случаях, когда на пути распространения пожара оказывается негоримый выдел, то распространение пожара в данном направлении прекращается, если преграда шире поперечника пожара. В противном случае пожар обходит преграду с одной или двух сторон. Чтобы оценить поперечник пожара в направлении преграды, следует вначале спрогнозировать распространение пожара по соседним направлениям.

Если на пути распространения пожара оказывается выдел, находящийся в “переходной” стадии, т.е. возможность горения которого является в данный момент неопределенной, то состояние “пожарной зрелости” выдела оценивается экспертным путем или рассчитываются два варианта распространения пожара: 1) считая данный выдел горимым и 2) считая данный выдел негоримым.

Если путь пожару преграждает барьер (дорога, ручей, река и т.п.), то он обычно останавливает тыловую и фланговые кромки, а фронтальная кромка, особенно длинная (более 100 м) или высокоинтенсивная, способна преодолевать такие барьеры (кроме рек шириной 50 м и более, причем в ширину реки входят негоримые участки ее поймы).

Прогнозирование **интенсивности кромки пожара** необходимо для оценки силы пожара и для определения возможных последствий.

Прогноз поведения низового пожара (форма записи) Лесничество: Юкеевское

Таблица П.2.6

1	Тактическая часть пожара (фронт, правый фланг, левый фланг, тыл)	<i>фр.</i>	<i>фр.</i>	<i>фр.</i>		<i>прав фл.</i>	<i>прав фл.</i>		<i>лев. фл.</i>	<i>лев. фл.</i>		<i>тыл</i>	<i>тыл</i>	
2	Квартал и номер выделов на карте	4/13	4/17	4/20		4/13	4/12		4/13	4/18		4/13	4/8	
3	Протяженность выдела, м	140	120	640		120	500		80	210		100	370	
4	Тип ОПГ	<i>Тв</i>	<i>Рх</i>	<i>Рх</i>		<i>Тв</i>	<i>Рх</i>		<i>Тв</i>	<i>Рх</i>		<i>Тв</i>	<i>Пл</i>	
5	Критический класс засухи (ККЗ)	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>II</i>		<i>I</i>	<i>II</i>		<i>I</i>	<i>III</i>		<i>I</i>	<i>III</i>	
6	$V_0$ (базовая скорость), м/мин	0,40	0,30	0,30		0,40	0,30		0,40	0,30		0,40	0,23	
7	Экспозиция склона / уклон, град	<i>С/1</i>	<i>С/5</i>	<i>ЮЗ/2</i>		<i>С/1</i>	<i>В/5</i>		<i>С/1</i>	<i>З/11</i>		<i>С/1</i>	<i>СЗ/7</i>	
8	<b>Кф</b>	1,0	1,0	1,0		1,0	1,1		1,0	1,2		1,0	1,1	
9	Полнота древостоя (или затененность покрова)	0	0,6	0,5		0	0,6		0	0,8		0	0,2	
10	<b>Кс</b> (для ветра у поверхности земли)	0,74	0,23	0,30		0,74	0,23		0,74	0,11		0,74	0,60	
11	<b>W п</b> , м/с (ветер над покровом)	5,1	1,8	1,2		%,1	1,3		5,1	1,0		5,1	3,0	
12	<b>К w</b>	10,0	2,4	1,7		1,8	1,1		1,8	1,1		1,8	1,4	
13	<b>V х</b> (скорость кромки пожара), м/мин	4,0	0,8	0,36		0,7	0,26		0,7	0,36		0,7	0,25	
14	<b>Q<sub>сл</sub></b> , МДж/м <sup>2</sup>	10,0	10,0	10,0		10,0	10,0		10,0	10,0		10,0	9,0	
15	<b>I<sub>кр</sub></b> , кДж/м (интенсивность кромки)	67	13	6		12	4		12	8		12	4	
16	Период распространения по выделу в минутах/ до(час. мин.)	<u>35</u> 14.55	<u>150</u> 17.25	<u>35</u> 18.00		<u>170</u> 17.10	<u>50</u> 18.00		<u>115</u> 16.15	<u>105</u> 18.00		<u>143</u> 16.43	<u>77</u> 18.00	
17	Расстояние, пройденное кромкой / в том числе нарастающим итогом, м	140 140	120 260	13 273		120 120	14 134		80 80	40 120		100 100	19 119	

Интенсивность кромки определяется по формуле:

$$I_{кр} = Q_{сл} \cdot V_x,$$

где  $Q_{сл}$  - поверхностная теплота сгорания слоя (значения  $Q_{сл}$  берутся из таблицы П.2..2 в соответствии с типом ОПГ в каждом выделе по заданному направлению и с величиной лесопожарного показателя засухи), МДж/м<sup>2</sup>.

*Силу* низовых пожаров на практике обычно оценивают по высоте пламени ( $h$ , м) на фронтальной кромке: слабые - до 0,5 м; средней силы - 0,5 - 1,5 м; сильные - более 1,5 м (Курбатский, 1962). Высота пламени на кромке связана с интенсивностью кромки ( $I_{кр}$ , кВт/м) и является внешним выражением интенсивности. М.Е.Александром (Alexander, 1980) была установлена зависимость между этими двумя величинами:

$$h = (I_{кр})^{0,46}.$$

Поэтому силу пожара в каждом выделе можно оценивать еще и по прогнозируемой интенсивности кромки (слабые - до 35, средней силы - 35 - 120 и сильные - более 120 кВт/м).

Для составления оптимального плана тушения пожара необходимо также оценивать в конце каждого временного этапа прогнозирования: 1)

*периметр пожара (  $\Pi$ , м или км )* и 2) *скорость увеличения периметра (кромки) пожара ( $\Delta \Pi$ , м/час).*

Прогнозируемый периметр пожара можно определить расчетным путем по следующей формуле (Софронов, Волокитина, 1990а):

$$\Pi = 3/2 (L_{ф-т} + L_{ф-ф}) \cdot K_{из},$$

где  $L_{ф-т}$  - поперечник пожарища в направлении *фронт – тыл*;

$L_{ф-ф}$  - поперечник пожарища в направлении *правый фланг – левый фланг*;

$K_{из}$  - коэффициент извилистости кромки (в среднем 1,5).

Периметр пожара можно оценить и непосредственно по карте. Через точки на карте, которые пожар должен достигнуть в расчетное время по каждому направлению, проводится прогнозируемый контур пожара и измеряется длина этого контура (с учетом масштаба) и умножается на коэффициент извилистости.

Скорость увеличения периметра пожара ( $\Delta \Pi$ ) не зависит от площади пожара и определяется скоростью распространения кромки пожара.  $\Delta \Pi$  можно оценивать по скорости фронтальной кромки ( $V_{фр}$ ):

$V_{фр}$ , м/час:	25	40	70	120	200
или м / мин:	0,4	0,7	1,2	2,0	3,3
$\Delta \Pi$ , м/час:	200	300	400	700	1000

**Прогноз развития низового пожара в верховой.** По канадским исследованиям, переход низового пожара в верховой происходит тогда, когда интенсивность низового пожара превысит критическую величину (Forestry Canada..., 1992). Эта величина прямолинейно зависит от средней высоты до кроны в насаждении, а также от влагосодержания хвои в кронах. Наименьшее влагосодержание хвои (до 85%) бывает в весенний период, в мае-июне. Интенсивность низового пожара определяется, прежде всего, его скоростью, поэтому на практике в Канаде пользуются критической скоростью низового пожара вместо его критической интенсивности. Главным фактором скорости низового пожара является ветер, непосредственно воздействующий на кромку. В лесу ветер обычно слабый. Сильный ветер под пологом леса бывает возле просек, разрывов, трасс, по краям вырубок и прогалин, в разреженных насаждениях, а также на возвышенностях в насаждениях с высоко поднятыми кронами.

**Источниками ошибок** при прогнозировании поведения пожара могут служить:

- 1) неравномерность в распределении осадков по территории, что приводит к неточности определения величины лесопожарного показателя засухи и класса засухи, особенно на удалении от метеостанции более 25 км;
- 2) недостаточная точность метеорологического прогноза;
- 3) неточности на карте РГМ, обусловленные ошибками лесоустроительной информации (неоднородностью таксационных выделов, особенно при Ш-У разрядах лесостроительства; ошибками в определении типов леса и т. д.);
- 4) трансформация ветра, воздействующего на фронтальную кромку пожара, вследствие прохождения ветра над нагретой поверхностью пожарища;
- 5) неточности в нанесении на карту РГМ кромки пожара.

Часть неточностей и ошибок может взаимно компенсироваться, но некоторые из них могут вызывать возрастающие со временем отклонения, поскольку контур пожара является интегральным итогом его распространения. Поэтому в процессе контролирования пожара рекомендуется регулярно корректировать и обновлять прогноз его поведения.

### *Литература*

Волокитина А.В. Совершенствование управления природными пожарами в России на основе карт растительных горючих материалов // Материалы Международной научной конференции "Лесная наука на рубеже XXI века" (Сб. науч. работ Ин-та леса НАН Беларуси). - Гомель, Белоруссия. – 1997. – С. 183-186.

Волокитина А.В., Ноженкова Л.Ф., Софронов М.А., Назимова Д.И. Прогноз чрезвычайных ситуаций при пожарах растительности вблизи населенных пунктов.// Избранные труды международной конференции, Томск, 2000: ТГУ. – С. 39-48.

Волокитина А.В., Софронов М.А., Назимова Д.И. Картографирование растительных горючих материалов на базе ГИС для контролирования пожаров вблизи населенных пунктов.// Докл. Всеросс. конф. «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве. М., 2002. – С. 253-257.

Конев Э.В. Теплофизика лесных пожаров. – Новосибирск: Институт теплофизики СО АН СССР. – 1984. – С. 99-125.

Курбатский Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. - М.: Гослесбумиздат, 1962. - 154 с.

Софронов М.А. Лесные пожары в горах Южной Сибири.- М.: Наука. - 1967.- 152 с.

Софронов М.А., Волокитина А.В. Пирологическое районирование в таёжной зоне. - Новосибирск: Наука. - 1990 - 204 с.

Софронов М.А., Волокитина А.В. Канадская система оценки пожарной опасности в лесах // Экспресс- информация "Лесное хозяйство за рубежом М.: Федеральная служба лесного хозяйства России. – ВНИИЦЛесресурс. - 1996 - Вып. 5.- С. 2-22.

Alexander M.E. Calculating and interpreting forest fire intensities // Canad. J. Bot. - 1980. - Vol. 60, N4. - P. 349-357.

Forestry Canada, Fire Danger Group. Development and structure of the Canadian Forest Fire Behaviour Prediction System. Science and Sustainable Development Directorate. Inf. Rep. ST-X. Ottawa, 1992. - 63 p.

Volokitina A.V., Sofronov M.A. Using large scale vegetation fuel maps for forest fire control. Second Asia-Oceanian Symposium on Fire Science and Technology. – Khabarovsk. – Russia. - September 13-17. – 1995. - P.83-89.