

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»
20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Совершенствование организации тушения лесных пожаров в
Самарской области

Студент(ка)

А.С. Алаторцев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Л.Н. Горина

руководитель

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

Л.Н. Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., доцент М.И. Фесина

(ученая степень, звание, И.О.Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2017 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2017

РЕФЕРАТ

Отчет 113 с., 3 ч., 15 рисунков, 10 таблиц, 71 источник.

РАСЧЕТ РЕСУРСОВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ, КЛАСС ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПО ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ, КЛАСС ГОРИМОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ, ПОЖАРНО-ХИМИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ (ПХС), ПРЯМОЙ (НЕПОСРЕДСТВЕННЫЙ) МЕТОД ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРА, КОСВЕННЫЙ (УПРЕЖДАЮЩИЙ) МЕТОД ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРА, МАЛЫЙ ЛЕСНОЙ ПАТРУЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС (МЛПК), РАНЦЕВЫЙ ЛЕСНОЙ ОГNETУШИТЕЛЬ (РЛО-М), ВРЕМЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА, ПЛОЩАДЬ ТУШЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА, РУКОВОДИТЕЛЬ ТУШЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА (РТЛП).

Объектом исследования является оперативно-тактическая деятельность подразделений пожарной охраны при тушении лесных пожаров.

Целью исследования является совершенствование организации тушения лесных пожаров силами ГПС МЧС России.

В процессе исследований определены функциональные зависимости между основными параметрами процесса локализации и характеристиками пожара для трёх групп способов тушения (прямых, косвенных параллельных и косвенных независимых). Введён показатель эффективной скорости локализации, учитывающей влияние распространяющейся кромки.

Предложены методы тактических расчётов, существенно повышающие качество и оперативность принимаемых решений.

Рассмотрены граничные условия, определяющие тактические возможности пожарных подразделений и особенности прогнозируемых факторов развития и последствий лесных пожаров.

Степень внедрения работы заключается в возможности использования полученных результатов на этапах предварительного планирования действий подразделений пожарной охраны по тушению лесных пожаров, подготовки замыслов и проведении пожарно-тактических учений и занятий по решению

пожарно-тактических задач, а также при оценке и экспертизе работы подразделений пожарной охраны на пожарах.

Результаты исследования используются в ходе практической деятельности подразделений ГПС МЧС России по Самарской области при тушении пожаров в лесах.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1. Классификация пожарной опасности в лесах.	9
1.1 Анализ горимости в лесах.	9
1.2 Нормативно-правовое обеспечение организации тушения пожаров в лесах.	19
1.3 Классификация лесных пожаров	26
1.4 Вывод по разделу.	36
2. Аналитическое обоснование организации тушения лесных пожаров.	38
2.1 Прогнозирование развития и последствий крупных лесных пожаров.	38
2.1.1 Перечень, исходных данных для прогнозирования последствий крупных лесных пожаров	38
2.1.2. Прогнозирование последствий крупных лесных пожаров	39
2.2 Расчет сил и средств пожаротушения.	45
2.2.1. Тушения почвенного пожара	50
2.2.2.Метод расчёта разумной достаточность сил и средств при локализации низового пожара	51
2.2.3. Метод определения разумной достаточности сил и средств при локализации низового пожара.	68
2.3 Организация тушения лесных пожаров.	70
2.3.1 Порядок организации тушения пожаров	70
2.3.2Разведка пожара и составление плана тушения	75
2.3.3 Руководитель тушения крупных лесных пожаров	78
2.4 Вывод по разделу.	82
3. Расчётное обоснование организации тушения лесных пожаров.	84
3.1 Описание типового лесного пожара Самарской области.	84
3.2. Расчётное обоснование организации тушения низового пожара.	87
3.2.1 Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия сил и средств пожарно-химической станции).	87

3.2.2 Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия дополнительных сил и средств лесхоза).	89
3.3 Прогнозирование развития и последствий лесного пожара.	94
3.4. Обоснование разумной достаточности ресурсов.	98
3.4.1 Прогнозирование последствий крупных лесных пожаров.	98
3.4.2 Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия дополнительных сил и средств лесхоза).	100
3.5 Выводы по разделу	104
Заключение.	106
Список использованных источников.	107

ВВЕДЕНИЕ

Леса выполняют важнейшие биоэкологические функции: предотвращают эрозию почвы, сохраняют и повышают плодородие земли, обогащают атмосферу кислородом и влияют на формирование климата. Леса России являются составной частью национального богатства и важным ресурсом для обеспечения экологической и экономической безопасности страны.

Ежегодно в лесах России регистрируется 13-40 *тыс.* лесных пожаров, среднегодовое число 24,62 *тыс.* Площадь, пройденная огнем от 0,5 до 2,5 *млн. га.* Наряду с этим, есть годы исключительной горимости, как, например, в 1921 году, площадь лесов, поврежденных пожарами, достигла около 2 *млн. га.*, то же и в 1932, 2003, 2009, 2010, 2012 гг.

Лесные пожары разрушают один из компонентов окружающей нас среды. В огне сгорают не только растущий лес, но и заготовленная древесина, техника, постройки, многие виды животных и промысловых птиц, уничтожается сырьевая база лесозаготовительной промышленности и т.д. В отдельных случаях сгорают поселки, гибнут люди[3].

Целью исследования является совершенствование организации тушения лесных пожаров силами ГПС МЧС России.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы следующие задачи:

- комплексный анализ и нормативно-правового обеспечения организации тушения пожаров в лесах;
- аналитическое обоснование прогнозирования развития, тушения и последствий лесных пожаров;
- обоснование разумной достаточности ресурсов пожаротушения;
- предложения по совершенствованию управления действиями пожарных подразделений при тушении лесных пожаров.

Объектом исследования является оперативно-тактическая деятельность подразделений пожарной охраны при тушении лесных пожаров.

Предметом исследования является управление подразделениями пожарной охраны при ведении действий по тушению пожаров в лесах.

Новизна магистерской диссертации, решаемая в выпускной квалификационной работе, заключается в обосновании разумной достаточности ресурсов при тушении пожаров в лесах.

Для решения указанных задач были использованы следующие основные методы исследования:

- метод абстрагирования, основанный на мысленном отвлечении от несущественных свойств исследуемого объекта и изучение в дальнейшем наиболее важных его сторон на модели;
- метод моделирования, использующий при исследовании объекта его модели, отражающие структуру, связи, отношения;
- метод системного анализа и синтеза, основанный на использовании при исследовании различных способов расчленения изучаемого объекта на элементы, отношения (анализ) и соединения в единое целое отдельных его элементов (синтез).

Результаты исследования используются в ходе практической деятельности подразделений ФПС Самарской области при тушении пожаров в лесах.

Научная и практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов на этапах предварительного планирования действий подразделений пожарной охраны по тушению лесных пожаров, подготовки замыслов и проведении пожарно-тактических учений и занятий по решению пожарно-тактических задач, а также при оценке и экспертизе работы подразделений пожарной охраны на пожарах.

Теоретическая и практическая значимость диссертации заключается в том, что на основе в процессе исследований определены функциональные зависимости между основными параметрами процесса локализации и характеристиками пожара для трёх групп способов тушения (прямых, косвенных параллельных и косвенных независимых). Введён показатель эффективной скорости локализации, учитывающей влияние

распространяющейся кромки. Полученные результаты являются теоретической основой оперативного планирования и оценки эффективности мероприятий по борьбе с лесными пожарами.

1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ

1.1 Анализ горимости лесов

Проблему лесных пожаров, существующую с давних времён, принято было считать актуальной лишь при экстенсивном ведении хозяйства. Ране предполагалось, что по мере освоения лесных территорий и развития лесного хозяйства, она должна автоматически исчезнуть. Однако из лесопожарной статистики виден прямо противоположный результат. Число пожаров и пройденная огнём площадь находятся в тесной связи с хозяйственным освоением лесных территорий, с ростом плотности населения, и густоты дорожной сети, а, следовательно, с возрастанием рекреационного значения лесов. Лесные пожары возникают в различных условиях, как в слабо освоенных отдалённых районах, так и на территориях интенсивного ведения лесного хозяйства.

К природным факторам относятся растительность, рельеф и погодные условия. К техническим - наличие или отсутствие средств пожаротушения и возможности их применения в тех или иных условиях.

Основной причиной массового возникновения лесного пожара является сильная засуха. Особенно неблагоприятными условиями для борьбы с лесными пожарами является сочетание продолжительной засухи с ветреной погодой, в это время пожары распространяются с большой скоростью и остановить их чрезвычайно трудно. Естественно, что в таких случаях пожары являются стихийным бедствием, и на борьбу с ними мобилизуются помимо лесопожарных служб, силы МЧС, военные подразделения, работники и технические средства предприятий и организаций региона. Ранняя и сухая весна, как правило, обуславливает возникновение пожаров. Примером такой ситуации может быть 2010 год, когда в Самарской области огнем было

охвачено большинство муниципальных районов и городов. Снег в том году повсеместно сошёл на две недели раньше обычного. Летние осадки были значительно ниже нормы.

Согласно, анализа пожаров по Самарской области с 2003 по 2014 годы, пики пожаров приходились на 2003, 2009 и 2010 годы (рисунок 1)[22]. В эти годы значительная площадь лесных земель была охвачена верховыми пожарами.

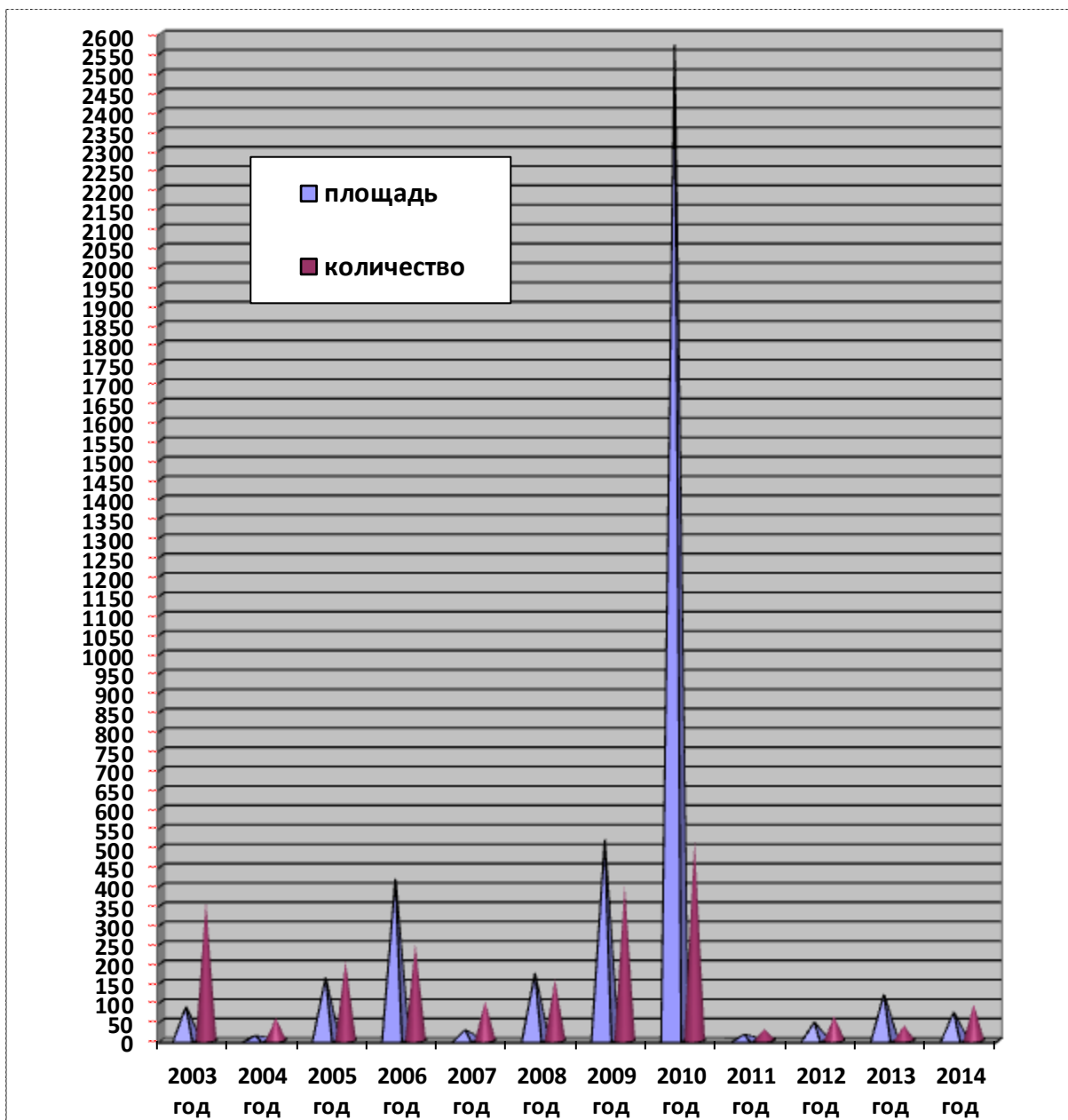


Рисунок 1 - Пики пожаров в Самарской области за 2003-2014 годы с учетом площади лесных пожаров и их количества

После преобразования лесхозов в районные лесничества наибольшее количество лесных пожаров отмечено в Красноярском, Ставропольском и Ново-Буянском лесничествах (рисунок 2) [22]. Данные представлены в таблице 1[22].

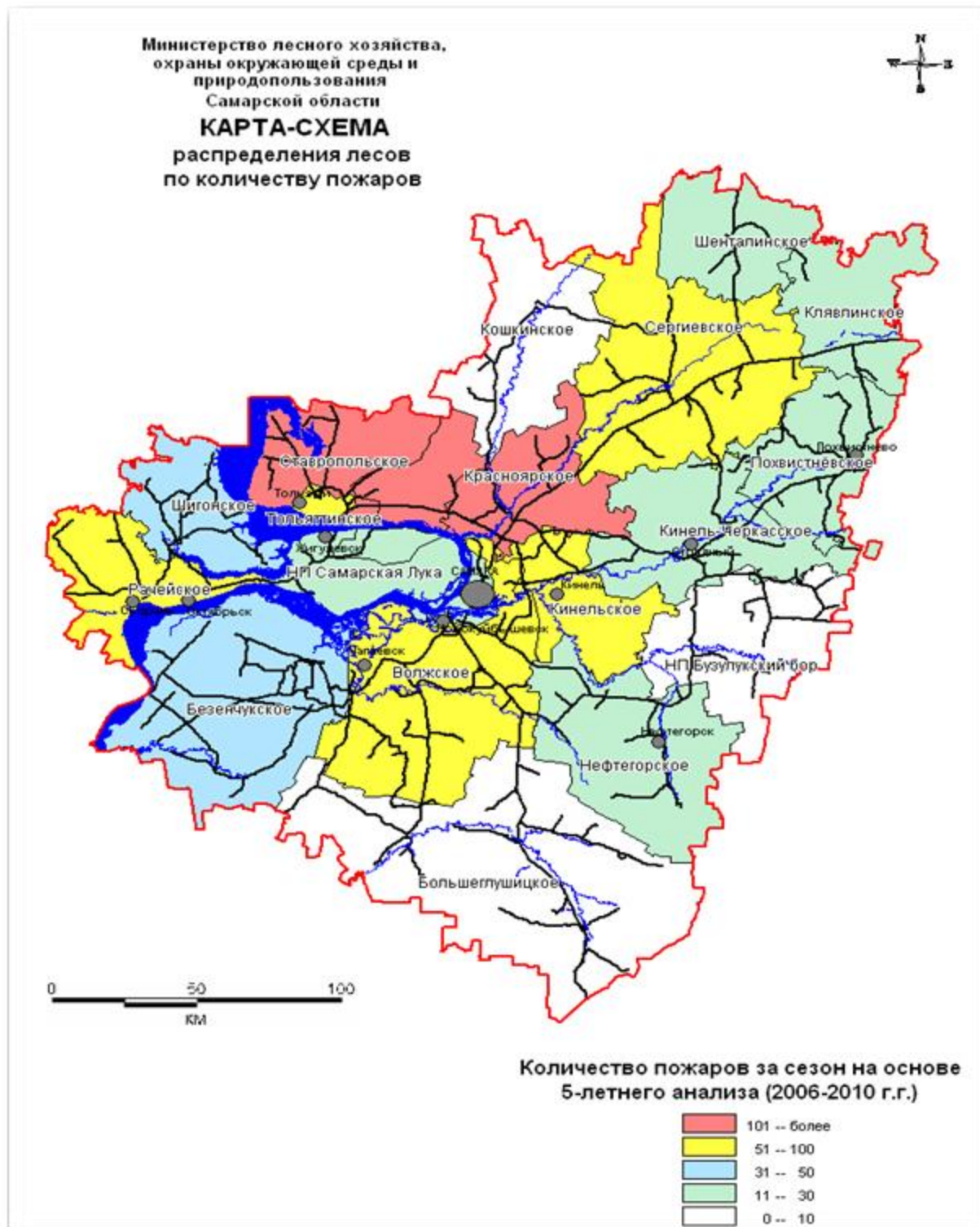


Рисунок 2 - Количество пожаров за сезон на основе пятилетнего анализа
(2006-2010 годы)

Горимость лесов Самарской области в границах новых районных лесничеств представлена на рисунке 3 и в таблице 1 [22].

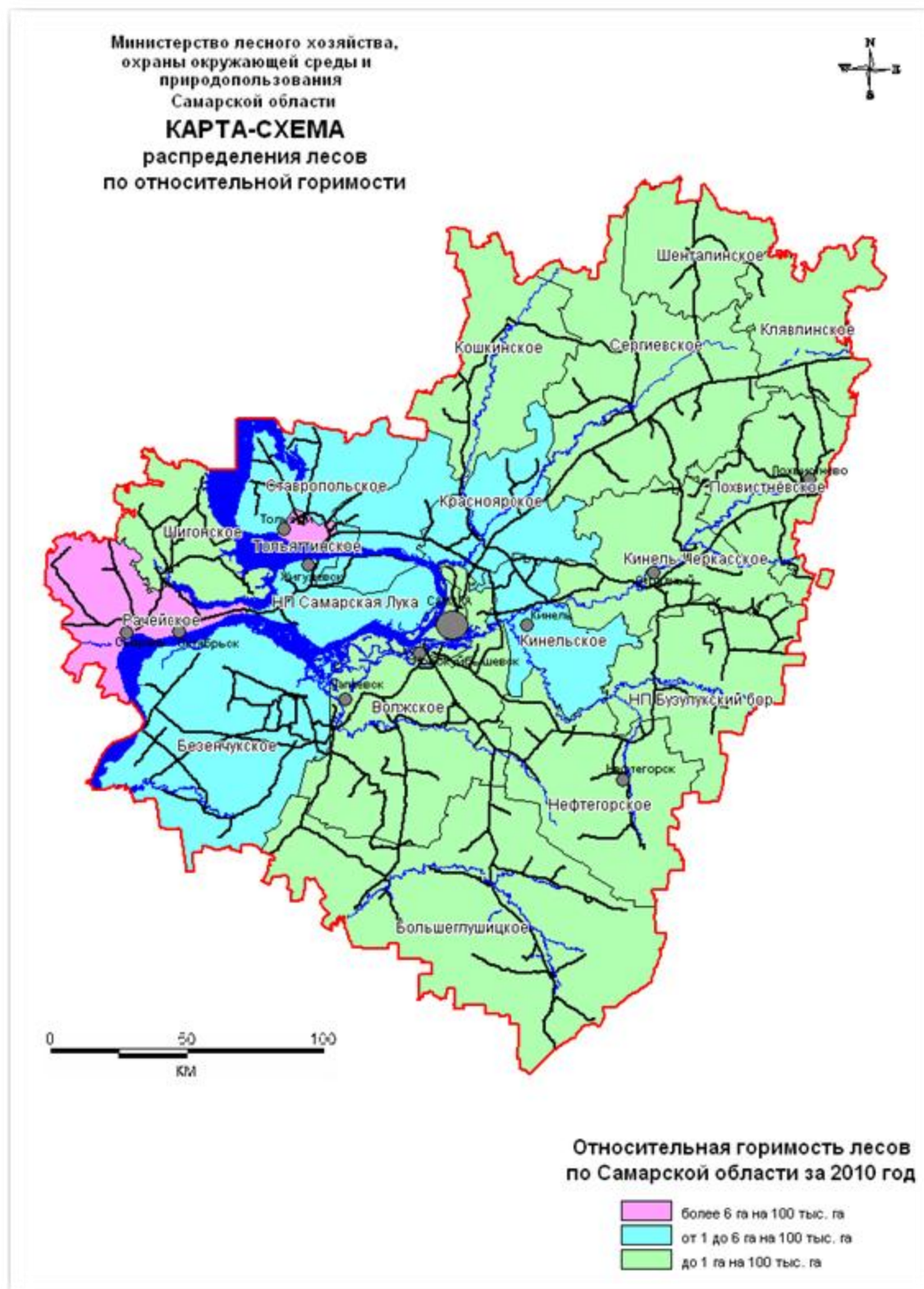


Рисунок 3 - Горимость лесов Самарской области за 2010 год

К лесничествам с относительной горимостью от 1 до 6 га на 100 тыс. га общей площади относятся Безенчукское, Кинельское, Красноярское, Ново-

Буянское, Ставропольское. Относительная горимость более 6 га на 100 тыс. га общей площади отмечена в Рачейском и Тольяттинском лесничествах [22].

Таблица 1- Сведения о лесных пожарах по лесничествам за 2006-2015 годы

№ п/п	Наименование лесничества	Количество пожаров, шт.	Площадь пожаров, га	Затраты на тушение пожаров, тыс. руб.	Площадь пройденная верховыми пожарами, га	Среднегодовая площадь пожаров, га	Общая площадь лесничества, тыс. га	Относительная горимость на 1 тыс. га лесных земель
1.	Безенчукское	32	264,97	309,2	22,4	52,994	27,7632	1,90
2.	Большеглушицкое	3	4,6	30,7		0,92	11,0902	0,08
3.	Волжское	63	74,78	547,3	1,4	14,956	34,1475	0,44
4.	Кинельское	92	322,95	1397,94	90,3	64,59	37,8378	1,71
5.	Кинель-Черкасское	13	11,42	105,2		2,284	24,3055	0,09
6.	Клявлинское	24	64,65	203,4	5,4	12,93	43,9506	0,29
7.	Кошкинское	8	4,8	47,4	0,3	0,96	24,5511	0,04
8.	Красноярское	416	393,17	2650,5	72,47	78,634	35,6371	2,21
9.	Нефтегорское	16	46,9	132,1	23,9	9,38	10,8199	0,87
10.	Ново-Буянское	279	440,51	3212,5	84	88,102	44,7769	1,97
11.	Похвистневское	14	27,14	208,2	2,7	5,428	56,7555	0,09
12.	Рачейское	100	1564,74	3307,1	496	312,948	44,2802	7,07
13.	Самарское	27	27,41	235,8		5,482	8,118	0,67
14.	Сергиевское	57	74,17	636,5	12,47	14,834	71,8411	0,21
15.	Ставропольское	151	244,06	936,5	35,5	48,812	14,8223	3,29
16.	Шенталинское	13	25,3	98,6		5,06	46,9262	0,11
17.	Шигонское	49	177,84	663,3	44,5	35,568	48,455	0,73
18.	Тольяттинское (городские леса)	99	2121,05	63629,1	1041,08	424,21	8,02	52,89
Итого по департаменту лесного хозяйства:		1421	3704,6	15720,44	895,42	740,92	594,0981	1,25

Следует отметить, что в 2010 году больше всего от лесных пожаров пострадали лесничества:

по количеству пожаров: Красноярское и Ново-Буянское;

по площади, пройденной лесными пожарами, в том числе и верховыми: Тольяттинское, Шигонское, Ставропольское, Рачейское, Ново-Буянское и Безенчукское;

по ущербу, причиненному лесными пожарами: Красноярское, Ново-Буянское, Рачейское, Тольяттинское[22].

Пожароопасный сезон в лесу (часть календарного года), в течение которого возможно возникновение лесных пожаров, начинается с момента схода снегового покрова и заканчивается при наступлении дождливой осенней погоды или образования снегового покрова[31]. Средняя продолжительность пожароопасного сезона по России 180 дней и может достигать в отдельных районах 220 дней. Но в связи с глобальным потеплением по сценарию изменения климата, основанному на модели общей циркуляции атмосферы GDFL, длительность пожароопасного сезона в среднем широтном поясе России увеличивается на 50-60 дней, т.е. на 30 - 40 %. В южном и северном широтных поясах она возрастет соответственно на 60 - 70 и 30 - 50 дней, т.е. на 30 - 35% и 30 - 50%. Учитывая, что на средний широтный пояс приходится 65 %, а на южный и северный широтные пояса соответственно 14 и 21 % всех лесных пожаров, указанное выше увеличение длительности сезонов приведет к росту общего числа пожаров на 30 - 41 %. По сценарию изменения климата, основанному на палеоаналоговой модели М. И. Будыко, длительность пожароопасного сезона в северном широтном поясе увеличиться на 21 - 25 дней, в среднем и южном поясах соответственно на 17 - 21 и 8 - 17 дней. Выраженное в относительных величинах оно составит 20 – 25 % для северных районов страны, 12 – 15 % для среднего широтного пояса и 4 – 8 % для юга России. Рост числа и площади лесных пожаров за счет увеличения длительности пожароопасного сезона в этом случае ограничится 12,6 - 16,1 % и 12,0 - 15,6 % соответственно. При повышении глобальной средней температуры не на один, а на два градуса приведенные оценки практически удваиваются[32].

Наиболее пожароопасным является весенний период от момента схода снегового покрова до появления обильной травяной растительности (апрель –

май). Это время характерно малой относительной влажностью воздуха, обилием солнечных дней. Высохший травяной покров, хвоя, листва и др. загораются от слабого источника огня. В этот период наблюдается наибольшее количество лесных пожаров (пожарный максимум).

В летний период влажность воздуха и напочвенного покрова повышается. Кроме того, листва на кустарниках и деревьях, обильная травяная растительность служат хорошим препятствием на пути распространения огня. Условия для возникновения лесных пожаров ухудшаются. В этот период наблюдается, как правило, наименьшее количество пожаров (пожарный минимум).

Количество пожаров увеличивается. В конце вегетационного периода условия вновь способствуют возникновению загораний, так как происходит отмирание и высыхание травянистой растительности, опадание листвы и т.д.

В каждом отдельном районе чередование пожарных минимумов и максимумов зависит от особенностей развития растений и местных климатических и лесорастительных условий и может быть несколько иным. Так же, в практике следует учитывать, что погодные условия в течение года имеют отклонения от средних климатических данных, причем эти отклонения бывают и довольно значительными.

Чаще всего пожары возникают в сухую жаркую погоду. На возникновение лесных пожаров оказывают влияние погодные условия. При высоких температурах воздуха усиливается испарение и вследствие этого влажность горючего материала снижается быстрее. Отсюда следует что, вероятность возникновения пожаров увеличивается. Аналогичное явление происходит при уменьшении влажности воздуха - испарение влаги из горючих материалов растет.

В большем числе различных типов леса, при продолжительном периоде жаркой сухой погоды, наступает пожарная опасность. Кроме того, участки пожарно-зрелой территории растут, сливаются друг с другом и захватывают все большую часть лесной площади. При особенно длительной засухе становятся

способными гореть даже болота. Практически на всей территории возможны пожары. Они могут охватить все насаждения и перейти в стихийное бедствие.

Все многообразие факторов, влияющих на горение в лесу, объединены в два показателя: пожарная опасность по условиям погоды; пожарная опасность по лесорастительным условиям.

Пожарная опасность по лесорастительным условиям учитывает разную скорость высыхания или увлажнения разных лесных горючих материалов. В настоящее время все типы леса и лесные участки по породному составу насаждений, влажности почвы, возрасту и состоянию насаждения разбиты на пять классов. В тот или иной класс природной пожарной опасности включены все типы леса разных пород одинаково опасных по степени возникновения и характеру распространения лесных пожаров.

Леса загрязнённые радионуклидами, согласно Особенности охраны лесов [33], по режиму охраны от пожаров приравниваются к лесам 1 класса пожарной опасности.

Классификация пожарной опасности в лесах [34] в зависимости от условий погоды определяет степень вероятности (возможности) возникновения и распространения лесных пожаров на соответствующей территории в зависимости от метеорологических условий, влияющих на пожарную опасность лесов.

Для целей классификации (оценки) применяется комплексный показатель, характеризующий метеорологические (погодные) условия.

В зависимости от величины комплексного показателя устанавливается класс пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды.

Комплексный показатель определяется ежедневно по состоянию на 12 - 14 часов.

В субъектах Российской Федерации действуют региональные классы пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды (региональные классы), которые определяют:

- границы классов пожарной опасности;

- методику расчета комплексного показателя;
- методику учета осадков.

Решение о применении региональных классов оформляется приказом Федерального агентства лесного хозяйства и может быть установлено отдельно для разных временных периодов.

Для регионов, в которых не установлены региональные классы, действуют федеральные классы пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, указаны в таблице 2 [34].

Таблица 2 - Классификация пожарной опасности

Класс пожарной опасности в лесах	Величина комплексного показателя	Степень пожарной опасности
I	1 – 300	Отсутствует
II	301 – 1000	Малая
III	1001 – 4000	Средняя
IV	4001 - 10000	Высокая
V	более 10000	Чрезвычайная опасность

Формула расчета класса природной пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды определяется как сумма произведения температуры воздуха (t°) на разность температур воздуха и точки росы (эта) за n дней без дождя (считая день выпадения более 3 мм осадков первым (1) днем бездождевого периода).

Следовательно для вычисления комплексного показателя пожарной опасности по условиям погоды необходимы следующие данные[34] (таблица 3): температура воздуха (в градусах) и точка росы (например на 13 ч.) по местному времени; количество выпавших осадков за предшествующие сутки, т.е. за период например с 13 часов предыдущего дня (количество осадков до 2,5 мм в расчет не принимается).

Комплексный показатель (КП) текущего дня определяется по формуле (1) [34] как сумма произведений температуры (t°) на разность между значением температуры и точкой росы (r) каждого дня за число дней (n) после последнего

дождя:

$$КП = \sum_n^1 t^0 \cdot (t^0 - r) \quad (1)$$

Таблица 3 - Исходные данные для вычисления комплексного показателя пожарной опасности по условиям погоды

Дата	Количество осадков	Температура воздуха, град	Разность между значением температуры и точкой росы, град
07.V.11	Осадки выпали до 12 ч в количестве не более 3 мм	16,9	1,6
08.V.11	Осадков не было	17,9	2,5
09.V.11	То же	26,8	21,2
10.V.11	То же	24,1	15,1

При этих данных комплексные показатели на каждый день будут равны:

$$07.V.11 - 16,9 \cdot 1,6 = 25,4;$$

$$08.V.11 - 25,4 + (17,9 \cdot 2,5) = 70,2;$$

$$09.V.11 - 70,2 + (26,8 \cdot 21,2) = 638,3;$$

$$10.V.11 - 638,3 + (24,1 \cdot 15,1) = 1002,2.$$

При расчетах комплексного показателя принимают, что для предотвращения возможности загораний в лесу нужно не менее 2,5 мм осадков, выпадение более 2,5 мм осадков снимает пожарную опасность в лесу. При выпадении осадков более 3 мм в один или несколько дней подряд исчисление комплексного показателя начинается с нуля.

По величине вычисленного комплексного показателя определяется класс пожарной опасности по условиям погоды, в зависимости от которого регламентируется работа лесопожарных служб [34] (таблица 2).

Информационную карту значений класса пожарной опасности на всей территории республики, края, области, а также страны ежедневно представляет службе охраны лесов Гидрометцентр.

После анализа погодных условий, были произведены распределения классов пожарной опасности Самарской области по опасным месяцам: ноябрь отнесен к I-му и II-му классу пожарной опасности, апрель, октябрь – к III-му классу, май и сентябрь – к IV-му классу, июнь, июль и август – к V-му классу.

1.2 Нормативно-правовое обеспечение организации тушения пожаров в лесах

Законодательство Российской Федерации в области охраны лесов от пожаров включает в себя комплекс законодательных и иных нормативно-правовых актов, направленных на сохранение лесов, благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности. Основопологающим законодательным актом Российской Федерации в области охраны лесов от пожаров выступает Конституция Российской Федерации, которая, устанавливает законодательство об охране лесов от пожаров как предмет совместного ведения Российской Федерации и её субъектов; определяет законодательство об охране лесов от пожаров как одну из отраслей Российского законодательства, и, наконец, характеристика конституционных основ охраны лесов от пожаров позволяет раскрыть содержание законодательства об охране лесов от пожаров в целом.

К охране лесов от пожаров в настоящее время относятся Федеральные законы [14 - 19]: Лесной кодекс Российской Федерации, Об охране окружающей среды, Земельный кодекс Российской Федерации, Водный кодекс Российской Федерации, О пожарной безопасности, порядка ста федеральных подзаконных нормативно-правовых актов, ряда законов субъектов РФ, предусмотренных Лесным кодексом.

С 2010 года [18]: охрана лесов от пожаров включает в себя выполнение мер пожарной безопасности в лесах и тушение пожаров в лесах, при этом тушение пожаров в лесах, расположенных на землях лесного фонда, землях

обороны и безопасности, землях особо охраняемых природных территорий (лесных пожаров), осуществляется в соответствии с Лесным Кодексом, Федеральными законами "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" (от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ) и "О пожарной безопасности" (от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ), а на иных землях в соответствии Федеральными законами "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" (от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ) и "О пожарной безопасности" (от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ).

Меры пожарной безопасности в лесах осуществляются в соответствии с лесным планом и включают в себя: предупреждение лесных пожаров; мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров; разработку и утверждение планов тушения лесных пожаров; иные меры пожарной безопасности в лесах. Правила пожарной безопасности в лесах и требования [20] к мерам пожарной безопасности в лесах в зависимости от целевого назначения земель и целевого назначения лесов устанавливаются Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации [14,20].

Планы тушения лесных пожаров (ПТЛП), разрабатывают органы государственной власти (ОГВ) в пределах своих полномочий (ст.81-83 [14]) и содержат: перечень и состав лесопожарных формирований, пожарной техники и оборудования; перечень сил и средств подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований (АСФ) и порядок их привлечения; мероприятия по координации работ, связанных с тушением лесных пожаров; меры по созданию резерва пожарной техники и оборудования и иные мероприятия. В том случае если ПТЛП предусматривает привлечение в установленном порядке силы и средства подразделений пожарной охраны и АСФ, он подлежит согласованию с соответствующими федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ).

Порядок разработки и утверждения ПТЛП и его форма, порядок разработки сводного ПТЛП на территории СРФ определены в ПП РФ от "Об утверждении Правил разработки и утверждения плана тушения лесных

пожаров и его формы"(17.05.2011 № 377 (ред. от 01.11.2012)). Уполномоченный ФОИВ на основании ПТЛП разрабатывает межрегиональный план маневрирования лесопожарных формирований, пожарной техники и оборудования.

Привлечение граждан, юридических лиц к осуществлению мероприятий по ликвидации чрезвычайной ситуации в лесах, возникшей вследствие лесных пожаров, осуществляется в соответствии с Федеральным законом "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"(Ст. 53.6. [14]).

Мероприятия по тушению лесного пожара, включают(Ст. 53.4. [14]): обследование лесного пожара с использованием наземных, авиационных или космических средств в целях уточнения вида и интенсивности лесного пожара, его границ, направления его движения, выявления возможных границ его распространения и локализации, источников противопожарного водоснабжения, подъездов к ним и к месту лесного пожара, а также других особенностей, определяющих тактику тушения лесного пожара; доставку людей и средств тушения лесных пожаров к месту тушения лесного пожара и обратно; локализацию лесного пожара; ликвидацию лесного пожара; наблюдение за локализованным лесным пожаром и его дотушивание; предотвращение возобновления лесного пожара.

Мероприятиями по ликвидации чрезвычайной ситуации в лесах, возникшей вследствие лесных пожаров, являются аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении такой чрезвычайной ситуации (Ст.53.6 [14]).

Мероприятия по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации в лесах, возникшей вследствие лесных пожаров, осуществляются органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий, в первую очередь на лесных участках, имеющих общую границу с населенными пунктами или земельными участками, на которых расположены объекты инфраструктуры (Ст.53.7 [14]).

Работы по тушению лесных пожаров и осуществлению отдельных мер пожарной безопасности в лесах (Ст.53.7 [14]), как правило, выполняются специализированными государственными бюджетными и автономными учреждениями, подведомственными федеральным органам исполнительной власти, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, в пределах их полномочий. В том случае, если выполнение этих работ не возложено в установленном порядке на государственные учреждения, то органы государственной власти размещают заказы на выполнение данных работ в соответствии с Федеральным законом “О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд”. Для участия в выполнении работ по тушению лесных пожаров и осуществлению отдельных мер пожарной безопасности в лесах органы государственной власти вправе привлекать добровольных пожарных не только на территории поселений и городских округов, но и вне границ населенных пунктов [20, Ст. 30 [17].

Порядок организации и выполнения авиационных работ по охране и защите лесов (тушение лесных пожаров; авиационное патрулирование; доставка лесопожарных формирований, пожарной техники и оборудования, противопожарного снаряжения и инвентаря к месту тушения лесного пожара и обратно; лесопатологический мониторинг и др.) устанавливается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти [Ст.58 [14], 22].

Правительство РФ устанавливает федеральный уровень реагирования и классификацию чрезвычайных ситуаций, в том числе чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, и полномочия исполнительных органов государственной власти по их ликвидации; определяет порядок введения чрезвычайной ситуации в лесах, возникшей вследствие лесных пожаров, и взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления в условиях такой чрезвычайной ситуации и порядок привлечения спасательных воинских формирований федерального органа

исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, к предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Ст. 10. [24]].

Финансовое обеспечение мер по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: федерального и межрегионального характера, а также чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, является расходным обязательством Российской Федерации; регионального и межмуниципального характера (за исключением чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров) является расходным обязательством субъектов Российской Федерации; в границах (на территории) муниципального образования (за исключением чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров) является расходным обязательством муниципального образования. Организации всех форм собственности участвуют в ликвидации чрезвычайных ситуаций за счет собственных средств в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (Ст. 24. [24]).

Органы государственной власти в соответствии с возложенными на них полномочиями устанавливают (Ст. 81. [14]): нормативы противопожарного обустройства лесов; определяют средства предупреждения и тушения лесных пожаров, нормативы обеспеченности данными средствами лиц, использующих леса, нормы наличия средств предупреждения и тушения лесных пожаров при использовании лесов; порядок осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров, состав и формы представления данных о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах; порядок разработки и утверждения плана тушения лесного пожара и его формы, порядок разработки сводного плана тушения лесных пожаров на территории субъекта Российской Федерации; правила тушения лесных пожаров; порядок ограничения пребывания граждан в лесах и въезда в них транспортных средств, проведения в лесах определенных видов работ в целях обеспечения пожарной безопасности или санитарной безопасности в лесах; классификации чрезвычайных ситуаций

в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, порядок введения чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, и взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления в условиях таких чрезвычайных ситуаций; классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды; порядка организации авиационных работ по охране и защите лесов и выполнения этих работ, а так же принимают решения о проведении мероприятий по ликвидации возникшей вследствие лесных пожаров чрезвычайной ситуации в лесах, расположенных на землях обороны и безопасности, землях особо охраняемых природных территорий.

Российская Федерация передает органам государственной власти субъектов Российской Федерации осуществление ряд полномочий в области лесных отношений (Ст. 83. [14]): разработку и утверждение лесных планов субъектов Российской Федерации, лесохозяйственных регламентов, а также проведение государственной экспертизы проектов освоения лесов; организацию использования лесов, их охрану (в том числе осуществления мер пожарной безопасности и тушения лесных пожаров), защиту, воспроизводство лесов (в том числе создание и эксплуатация лесных дорог, предназначенных для охраны, защиты и воспроизводства лесов) на указанных землях; осуществлять на землях лесного фонда федерального государственного лесного надзора (лесной охраны), федерального государственного пожарного надзора в лесах, за исключением ряда случаев.

23 октября 2010 года в Государственной Думе состоялось внеплановое парламентские слушания о развитии системы правового обеспечения охраны лесов от пожаров, цель которых – разработать конкретные предложения по изменению лесного законодательства и смежных нормативно-правовых актов[27].

Правительство РФ своим Постановлением от 3 августа 2010 г. № 595 “Об утверждении положения об осуществлении государственного пожарного надзора в лесах ”, по сути, вводит контроль, осуществляемый федеральными

органами исполнительной власти, за осуществлением органами государственной власти субъекта РФ (а также органами местного самоуправления) полномочий по охране лесов.

В рекомендациях по итогам слушаний сообщается, что проведя с участием депутатов Государственной Думы, членов Совета Федерации, представителей Федеральных органов исполнительной власти, исполнительных и законодательных (представительных) органов государственной власти субъектов Российской Федерации, представителей лесного бизнеса, специализированных, научных и общественных организаций публичное обсуждение вопросов развития системы правового обеспечения охраны лесов от пожаров, участники заседания парламентских слушаний отмечают, в частности, следующее:

1. Конституция Российской Федерации гарантирует право граждан на благоприятную окружающую среду и определяет, что природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории. Учитывая, что леса имеют важное климаторегулирующее, почво- и водозащитное значение, указанные положения Конституции невозможно осуществлять в том числе без эффективной охраны лесов от пожаров.

2. Концепция Лесного кодекса Российской Федерации построена на децентрализации системы управления лесами, передачи полномочий по их управления субъектам Российской Федерации. В этой связи Лесной кодекс в качестве ответственных за охрану лесов от пожаров и выполняющих главную роль в борьбе с лесными пожарами определяет Субъекты Российской Федерации.

3. При реализации концепции Лесного кодекса в отдельных регионах имеющийся потенциал борьбы с пожарами ослаблен, развитие его отстаёт от требований возможной обстановки. При высоком уровне пожарной опасности (продолжительной засухи при высокой температуре) эти регионы не способны эффективно противостоять лесным пожарам. Имеет место острая

необходимость дополнительных ресурсов пожаротушения, которые регионы не располагают. Не хватает квалифицированных специалистов, имеющих специальные технические знания и опыт работы в лесах, способных эффективно бороться с лесными пожарами.

В соответствии с Указами Президента Российской Федерации В.В. Путина от 27 августа 2010 года № 1074 и № 906 от 27 июля 2012 года функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области лесных отношений переданы Министерству природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Данному Министерству в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 сентября 2013 г. № 1724-р, утвердившим Основы государственной политики в области исполнения, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года, поручено совместно с заинтересованными федеральными органами власти организовать работу по их реализации[30].

1.3 Классификация лесных пожаров

При охране лесов и в статистике лесных пожаров используется следующая классификация лесных пожаров с разделением их на три вида (низовые, верховые и торфяные) и два подвида (устойчивые и беглые)[4 - 6].

Низовые пожары характеризуются распространением огня по напочвенному покрову. При этом горит лесной опад, состоящий из мелких ветвей, коры, хвои, листьев; лесная подстилка; живой напочвенный покров из трав, мхов и лишайников; подлесок, всходы и самосев древесных и кустарниковых растений, подрост и кора нижних частей древесных стволов, а также порубочные остатки, валежник, пни и другие горючие материалы, находящиеся на поверхности почвы.

По скорости распространения огня и характеру горения низовые пожары подразделяются на два подвида: беглые и устойчивые[5].

Беглый низовой пожар, как правило, развивается в весенний период, когда подсох лишь самый верхний слой мелких горючих материалов напочвенного покрова и прошлогодняя травянистая растительность. Скорость распространения огня довольно значительна – 300-600 м/ч – и находится в прямой зависимости от скорости ветра в приземном слое. Беглые низовые пожары бывают и в осенний период, когда в ночные часы наблюдаются заморозки, а днем – положительные температуры воздуха, что приводит к быстрому высыханию травянистой растительности. Осенние беглые низовые пожары характерны для южных районов Урала, Забайкалья и Дальнего Востока. По югу Дальнего Востока в отдельные малоснежные годы беглые низовые пожары отмечаются даже зимой. Количество сгораемой при беглых низовых лесных пожарах биомассы незначительно, при этом участки с повышенной влажностью покрова остаются не тронутыми огнем, и пройденная огнем площадь имеет пятнистую структуру. При низовых пожарах уничтожаются всходы, подрост, подлесок и обгорает поверхность коры нижней части деревьев. В отдельных случаях беглый низовой пожар может перейти в верховой, особенно в молодых хвойных насаждениях с низко опущенными кронами.

Устойчивые низовые пожары характеризуются полным сгоранием напочвенного покрова и лесной подстилки. Они развиваются обычно в середине леса, когда подстилка просыхает по всей толщине залегания. На участках, пройденных устойчивым низовым пожаром, сгорает полностью подрост, подлесок, лесная подстилка и валежник. Обгорают корни и стволы деревьев, в результате насаждения получают серьезные повреждения, а часть деревьев прекращает рост и гибнет. Типичным последствием таких пожаров является заражение расстроенных древостоев вторичными вредителями.

На торфяных почвах низовые пожары могут перейти в торфяные, а в молодняках и многоярусных насаждениях с наличием хвойного подроста – и в верховые.

Нередки случаи, когда огонь низового пожара дважды, а иногда и трижды проходит по одной и той же площади. Сначала при беглом низовом пожаре сгорает верхний слой подстилки, затем подсушивается и при устойчивом низовом пожаре горит нижний слой. Особенно опасны устойчивые низовые пожары в древостоях с поверхностной корневой системой, где возврат огня может привести к полной гибели ослабленного первым пожаром древостоя. Скорость распространения огня при устойчивом пожаре – от нескольких метров до 300 м/ч.

Устойчивые низовые пожары обычно являются как бы второй стадией развития беглых, так как низовой пожар начинается с загорания легковоспламеняющихся материалов напочвенного покрова, охватывает определенную площадь, а затем «заглубляется» в подстилку или подходит к участкам со значительным количеством горючих материалов и становится устойчивым. В то же время в каждом случае развития устойчивого низового пожара на отдельных участках можно наблюдать элементы беглого огня. Для низового пожара характерна вытянутая форма пожарища с неровной зигзагообразной кромкой по фронту продвижения огня. Дым светло-серого цвета.

Низовые лесные пожары – самые распространенные. Их количество в среднем составляет 97-98 %, а площадь – около 87-89 % всех зарегистрированных.

Возникновение и развитие верховых пожаров чаще всего происходит от низовых в древостоях с низко опущенными кронами, в разновозрастных хвойных, многоярусных и с обильным подростом насаждениях, а также в горных лесах.

Наиболее подвержены верховым пожарам хвойные молодняки на сухих почвах, заросли кедрового стланика и дуба кустарниковой формы в весенний период при наличии на дубках сухих прошлогодних листьев. В горных условиях объектом возникновения верховых пожаров являются все хвойные насаждения, расположенные в верхней части крутых склонов или на перевалах.

Быстро движущийся по склону низовой пожар подогревает и подсушивает кроны вышерасположенных деревьев, а при подходе низового огня к ним в большинстве случаев происходит вспышка крон и распространение верхового огня. Возникновению и распространению верховых пожаров в значительной степени способствуют засухи и сильные ветры.

Количество верховых пожаров и пройденная ими площадь сильно варьируют в зависимости от синоптической ситуации года. В среднем по количеству случаев верховые пожары составляют около 1,5-2 %, а пройденная ими площадь – около 10 - 12 % от площади всех лесных пожаров[5].

Различают две формы верховых пожаров – устойчивый, или повальный, и беглый. При устойчивом пожаре горение происходит по всем ярусам растительности одновременно. Сгорает подстилка, живой напочвенный покров, валежник, сухостой, подрост, подлесок, кроны деревьев и обгорают стволы. После такого пожара насаждение гибнет полностью, остаются только обгоревшие или обугленные стволы деревьев. Скорость продвижения устойчивого верхового пожара составляет в среднем 300 - 600 м/ч, достигая в отдельных случаях 4 - 5 км/ч.[5].

Беглый верховой пожар развивается только при сильном ветре. Огонь обычно распространяется по пологу древостоя, значительно опережая продвижение низового пожара, что обуславливает скачкообразный характер горения, так как тепло, выделяющееся при обгорании крон, оказывается недостаточным для подогрева и подготовки к воспламенению соседних крон. Подогрев полога происходит в основном за счет тепла низового пожара. Без такого подогрева горение в кронах прекращается. Когда низовой пожар пройдет участок, на котором сгорели кроны деревьев, начинается подогрев и подсушивание крон на соседнем по направлению ветра участке, а затем происходит вспышка крон, и огонь быстро распространяется по подсушенному участку.

При горении крон создается тепловая воздушная колонна (тепловой вихрь), с помощью которой искры, горящие веточки и хвоя поднимаются вверх

и разносятся ветром иногда на 200-300 м, создавая новые очаги низовых пожаров. Скорость распространения огня во время скачка по кронам деревьев достигает 20 - 25 км/ч. Известны случаи, когда скорость распространения фронта пожара достигала 30 - 40 км/ч. При пожаре в Хабаровском крае в 1976 г. зарегистрирован случай, когда за час выгорела площадь леса около 150 га [4].

В горных лесах пожары, как правило, возникают у подножия гор и распространяются вверх по склону. При этом чем круче склон, тем быстрее распространяется огонь. Подходя к водоразделу, он в большинстве случаев переходит в верховой. На гребне пожар переходит в низовой и распространяется вдоль водораздела и очень медленно вниз по противоположному склону. Однако скатывающиеся вниз по склону горящие шишки и головни создают новые очаги пожаров. В горах с наличием пояса насаждений из кедрового стланика практически при любом пожаре огонь переходит в верховой.

Верховые пожары, поглощая значительное количество биомассы, образуют длинные шлейфы дыма темного цвета. Во время скачка огня по кронам образуется дымовой столб более темного цвета, чем дымовой шлейф. Признаком верхового пожара при проведении космических наблюдений может служить огонь, наблюдающийся во время скачка по кронам, и дымовой импульс в головной части дымового шлейфа.

Особенным видом лесного пожара является торфяной пожар. Он характеризуется распространением огня в торфяном слое лесных почв.

При этом горит слой гумуса, торфа, обгорают или сгорают находящиеся в нем корни древесных пород. Торфяной пожар является практически единственным видом лесного пожара, способным в условиях таежной зоны развиваться в течение всего года. Причиной торфяных пожаров, как правило, является заглубление в торфяную почву огня от низового пожара.

Горение при торфяном пожаре беспламенное. Торфяной слой прогорает на всю глубину залегания до минерального слоя почвы или до глубины расположения влажного горизонта или грунтовых вод. Возникают торфяные

пожары, как правило, во второй половине лета и в сухие годы, могут действовать осень и зиму до наступления весенних паводков. При торфяном пожаре поверхностные слои торфа и торфяно-мохового покрова могут оставаться несгоревшими, а под ними располагаются горящие каверны (пещеры) глубиной 1,0 - 1,5 м. Это обстоятельство затрудняет установление кромки торфяного пожара и создает опасность при ликвидации очагов горения. В то же время горение торфяного пожара может выходить на поверхность и создавать новые очаги развития низовых, а затем и торфяных пожаров. Скорость распространения торфяных пожаров составляет от нескольких сантиметров до нескольких метров в сутки. Наибольшее количество этих пожаров регистрируется в засушливые годы. В среднем, по многолетним данным, их количество составляет 0,5 - 1 %, а пройденная огнем площадь – менее 1 % площади всех лесных пожаров. Форма пожарища приближается к кругу, дым светло-серого цвета, поднимается над пологом леса в виде серой размытой ветром дымки. Характерным признаком торфяного пожара является вывал деревьев, которые падают кронами на выгоревшую часть торфяника.[4-7].

При организации тушения и учете лесных пожаров они могут классифицироваться по интенсивности горения, площади, высоте пламени, времени, причинам возникновения и повторяемости.

По интенсивности горения лесные пожары классифицируются как слабые, средние и сильные. Данные приведены в таблице 4 [7].

Таблица 4 - Основные диагностические признаки для определения вида лесного пожара и его интенсивности

Вид и интенсивность пожара	Классы пожарной опасности погоды	Основные виды горючих материалов, особенности пожара и характер повреждения лесного фитоценоза
1	2	3
Низовой беглый		
слабая	I ... II	Возникают на участках с травяным (весной, осенью) и лишайниковым (весь сезон) покровом, а также в лиственных насаждениях (весной и осенью), где опад сформирован из опавшей листвы деревьев и кустарников. В основном сгорает усохшая трава, опад листва или кустистые лишайники. Высота нагара на стволах до 1 м, скорость распространения - до 1 м/мин, высота пламени - до 0,5 м. Интенсивность горения (мощность тепловыделения с 1 пог.м кромки пожара) – до 100 кВт/м
средняя	III	Высота нагара на стволах - 1...2 м, скорость распространения - 1..3 м/мин, высота пламени - 0,5...1,5 м. Интенсивность горения - 101...750 кВт/м
высокая	IV	Высота нагара на стволах - более 2 м, скорость распространения - свыше 3 м/мин, высота пламени - более 1,5 м. Интенсивность горения - более 750 кВт/м
Низовой устойчивый (подстилочный):		
слабая	II	Кроме неразложившегося опада (ветошь, листва и т.д.) дополнительно сгорает живой напочвенный покров, кустарнички, подрост и верхний слаборазложившийся слой подстилки (A_0)
средняя	III	Дополнительно сгорает среднеразложившийся слой подстилки (A^II_0), а вокруг комлевой части стволов и валежа она прогорает до минеральной части почвы
высокая	IV...V	Подстилка сгорает сплошь до минеральных горизонтов почвы. На маломощных скелетных почвах наблюдается вывал деревьев

Торфяной (подземный):		
слабая	III	Сфагнум сгорает на глубину до 7 см, между корневыми лапами торф прогорает до 30 см; остаются отдельные участки несгоревшего сфагнома и багульника
средняя	IV	Кроме сфагнома сгорает очес и торф на глубину до 25 см. У большинства стволов вокруг комлевой части торф сгорает до минеральных слоев почвы, некоторые корневые лапы перегорают. Отдельные деревья вываливаются. Древоостой сильно повреждается. Пожар имеет многоочаговый характер
высокая	IV...V	Торфяной слой сгорает сплошь до минеральной части почвы. Наблюдается массовый вывал деревьев. Древоостой погибает полностью
Верховой:		
слабая	III	Возникают в хвойных насаждениях со слабой сомкнутостью полога или в состав которых входят лиственница и лиственные породы с долей участия до 3...4 единиц. Пожаром повреждаются участки с групповым расположением хвойных пород. Огонь по кронам распространяется снизу вверх и в основном за счет поддержки низового пожара
средняя	IV	Верховой огонь по кронам древоостоя распространяется также и горизонтально, часто опережая кромку низового пожара. Большая часть (до 60 %) древоостоя повреждается верховым пожаром
высокая	IV...V	Полог древоостоя сгорает сплошь или остается несгоревшим только пятнами в отдельных местах

Примечание - Дополнительным признаком интенсивности пожара может служить также величина невыгоревших участков в % от общей площади пожара. Для пожаров всех видов она составляет: при слабой интенсивности – более 15 %, при средней – от 6 до 15 % и при высокой – менее 6 %.

В практике авиалесоохранных работ для определения с воздуха вида пожара служат следующие признаки [10]:

низовой - горение происходит под пологом древоостоя или на открытой местности, площадь пожара имеет вытянутую форму с извилистыми

границами, огонь под пологом древостоя виден обычно местами, цвет дыма беловатый;

верховой - площадь пожара имеет сильно вытянутую форму, видны горящие кроны деревьев, огонь хорошо заметен с высоты 600 м, цвет дыма темный;

торфяной или подземный - границы недавно возникшего пожара плохо заметны, дым поднимается со всей площади пожара, огонь не виден; на старом пожаре границы выгоревшей площади хорошо заметны, дым сосредоточен по периферии пожара, много повалившихся деревьев, огонь не виден.

Установив место и вид пожара, летчик-наблюдатель проводит осмотр пожара на высоте 600...800 м и наносит простым карандашом его границы на патрульную карту по ориентирам, опознанным на местности.

Если площадь пожара в масштабе карты составляет менее $0,5 \text{ см}^2$, его место на карте отмечают точкой.

Площади, пройденные пожарами, определяются палеткой. Площади пожаров, место которых на карте обозначено точкой, определяются глазомерно. Допускаемые погрешности в определении площадей не должны превышать 30%.

Для определения интенсивности низовых пожаров служат следующие признаки [10]:

при сильной интенсивности пожара пламя видно с высоты 200 м и по всему фронту пожара;

при средней интенсивности пожара пламя с высоты 200 м видно лишь на отдельных участках фронта пожара;

при малой интенсивности огонь с высоты 200 м незаметен.

При осмотре пожара летчик-наблюдатель определяет потребность технических средств и рабочих по нормативам, а также тактику и технику тушения пожара в данных условиях.

При этом следует учитывать вероятное распространение пожара до прибытия сил и средств.

Лесные пожары, распространившиеся на значительных площадях (таблица 5), для тушения которых сил и средств лесничеств и оперативных отделений баз авиационной охраны лесов недостаточно, считаются крупными [4, 13].

В районах авиационной охраны лесов от пожаров к таким пожарам относят пожары площадью 200 га, в районах наземной охраны лесов – площадью более 25 га. Крупные пожары в большинстве случаев развиваются в длительные засушливые периоды [4, 13].

Таблица 5 - Классификация лесных пожаров по величине площади, охваченной огнем

Классификация лесных пожаров	Площадь, охваченная огнем, га
Загорание	0,1 – 0,2
Малый пожар	0,2 – 2,0
Небольшой пожар	2,1 – 20
Средний пожар	21 – 200
Крупный пожар	201-2000 (в Европейской части России – более 25)
Катастрофический пожар	Более 2000

При классификации лесных пожаров по площади используются следующие цифровые данные (га): класс А – менее 0,1; класс Б – от 0,1 до 5; класс В – 5-150; класс Г – 50-150; класс Д – свыше 150.

При очень крупных пожарах класс Д в свою очередь, подразделяется на 4 подкласса (га): Д₁ – 150-250; Д₂ – 250-1000; Д₃ – 1000-10000; Д₄ – свыше 10000[4].

Для Новгородских лесов в [13], предложено классифицировать пожары с учетом средней многолетней площади пожара по крупности на семь классов: 1-й класс – менее 0,2 га; 2-й класс – 0,2 ... 1,0 га; 3-й класс – 1,1 ... 5,0 га; 4-й класс – 5,1 ... 10,0 га; 5-й класс – 10,1 ... 25,0 га; 6-й класс – 25,1 ... 100,0 га; 7-й класс – более 100,0 га.

Классификация лесных пожаров по площади может быть использована в период тушения пожара как стадия развития последнего, а после ликвидации – для статистики затронутых пожаром площадей.

Классификация лесных пожаров по высоте пламени на фронтальной

кромке низовые пожары подразделяют на слабые, средней силы и сильные [7]: слабые – высота пламени до 0,5 м, средние - 0,5 – 1,5 м, сильные - более 1,5 м.

Приведённые выше классификации можно считать довольно условными, так как при одном виде лесного пожара на территории одного таксационного выдела происходит быстрое изменение параметров пожара.

1.4. Вывод по разделу

Проведённый анализ научно-технической литературы по проблеме борьбы с лесными пожарами показал, что рассчитывать на снижение их числа и величины наносимого ими ущерба не приходится. Неравномерный характер распределения лесных пожаров по территории и по времени пожароопасного сезона требует помимо лесной охраны привлечения дополнительных ресурсов других отраслей народного хозяйства.

Также рассмотрен комплексный подход по классификации лесных пожаров, позволяющий систематизировать и рационализировать методы определения оптимального количества сил и средств при тушении лесного пожара.

При планировании и управлении ресурсами пожаротушения возникают трудности, обусловленные сложностью структуры, рассредоточенностью их по территории, фактором неопределённости поведения пожара, недостатком информации о текущих изменениях обстановки на пожаре. Это влечёт за собой ограниченность эффективного тактического планирования и дальнейшей реализации тактических решений. Тушение лесных пожаров требует решения задач, таких как: необходимость принятия решений на различных уровнях управления, корректировка планируемых действий в связи с изменением обстановки, взаимодействие различных подразделений при реализации тактических решений и др. Специфика планирования тушения лесных пожаров такова, что требует принимать решения в оперативной обстановке непосредственно на пожаре руководителями различных уровней с проведением

всех необходимых расчётов. Методы расчётов должны обеспечивать удовлетворительную точность результатов и отражать реальные процессы тушения, которые бы учитывали многообразие способов и средств борьбы с пожарами.

2 АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Вопросы организации и тактики борьбы с лесными пожарами, возникающие почти ежегодно напряжённые пожароопасные ситуации в том или ином регионе страны привлекают внимание многих отраслей к этой проблеме. По мнению специалистов, существенный резерв повышения уровня охраны и снижения горимости наших лесов заключается в последовательном решении организационных и тактических вопросов тушения лесных пожаров. При борьбе с лесными пожарами эти вопросы неразрывно связаны друг с другом, отражая различные стороны одного и того же процесса. При тушении лесных пожаров принимаемые тактические решения в значительной степени определяют систему осуществляемых организационных мероприятий: доставку сил и средств, обеспечение продовольствием и горюче-смазочными материалами, местоположение лагерей, формирование лесопожарных подразделений, исходя из тактических задач. С другой стороны, выбор тактики тушения исходит не только из лесорастительных условий и параметров пожара, но и из возможностей решения ряда организационных вопросов (наличия ресурсов, их мобилизации, доставки и др.) [41].

2.1 Прогнозирование развития и последствий крупных лесных пожаров

2.1.1. Перечень, исходных данных для прогнозирования последствий крупных лесных пожаров

Исходными данными для прогнозирования последствий лесных пожаров (ЛП) [42] являются: вид пожара (верховой устойчивый, верховой беглый, низовой); класс горимости лесных насаждений (таблица 6) [42]; класс

пожарной опасности погоды; скорость ветра; начальная площадь S_0 или начальный периметр l_0 очага пожара.

Для прогнозирования степени повреждения древостоя также должны быть заданы: средний диаметр древостоя; средняя высота нагара.

Таблица 6 - Класс горимости лесных насаждений

Класс горимости насаждений	Тип леса
I	Чистые и с примесью лиственных пород хвойные насаждения (кроме лиственничных)
II	Чистые с примесью хвойных пород лиственные насаждения, а также лиственничные, насаждения

2.1.2. Прогнозирование последствий крупных лесных пожаров

Определяются линейные скорости распространения низовых лесных пожаров для I класса горимости лесных насаждений [42]:

- Линейная скорость распространения флангов ЛП $V_{фл}$ определяется по графику, представленному на рисунке 4а.

- Линейная скорость распространения тыла ЛП V_m определяется по графику, представленному на рисунке 4б.

- Линейная скорость распространения фронта ЛП V_f , определяется по графику, представленному на рисунке 4в.

Определяются линейные скорости распространения низовых ЛП для II класса горимости лесных насаждений:

- Линейная скорость распространения флангов ЛП $V_{фл}$ определяется по графику, представленному на рисунке 5а.

- Линейная скорость распространения тыла ЛП V_m определяется по графику, представленному на рисунке 5б.

- Линейная скорость распространения фронта ЛП V_f определяется по графику, представленному на рисунке 5в.

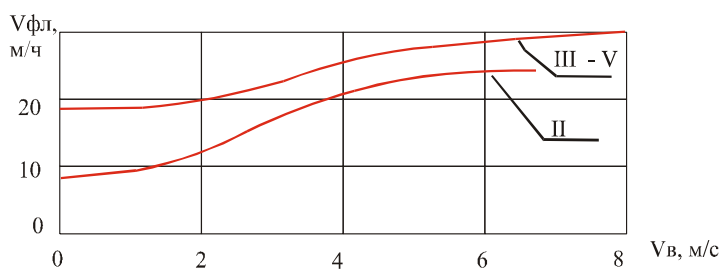
Определяются линейные скорости распространения верховых ЛП:

- Линейная скорость распространения флангов ЛП $V_{фл}$ определяется по графику, представленному на рисунке 4а.

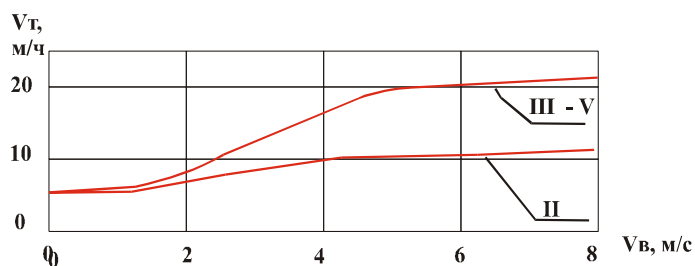
- Линейная скорость распространения тыла ЛП V_t определяется по графику, представленному на рисунке 4б.

- Линейная скорость распространения фронта устойчивого ЛП $V_{фс}$ составляет 120 м/ч (верховой устойчивый пожар возникает при ветре менее 5 м/с, а верховой беглый - при скорости ветра более 5 м/с).

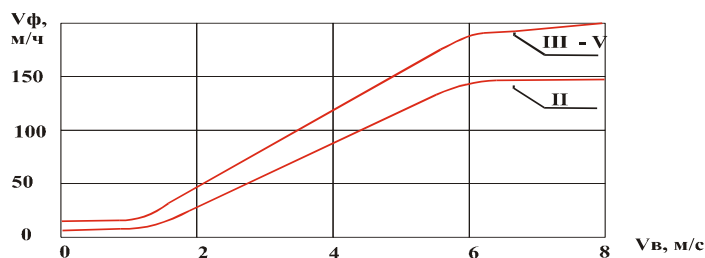
- Линейная скорость распространения фронта беглого ЛП $V_{фс}$ составляет 4500 м/ч.



а) $V_{фл}$ - скорость распространения фланга пожара

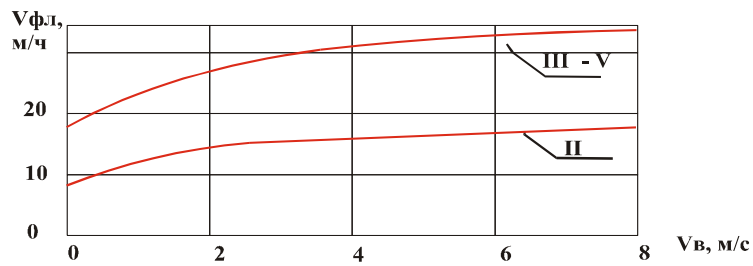


б) V_t - скорость распространения тыла пожара

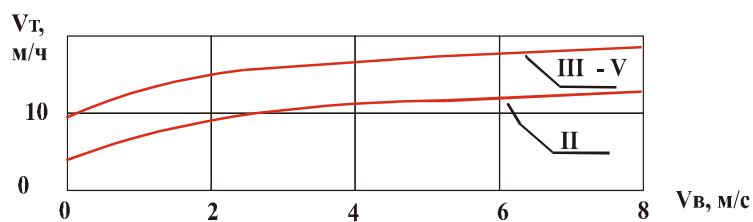


в) $V_{ф}$ – скорость распространения фронта пожара

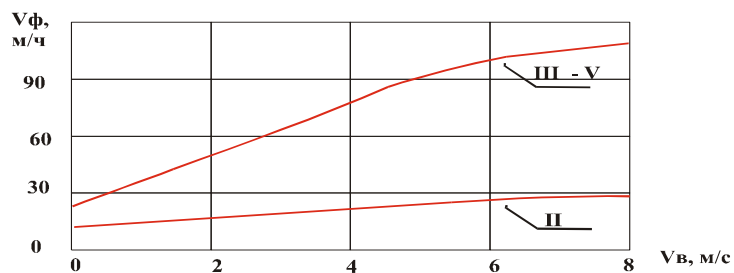
Рисунок 4 - Зависимость линейной скорости распространения низового пожара от скорости ветра (V_B) для насаждений 1-го класса горимости (римскими цифрами обозначены классы пожарной опасности погоды)



а) $V_{фл}$ - скорость распространения фланга пожара



б) V_t - скорость распространения тыла пожара.



в) $V_{ф}$ – скорость распространения фронта пожара

Рисунок 5 - Зависимость линейной скорости распространения низового пожара от скорости ветра (V_B) для насаждений II -го класса горимости (римскими цифрами обозначены классы пожарной опасности погоды)

- Определяется приращение периметра ΔL за время распространения пожара t по формуле (2):

$$\Delta L = 3,3 V_{ф} t \quad (2)$$

или по графику, представленному на рисунке 6 [42], где ΔL - м, $[V_{ф}] \sim$ м/ч, $[t]$ ч.

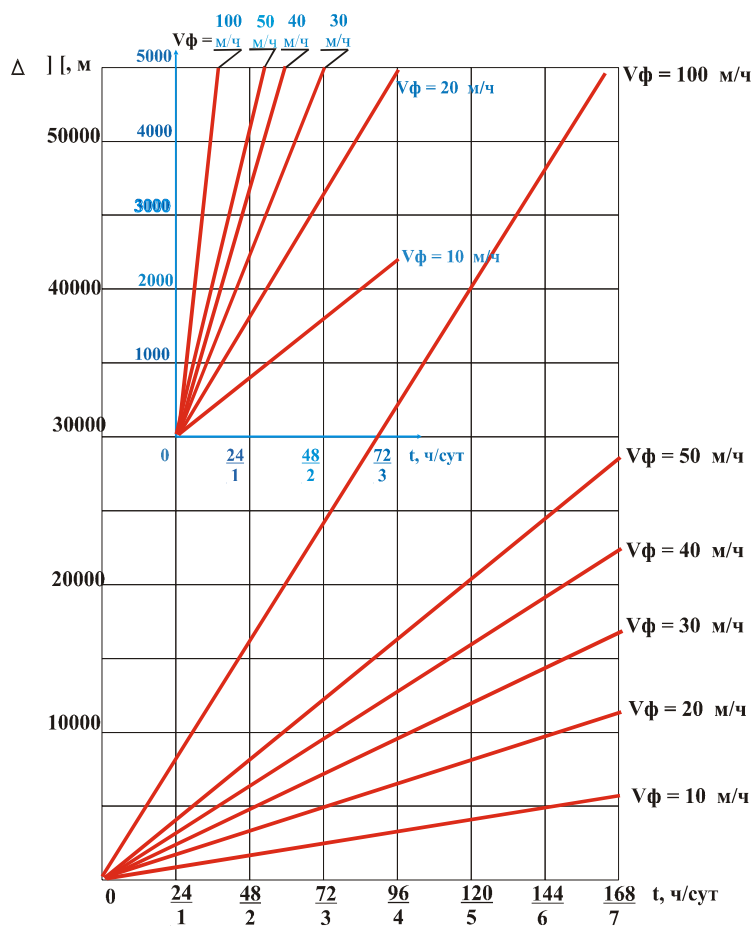


Рисунок 6 - Определение приращения периметра Δ [м] за время распространения пожара t

Определяется периметр l [м] пожара:

Если известен начальный периметр l_0 , то по формуле (3):

$$l = l_0 + \Delta l \quad (3)$$

Если известна начальная площадь S_0 , то по формуле (4)

$$l = 500\sqrt{S_0 + \Delta S} \quad (4)$$

где: $[S_0]$ - га, $[l]$ - м.

Определяется площадь пожара S по формуле (5):

$$S = 4 \cdot 10^{-6} l^2 \quad (5)$$

где: $[S_0]$ - га, $[l]$ - м

или по графику, представленному на рисунке 7 [42].

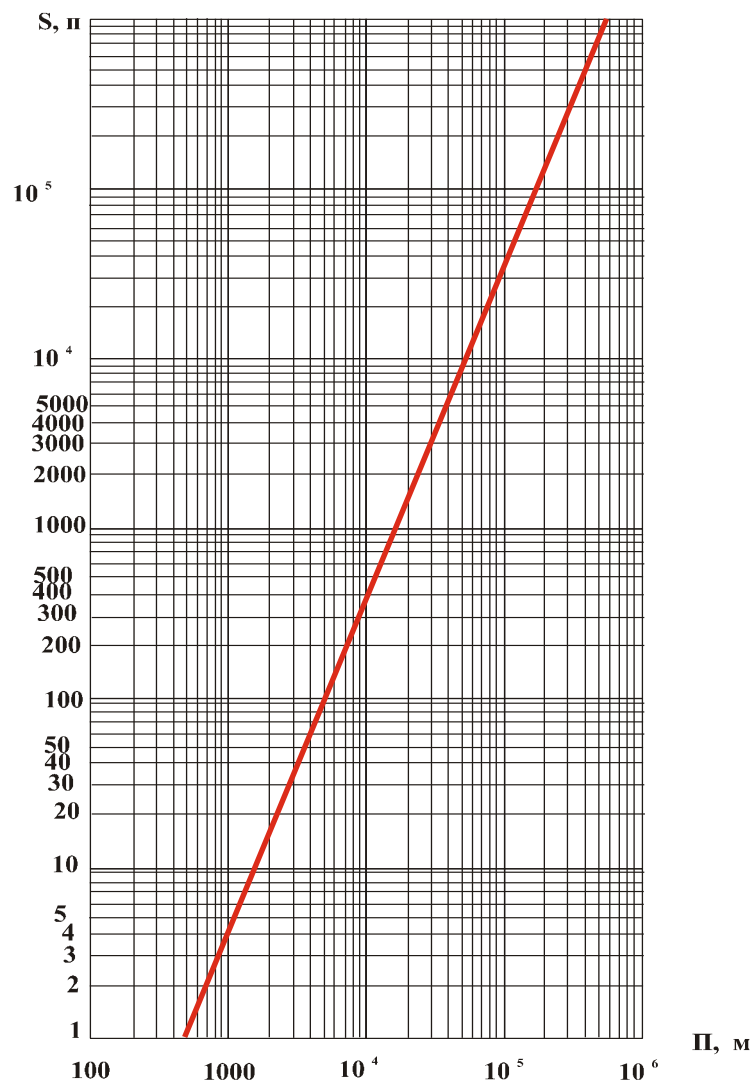


Рисунок 7 - Определение площади пожара ($S_{п}$)

Для верховых пожаров по таблице 7 определяется количество непригодной к реализации древесины (для верховых пожаров характерна IV-V степень повреждения древостоя) [42].

Таблица 7 - Количество непригодной к реализации древесины после верховых пожаров

Вид пожара	Вид древесных пород		
	сосна	кедр	ель, пихта
Верховой	50	30	70
Верховой беглый	30	20	60

По таблице 8 определяется степень повреждения древостоя после низовых пожаров [42].

Таблица 8 - Степень повреждения древостоя после низовых пожаров

Средняя высота нагара, м	Средний диаметр древостоя								
	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	Степень повреждения древостоя								
	сосняки								
0.1 - 0.5	I	I	I	I	I	I	I	I	I
0.6 - 1.0	II	I	I	I	I	I	I	I	I
1.0 - 1.5	III	II	I	I	I	I	I	I	I
1.5 - 2.0	III	III	II	I	I	I	I	I	I
2.1 - 3.0	III	III	III	II	II	I	I	I	I
3.1 - 4.0	III	III	III	III	III	II	II	II	I
4.1 - 5.0	III	III	III	III	III	III	III	III	II
5.1 и более	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	березники								
0.1 - 0.5	II	I	I	I	I	I	I	I	
0.6 - 1.0	III	II	II	I	I	I	I	I	
1.0 - 1.5	III	III	II	II	II	II	I	I	
1.6 - 2.0	III	III	II	II	II	II	II	II	
2.1 - 3.0	III	III	III	III	III	II	II	II	
3.1 - 4.0	III	III	III	III	III	III	III	II	
4.1 и более	III	III	III	III	III	III	III	III	
	лиственничники								
0.1 - 0.5	I	I	I	I	I	I	I	I	I
0.6 - 1.0	III	II	II	II	I	I	I	I	I
1.0 - 1.5	III	I	I	I	I	I	I	I	I
1.6 - 2.0	II	II	I	I	I	I	I	I	I
2.1 - 3.0	III	II	II	I	I	I	I	I	I
3.1 - 4.0	III	III	III	III	II	II	II	II	II
4.1 - 5.0	III	III	III	III	II	II	II	II	II
5.1 - 6.0	III	III	III	III	III	III	III	II	II
6.0 - 7.0	III	III	III	III	III	III	III	III	II
	ельники								
0.1 - 0.5	I	I	I	I	I	I	I	I	
0.6 - 1.0	III	II	II	II	I	I	I	I	
1.0 - 1.5	III	III	III	II	II	II	II	II	
1.6 - 2.0	III	III	III	III	III	III	III	III	
2.1 и более	III	III	III	III	III	III	III	III	

Характеристики степеней повреждения приведены в таблице 9 [42].

Таблица - 9 Характеристики повреждения древостоя

Степени повреждений	Характеристика состояния древостоя	Отпад, %	
		по числу деревьев	по запасу
I	Древостой слабо повреждается пожаром, почти не изреживается, характеризуется частичным отмиранием подчиненных ярусов древостоя или даже сохранением их после слабых низовых пожаров	0-30	0 - 25
II	Древостой после пожара заметно изреживается; характеризуется сохранением жизнедеятельности значительного количества деревьев верхнего полога и отмиранием подчиненной части древостоя после низовых пожаров средней силы	31- 70	26- 60
III	Древостой после сильного повреждения пожаром усыхает полностью или почти полностью; характеризуется сохранением жизнедеятельности только незначительного числа деревьев верхнего полога после верховых или сильных низовых пожаров	71 - 100	61 - 100
IV	Древостой гибнет полностью в процессе пожара; представляет собой горельники с древостоями, полностью утратившими жизнедеятельность вследствие обгорания крон во время верховых пожаров	100	100
V	Древостой в результате пожара вываливается; представляет собой валежные горельники	71 - 100	01 - 100

2.2. Расчёт сил и средств пожаротушения

Рассмотрим методику расчёта ресурсов пожаротушения.

В данной методике рассматривается сокращенный метод расчета сил и средств для тушения низовых пожаров, что значительно увеличивает скорость принятия оперативного решения руководителю тушением пожара и сосредоточению достаточного количества личного состава и техники на пожаре для его ликвидации.

Технология тушения низового пожара

Применяемо к данному методу, будет использован прямой метод тушения пожара, рабочие - тушители, по мере продвижения вдоль кромки, оставляют позади себя караульных, которые дотушивают очаги по периферии пожара и ликвидируют загорание за опорной полосой. Участок кромки закрепляемый за одним рабочим (1 окар) зависят от обстановки на пожаре, принимаются от 20 до 300 м [7].

Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия сил и средств пожарно-химической станции)

1. Определяем скорость распространения кромки низового пожара по формуле (6):

$$V_{кр} = \left(\frac{0,5\sqrt{S_n^2} - 0,5\sqrt{S_n^1}}{\Delta\tau} - 0,07 \right) \cdot 0,25, (м / мин). \quad (6)$$

где: $\Delta\tau$ – время развития пожара от момента обнаружения до начала тушения, час ($\Delta\tau = 3$ часа); S_n^2 - площадь пожара на момент начала тушения пожара, га; S_n^1 - площадь пожара на момент обнаружения пожара, га.

2. Определяем время развития пожара [40]:

- до начала тушения по формуле (7):

$$\tau_{св.раз.} = \frac{0,5\sqrt{S_n^2}}{4 \cdot V_{кр} + 0,07}, (час); \quad (7)$$

- до обнаружения по формуле (8):

$$\tau_{обн} = \tau_{св.раз.} - \Delta\tau, (час). \quad (8)$$

Из результата данной формулы будет известно время возникновения данного пожара.

3. Определяем длину периметра [40]:

- на начало тушения по формуле (9):

$$P^2 = (V_{кр} + 0,07) \tau_{св.раз.}; \quad (9)$$

- на момент обнаружения по формуле (10):

$$P^1 = (V_{кр} + 0,07) \tau_{обн.}; \quad (10)$$

где: P^1 и P^2 - длины периметра тушения пожара на момент обнаружения и начало тушения, км.

4. Определяем скорость роста периметра пожара по формуле (11)

$$V_{пер} = \frac{P^2 - P^1}{\Delta \tau}, (м / мин) \quad (11)$$

5. Определяем скорость локализации пожара [42]:

- одним рабочим по формуле (12):

$$V_{лок} = \sqrt{V_{туш}^{Р.ЛО-М} - V_{кр}^2}, (м / мин); \quad (12)$$

где: $V_{туш}^{Р.ЛО-М}$ определяется согласно "Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров" [42] .

- группой рабочих по формуле (13):

$$V_{лок}^{группа} = N_{раб} \times V_{лок} \times K, (м / мин). \quad (13)$$

где: $N_{раб}$ - количество рабочих в группе, чел; K - коэффициент использования рабочего времени $K = 0,75$.

6. Определяем минимальное количество рабочих в группе, когда выполняются условия локализации $(V_{лок}^{группа} > V_{перим})$ по формуле (14)

$$N_{раб}^{min} = \frac{V_{пер}}{V_{лок} \times K}, чел. \quad (14)$$

По итогам данного расчета, определяем требуемое количество на окарауливание кромки пожара.

7. Определяем количество рабочих для окарауливания пожара по всей длине периметра по формуле (15):

$$N_{\text{окар}} = \frac{P^2}{\ell_{\text{окар}}}, \text{ чел.} \quad (15)$$

В случае не выполнения условий $N_{\text{раб}}^{\text{мин}} > N_{\text{окар}}$, пожар считается не локализованным, из-за недостаточности сил и средств.

Следовательно, определяем время сбора и следования сил и средств пожаротушения по сообщению о пожаре ($\tau_{\text{след}}$) и время сосредоточения сил и средств на пожаре ($\tau_{\text{сос}}$).

Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия дополнительных сил и средств лесхоза)

8. Определяем[40]:

- длину периметра пожара по формуле (16):

$$P = 4 \times V_{\text{кр}} + 0,07 \tau, \text{ км}; \quad (16)$$

- скорость роста периметра пожара по формуле (17):

$$V_{\text{пер}} = \frac{S_n - S_n}{\Delta \tau}, \text{ км / час } \left(\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right). \quad (17)$$

- площадь пожара по формуле (18):

$$S_n = 4 \times \left(4 \times V_{\text{кр}} + 0,07 \tau \right)^2 \times \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)^2 \text{ га}; \quad (18)$$

10. Определяем:

- среднее значение роста длины периметра на участках за время локализации пожара по формуле (19):

$$V_{\text{УГ}} = \frac{0,5 \times V_{\text{пер}} \times P_{\text{пер УГ}}}{P_{\text{пер}}}, \text{ м / мин}; \quad (19)$$

- скорость роста длины периметра на участках тушения по формуле (20):

$$V_{\text{УГ}} = \frac{V_{\text{пер}} \times P_{\text{пер}}}{P_{\text{пер}}}, \text{ м / мин}; \quad (20)$$

11. Определяем время локализации пожара:

- на участках тушения с учётом скорости роста периметра по формуле (21):

$$\tau_{лок\ ут} = \frac{P_{пер\ ут}}{V_{лок} - V_{ут}}, \text{ мин., (ч.).} \quad (21)$$

- на участке тушения с учётом среднего значения скорости роста периметра во время локализации рабочими по формуле (22):

$$\tau_{лок\ ут} = \frac{P_{пер\ ут} \times (N_{ср} - 1)}{N_{ср} (V_{пер} - V_{ут})} + \frac{P_{пер\ ут}}{(N_{ср} \times N_{лок} \times V_{лок}) - V_{ут}}, \text{ мин., (ч.);} \quad (22)$$

где: $N_{ср}$ – средняя численность рабочих на кромке пожара; N_{max} – численность рабочих начинающих локализацию пожара; N_{min} – численность рабочих заканчивающих локализацию пожара;

$$N_{ср} = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}, \text{ чел.;} \quad (23)$$

12. Определяем длину периметра локализованного пожара, на участках тушения пожара по формуле (24):

$$P_{лок}^{ут} = P_{пер\ ут} + V_{ут} \times \tau_{лок\ ут}, \text{ м.} \quad (24)$$

- общую длину периметра на момент локализации пожара по формуле (25):

$$P_{пер} = \sum P_{лок}^{ут}, \text{ м, (км).} \quad (25)$$

13. Определяем длину кромки локализованного пожара, закреплённой для окарауливания за 1 рабочим на участке тушения по формуле (26):

$$P_{окар}^{ут} = \frac{P_{пер}^{ут}}{N_{раб\ лок}^{ут}}, \text{ м.} \quad (26)$$

14. Определяем расстояние от кромки пожара до минерализованной полосы по формуле (27):

$$L_{кр}^{мин} > V_{кр} \times \tau_{лок\ ут}, \text{ км.} \quad (27)$$

15. Определяем время с момента возникновения пожара до его локализации по формуле (28):

$$\tau = \tau_{обн} + \tau_{след} + \tau_{сос} + \tau_{лок}, \text{ часа.} \quad (28)$$

16. Определяем площадь, пройденную пожаром по формуле (29) [40]:

$$S_n = 4 \times R_{пер} \cdot \gamma a \quad (29)$$

2.2.1. Тушения почвенного пожара

На площади пройденной огнем догорают: дуплистые пни; валежник; муравьиные кучи; дуплистые сухие деревья и деревья с гнилой древесиной. На 1,5 % площади пожара (в основном у стволов, наблюдается заглубления горения в почву (дернину).

Технология тушения почвенного пожара

Разбивание сплошными струями воды спекшуюся корку, превращение горячей почвы в жидкую массу и сильное промачивание почвы прилегающей к очагам тления. Окарауливание площади пожара.

Расчет сил и средств для тушения почвенного пожара

17. Определяем:

- площадь почвенного пожара по формуле (30):

$$S_{почв} = S_n \times 0,015, \text{ га}; \quad (30)$$

- объем воды на тушение пожара по формуле (31):

$$W_{почв} = S_{почв} \times q_{уд}, \text{ л}, \quad (31)$$

где: $q_{уд}$ - удельный расход воды при тушении [7];

18. Определяем:

- площадь почвенного пожара по формуле (32):

$$S_{почв} = S_n \times 0,12, \text{ га} \quad (32)$$

- объем воды на тушение пожара по формуле (33):

$$W_{почв} = S_{почв} \times q_{уд}, \text{ л} \quad (33)$$

- напор на насосе по формуле (24) [113]:

$$H_{нас} = \Delta H \cdot n + h_p + H_{ств}, \text{ м.в.ст.} \quad (34)$$

где: ΔH – потери напора в 1 рукаве, *м. вод. ст.*; n - количество рукавов в магистральной линии, *шт.*, $n = \frac{L_{вод}}{l_p} \times k$, *шт*; где: $L_{вод}$ – расстояние от пожара до

лесного озера, m ; k – коэффициент учёта неровности местности, ($k = 1,2$); h_p – потери напора на разветвлении, *м. вод. ст.*; $H_{ств}$ – напор на насадке пожарного ствола, *м. вод. ст.*

- время ликвидации почвенного пожара по формуле (35):

$$\tau_{ликв} = \frac{W_{почв}}{Q_{ПНС}}, \text{ часа} \quad (35)$$

где: $Q_{ПНС}$ – расход воды на тушение почвенного пожара, *л/с*;

2.2.2. Метод расчёта разумной достаточность сил и средств при локализации низового пожара

В числе перспективных требующих реализации направлений по обеспечению пожарной безопасности, выделяется снижение риска пожаров до экономического и социально-приемлемого уровня [43].

Необходимость реализации этого направления никак нельзя назвать неожиданным. Дело в том, что в начале XXI века предполагается завершить перевод страны на управление безопасностью по критериям риска. Когда в основу системы управления безопасностью в целом и пожарной безопасности в частности должна быть положена концепция «ненулевого риска».

Ожидается, что после перевода, основой рационального планирования мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на соответствующих территориях будут условия целесообразности принимаемых мер и принцип разумной достаточности с учетом социальных факторов и экономических возможностей. Планирование и разработка мероприятий будет сопровождаться решением задачи минимизации ущерба и поиска компромисса между затратами и ожидаемой выгодой.

Известно, что чем больше средств тратим на обеспечение безопасности, тем меньше потери. Однако эффективность затрат снижается с их увеличением. При больших затратах они начинают превышать потери. Естественно, что в целесообразности таких расходов можно усомниться. Лучше использовать часть этих средств для прямой компенсации потерь. На рисунке 6. показана

зависимость уровня безопасности (пожар на открытой местности) от изменения экономических расходов на ее обеспечение [44].

Следовательно, разрабатываемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности должны обеспечивать оптимальное соотношение материальных затрат с потерями от пожаров с учетом социальных факторов и экономических возможностей. Иными словами принятые управленческие решения и проводимые практические мероприятия должны обеспечивать снижение риска пожаров до экономического и социально-приемлемого уровня.

Государственная политика в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов основывается, в частности, на соблюдении баланса экономических, экологических и социальных интересов представлена на рисунке 8 [29].

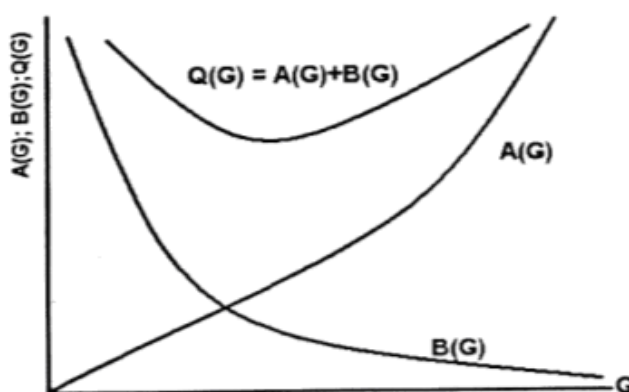


Рисунок 8 - Зависимость функций $Q(G)$, $A(G)$ и $B(G)$ от G . G - уровень безопасности (риска); $A(G)$ - функция, отражающая изменение экономических расходов на обеспечение определенного уровня безопасности (риска) в зависимости от G ; $B(G)$ - функция, отражающая закономерности снижения экономического эквивалента ущерба по мере повышения уровня безопасности (снижения уровня риска); $Q(G)$ - функция, выражающая суммарные экономические затраты

Лесопожарный риск – это вероятность возникновения лесного пожара на определенной территории и тяжесть последствий этого пожара[45]. Проводимые мероприятия по управлению риском должны обеспечивать

снижение вероятности и тяжести последствий лесных пожаров до приемлемого уровня.

Следует полагать, что в ближайшие годы отдельные лесные пожары и ущерб от них будут восприниматься как не полностью исключённый (допустимый) лесопожарный риск и не вызывать незамедлительного принятия решений по тушению согласно личной оценки ситуации и субъективного восприятия риска ответственными за решения лицами.

Вопрос заключается в том, как воплотить сказанное в жизнь? Верно, что реализацию перспективного направления принятой концепции не следует начинать с «чистого листа».

Полезно рассмотреть существующую систему предупреждения, обнаружения и тушения лесных пожаров по следующим ключевым вопросам:

- приемлемый лесопожарный риск;
- риск несвоевременного обнаружения лесных пожаров;
- риск возникновения лесных пожаров;
- риск несвоевременного локализации и ликвидации лесных пожаров;
- пример определения разумной достаточности сил и средств при локализации низового пожара.

Приемлемый лесопожарный риск

В связи постоянным риском возникновения лесных пожаров, риском несвоевременного обнаружения, локализации и ликвидации горения в лесу возникает первоочередной вопрос о том, каковы должны быть приемлемые затраты на защиту лесов от пожаров, когда расходы не превысят потери. Управленческие решения и проводимые мероприятия обеспечат снижение риска пожаров до экономического и социально-приемлемого уровня. Компромисс между затратами и ожидаемой выгодой реализует принцип разумной достаточности. Реализация любых мероприятий по охране лесов от пожаров требует затрат, которые не должны превышать получаемых в

результате проводимых мер выгод и не превышать возможностей исполнителей.

Полагая, что обычный опыт тушения пожаров, накопленный как отдельными лицами, так и обществом в целом, отражает возможности лесопожарных служб контролировать пожароопасную обстановку в лесу, рассмотрим в качестве примера основные итоги пожароопасных сезонов 2007 и 2015 годов [59,60].

В 2007 году было зарегистрировано 17812 пожаров, которыми пройдено 1036,1 *тыс. га*. Ущерб от лесных пожаров в 2007 году составил 9,7 млрд.руб. или 9,4 тыс.руб. в расчете на гектар. В 2015 году – 11412 пожара, которыми пройдено 2501,8 *тыс. га*. Ущерб в 2015 году составил от 30 до 50 млрд. руб. или 15,8 тыс. руб. в расчёте на гектар.

Конечный показатель результативности охраны лесов от пожаров – площадь лесов, сохранных от пожаров. Это – разница между фактической площадью лесов, пройденных огнем, и площадью, которая могла бы быть пройдена огнем, если бы меры по тушению не предпринимались. Размер предотвращенного ущерба определяют по разнице между потенциально возможным ущербом и фактическим ущербом от лесных пожаров. При расчете величины потенциального ущерба с определенным допуском можно использовать величину удельного ущерба на один га пройденной огнем площади (сумма убытков деленная на площадь лесных пожаров) [36].

За последние годы из общей величины учитываемого ущерба (который можно оценить), от лесных пожаров 31 - 33 % – приходится на тушение; 27 - 29 % на очистку гарей; 25 - 28 % на стоимость сгоревшего и поврежденного на корню леса; 11 - 14 % - на лесовосстановление и 0,5 - 2 % на стоимость сгоревших зданий, сооруженный и заготовленной древесины. Причиненный пожарами ущерб, экологии окружающей природной среды, не учитывается. По некоторым данным, прямой ущерб составляет не более 10 - 15 % ущерба нанесённого экологии окружающей природной среды [36,47].

Из этого следует, что средние фактические сложившиеся затраты на лесовосстановление, очистку гарей, восстановление зданий, сооружений и заготовку древесины (затраты на восстановление) составляют 40 – 46% учитываемого ущерба, что в 1,4 - 1,8 раза превышает стоимость сгоревшей и повреждённой на корню леса.

Для оценки величины приемлемых затрат на защиту лесов от пожаров, по нашему мнению, необходимо учитывать, что:

- разрушительные последствия пожара зависят от его вида и интенсивности. От низовых беглых пожаров в летний период погибает 14 - 28 % (по числу стволов), подроста и тонкомера хвойных пород. Низовые беглые пожары весной и осенью не оказывают существенного влияния на развитие лесов. При низовых пожарах высокой интенсивности может погибнуть от 4 до 16 % общего запаса древесины. Низовые устойчивые (подстилочные) пожары вызывают отпад деревьев до 15 - 67 % по числу стволов, потери древесины – 15 – 75 %. При этом погибшие тонкие деревья темнохвойных пород (кедр, пихта, ель, с диаметром менее 16 см) составляют большинство. При верховых и торфяных пожарах древостой может погибнуть полностью в результате сгорания хвои в кронах, подгорания корней и выгорание почвы [46];

- изъятие возобновляемых лесных ресурсов не должно превышать их скорость восстановления. Для древесины скорость восстановления – это ее ежегодный средний прирост, который в лесах России, по данным [58], оценивается в 892 млн.м³. Если исходить из среднего запаса древесины, который составляет 104 м³/га, то запас древесины на площади, пройденной огнем в 2007 году можно оценить в 107 млн.м³ (104 м³/га · 1,036 млн.га), что составляет 12 % ежегодного среднего прироста; в 2015 году – в 163 млн.га (104 м³/га · 1,675 млн.га), что составляет 19 % ежегодного среднего прироста.

По данным [23], в 2015 году огонь стал причиной уничтожения лесов на площади 375,3 тысячи гектаров. При этом не все лесные массивы, пройденные огнем погибли – этот показатель варьируется от 48 % в Карелии до 76% в Республике Саха.

Для оценки данных величин обратимся к опыту функционирования лесного сектора в других странах. Например, в Финляндии используется 77 % годового прироста древесины, в Чехии и Швеции – 65 %, в Канаде – 54 %, в США и Польше – 52 %, в Венгрии – 48 % и т.д. В России ежегодно вырубается 13,3 % от общего годового прироста древесины [61], т.е. в несколько раз меньше.

В связи с тем, что часть лесных пожаров происходит в лесах, вовлечение которых в промышленное использование возможно в отдельной на несколько десятилетий перспективе, а часть поврежденной огнем древесины вырубается для целей дальнейшего использования приведенные данные по изъятию годового прироста древесины позволяют считать, что сегодня лесные пожары не наносят существенного урона лесозаготовкам.

Изымаемый запас древесины – это ежегодный отпад деревьев, их рубка, сгорания при пожарах. Деревья имеют ограниченный жизненный цикл, по истечении которого происходит их отпад. Затем наступает гниение, которое сопровождается поглощением кислорода и выделением углекислого газа. Древесный отпад в достигнутых спелости насаждениях почти сравнивается с приростом древесины. Сгорание при пожарах возвращает в атмосферу то количество углекислого газа, которое было использовано деревьями в процессе фотосинтеза.

Однако из этого не следует, что принимаемые управленческие решения и проводимые практические мероприятия обеспечивают снижение лесопожарного риска до приемлемого уровня, а расходы на охрану лесов от пожаров финансируют защиту самовосстанавливающихся богатств. Охрана лесов от пожаров способствует возобновлению леса, решает вопросы экологии и др.

Так, естественное возобновление зависит от вида, интенсивности и частоты пожаров. Неоднократные прогорания приводят к уменьшению лесных площадей. Например по [38], сосна становится огнестойчивой на Севере Европейской части России в возрасте свыше 50 и более лет, в Восточной

Сибири - свыше 40 и более лет. Еловые и пихтовые насаждения чувствительны к огню в любом возврате.

Сегодня вряд ли кто-нибудь не согласится с тем, что лес удовлетворяет спрос граждан страны на чистый воздух, чистую воду и рекреацию. Лес регулирует климат, сток воды и сохраняет биологическое разнообразие. Создает среду существования всех форм жизни на земле, определяет среду существования человечества. Найти же размер ущерба от пожаров указанным функциям леса в стоимостном эквиваленте в настоящее время затруднительно. Сложно также назвать приемлемый объем расходов для предотвращения риска деградации лесов.

В настоящее время у экологических и социальных полезностей леса нет рыночной цены, хотя есть спрос. Их нужно рационально использовать, воспроизводить и защищать от лесных пожаров. Источником финансирования служат бюджетные отчисления за счет налогоплательщиков, т.е. самих граждан, получаемых услуги леса.

Окружающая природная среда продолжает рассматриваться в качестве платного источника необходимых ресурсов и бесплатного места для сбрасывания отходов производства и всей хозяйственной деятельности. В итоге размеры природопользования и масштабы утилизации отходов в окружающую среду начали изменять биосферу.

Не случайно Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года [30] и Государственной программы Российской Федерации развития лесного хозяйства на 2013 - 2020 годы предусматривают [65]:

- совершенствование системы предупреждения, обнаружения и тушения лесных пожаров, а также ликвидации их последствий;
- развитие системы наземного, авиационного и космического мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров посредством

использования новых дистанционных средств и инновационных информационных технологий;

- развитие системы межведомственного взаимодействия при тушении лесных пожаров, маневрирования лесопожарных формирований;

- техническое переоснащение специализированных лесопожарных организаций;

- осуществление районирования территории Российской Федерации по уровню требуемой противопожарной охраны с учетом экономической и экологической ценности лесов, а также степени хозяйственного освоения территории;

- разработку ряда нормативных правовых актов по оценке экономического и экологического потенциала лесных ресурсов;

- учёт социально-экономических, природно-климатических и экологических и экологических особенностей субъектов Российской Федерации.

- соблюдение баланса экономических, экологических и социальных интересов;

Есть основания для уверенности, что экологические и социальные услуги леса получат стоимостное содержание. Это позволит определить точные размеры ущерба (экономические, экологические и социальные) от неуправляемого огня в лесу. От этих показателей зависят организация производственных и оперативных мер противодействия лесным пожарам, снижения риска пожаров до экономического и социально – приемлемого уровня, а также перспективных направлений их развития.

Риск несвоевременного обнаружения лесных пожаров

В настоящее время охрану лесов от пожаров обеспечивают:

- авиационная охрана (обнаружение и борьба с лесными пожарами авиационными методами) - 557,8 млн. га, или 47,2 %;

- наземная лесная охрана на площади 193,9 млн. га, или 16,4 % площади всех лесов;

- наземная лесная охрана в сочетании с авиационным обнаружением лесных пожаров - 123,3 млн. га, или 10,5 %;

Неохраняемая площадь лесного фонда составляет 305,6 млн. га, или 15,9 % общей площади лесов.

В целях обеспечения своевременного обнаружения лесных пожаров на охраняемой территории организуются наземное патрулирование, наблюдение за лесами с наблюдательных пунктов, авиационное патрулирование, мониторинг с использованием космических средств.

По действующим рекомендациям [34,47], перечень мероприятий по обнаружению лесных пожаров и порядок их выполнения регламентируются в зависимости от уровня пожарной опасности в лесу по условиям погоды.

При I классе пожарной опасности в лесах по условиям погоды, допускается несвоевременное обнаружение как вновь возникающим пожарам, так и действующих пожаров, но не обнаруженных ранее. При нормальном распределении пожаров по классам пожарной опасности при I классе пожарной опасности возникает до 3 % случаев лесных пожаров [36].

При II классе пожарной опасности в лесах по условиям погоды при дежурстве на наблюдательных пунктах и наземном патрулировании допускается несвоевременное обнаружение пожаров. При авиационном патрулировании возникающие и ранее действующие пожары могут быть обнаружены спустя 1-2 дня. При нормальном распределении пожаров по классам пожарной опасности при II классе пожарной опасности допускается возникновение до 20 % случаев лесных пожаров [36].

При III классе пожарной опасности в лесах по условиям погоды при дежурстве на наблюдательных пунктах и наземном патрулировании допускается возможность несвоевременного обнаружения пожаров. При авиационном патрулировании допускается возможность обнаружения пожаров на следующий день с момента возникновения. При нормальном распределении

пожаров по классам пожарной опасности при III классе пожарной опасности допускается возникновение до 45 % случаев лесных пожаров [36].

При IV классе пожарной опасности в лесах по условиям погоды при наблюдаемым за лесом с пожарных наблюдательных пунктов и наземном патрулировании допускается несвоевременное обнаружение пожаров в темное время суток. При авиационном патрулировании допускается обнаружения пожаров спустя 10 часов и более с момента их возникновения. При нормальном распределении пожаров по классам пожарной опасности при IV классе пожарной опасности допускается возникновение до 75 % случаев лесных пожаров [36].

При V классе пожарной опасности в лесах по условиям погоды при наблюдении за лесом с наблюдательных пунктов и наземном патрулировании допускается несвоевременное обнаружение пожаров в темное время суток. При авиационном патрулировании допускается обнаружение пожаров спустя 5 часов и более после возникновения в дневное время. При нормальном распределении пожаров по классам пожарной опасности при V классе пожарной опасности допускается возникновение до 100 % случаев всех лесных пожаров [36].

В [36] отмечается, что своевременность обнаружения пожаров какими-либо нормативами не определена. Однако в практике работы известно два подхода к оценке своевременного обнаружения пожаров: по площади и по времени ликвидации. Так, в районах насыщенного ведения лесного хозяйства своевременным считается обнаружение лесного пожара, распространившегося на площади до 0,01 га. В районах, где обнаружение обеспечивается авиационными средствами – на площади до 3 га. В районах, где обнаружение обеспечивается наземными и авиационными средствами – на площади до 1 га. По времени ликвидация – пожар считается обнаруженным своевременно, если пожар ликвидирован имеющимися силами и средствами в течение одного дня.

По данным [48] несвоевременное обнаружение лесных пожаров (20 % пожаров обнаруживается в конце дня или на следующий день) явилось одной из причин, способствующей распространению лесных пожаров.

Из выше сказанного следует, что действующие в настоящее время порядки наблюдения за лесом допускают сегодня риск несвоевременного обнаружения пожаров.

Риск возникновения лесных пожаров

Известно, что риск возникновения лесных пожаров обусловлен условиями погоды, лесорастительными условиями, антропогенной нагрузкой и количеством молниевых разрядов на единицу площади лесных территорий.

Деятельность человека является причиной возникновения пожаров в 85...90 % случаев, молния в 10...15 % случаев[36].

В целом более 75 % посетителей лесов выполняют правила пожарной безопасности в лесу [46]. Остальная часть посетителей халатно и безразлично относятся к проблеме сбережения лесных богатств. Чаще всего лесные пожары возникают вблизи населенных пунктов, в интенсивно используемых лесопожарных (рекреационных) зонах, а также вдоль автомобильных и железных дорог, на берегах судоходных рек.

Приемлемый механизм эффективного управления человеческими факторами в лесу для всех посетителей лесов не найден. Не все граждане восприимчивы к противопожарной пропаганде. Нейтрализовать или минимизировать нарушения правил пожарной безопасности до безопасного уровня в настоящее время не удастся. Закрытие, имеющихся на дорогах в лес шлагбаумов, установления щитов – сигналов, предупреждающих о пожарной опасности, выставления постов из работников лесной охраны не исключает полностью неорганизованного посещения леса населением.

Следовательно, риск возникновения лесных пожаров сохраняется в течение пожароопасного сезона. Из-за случайного характера распределения

пожаров необходимо держать под контролем большие лесные территории, не зная, где произойдет сам пожар. Поддерживать определённый уровень защиты.

Риск несвоевременной локализации и ликвидации лесных пожаров в начальной стадии их развития

Несвоевременная локализация и ликвидация лесных пожаров в начальной стадии их развития в ряде случаев допускается руководящими документами по тушению лесных пожаров. Ниже мы сделали попытку рассмотреть эти случаи.

Согласно положению [49] критерием отнесения территории лесного фонда и не входящих в лесной фонд лесов к районам деятельности наземных сил и средств пожаротушения считается время прибытия их к месту пожара, не превышающее 3 часов.

Согласно рекомендаций [7]:

Если в районах не обслуживаемых авиацией, пожар уже принял такие размеры и характер, что прибывших сил для быстрой его ликвидации явно недостаточно, руководитель тушения лесного пожара немедленно ставит в известность лесничество. После проведенной разведки пожара руководитель тушения лесного пожара передает в лесничество данные разведки и прогноз возможного распространения и развития пожара с указанием о необходимых дополнительных силах и средствах пожаротушения. При этом, как правило, следует планировать работы по тушению так, чтобы ликвидация (или, по крайней мере, локализация) пожара была закончена не позднее 10 часов утра следующего дня.

Если пожар действует днем в благоприятных для его распространения метеорологических условиях, а рабочих и средств пожаротушения недостаточно, необходимо перенести тушение на вечер. Попытки остановить распространение пожара днем в таких условиях, как правило, не имеют успеха и приводят к изматыванию людей, тогда как вечером появляется реальная возможность вести успешную борьбу с пожаром имеющимися силами и средствами. Дневное время лучше использовать на подготовительные работы:

составление плана работы, подвоз средств пожаротушения, рекогносцировку, питьевой воды и т.п. Днем при неблагоприятных для работы условиях вести борьбу с пожаром необходимо только на тех участках, где огонь может принести большой ущерб (лесные культуры, хвойные молодняки и др.) Следовательно, руководящие документы допускают вероятность многочасового развития пожара до его локализации.

При недостатке имеющихся в лесничестве сил и средств пожаротушения предусматривается привлечение дополнительных лесопожарных формирований, создаваемых из привлеченных сил и средств (населения, работников, пожарной техники и транспортных средств местных предприятий, организаций и учреждений и т.п.).

Указанные дополнительные лесопожарные формирования не находятся в режиме постоянной готовности и организовать оперативный выезд их на тушение пожара не всегда удастся. Тушение пожара затягивается на длительное время.

В целевой программе [50] отмечено, что мобилизация на борьбу с лесными пожарами сил и средств пожаротушения других ведомств, привлечение финансовых средств на охрану лесов сдерживается из-за отсутствия нормативных правовых актов, регламентирующих порядок и сроки мобилизации материально-технических и людских ресурсов, а также предоставления ассигнований на развитие лесопожарных служб, обеспечение социальной и правовой защищенности лиц, занимающихся организацией противопожарной охраны лесов.

В случае когда авиаотделение не может по какой-либо причине обеспечить ликвидацию пожара в зоне авиационной охраны лесов, руководитель лесничества должен незамедлительно принять дополнительные меры для тушения указанного пожара. Однако, если в зоне авиационной охраны лесов, особенно в ее удаленных районах, возникли лесные пожары, охватившие значительные площади, тушение которых не может быть обеспечено авиационными и наземными силами и средствами (с учетом

возможностей маневрирования), решением органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации совместно с органом управления лесным хозяйством или специальной комиссией по чрезвычайным ситуациям тушение таких пожаров может осуществляться частично, т.е. остановка, локализация и тушение кромки пожара проводится в направлениях, угрожающим лесным поселкам, ценным лесным массивам, особо охраняемым природным территориям, народнохозяйственным и другим объектам. В случаях, когда такие лесные пожары не представляют угрозы перечисленным выше территориям и объектам, их тушение может быть прекращено [7].

Основной задачей парашютной и десантной службы является тушение лесных пожаров в районах авиационной охраны лесов, когда пожар не успел распространиться на значительной площади. Для тушения пожаров, охвативших значительные площади, ликвидировать или задержать распространение которых до подхода наземных сил команды парашютистов и десантников-пожарных не в состоянии, высадка их, как правило, нецелесообразна. В случае невозможности ликвидации лесного пожара своими силами авиаотделение обязано немедленно доложить об этом в соответствующее лесничество [8].

Следовательно, в зоне авиационной охраны лесов допускается вероятность многодневного развития пожаров и даже в определенных условиях прекращения их тушения частично или полностью.

В целом силами и средствами авиалесоохраны ликвидируется более 95 % лесных пожаров в районах авиационной охраны. В день обнаружения лесных пожаров парашютисты и десантники-пожарные обеспечивают тушение около 40 % пожаров, пройденная огнем площадь которых составляет около 2 % площади всех пожаров. В течение двух дней обеспечивается тушение около 36 % лесных пожаров, пройденная огнем площадь которых составляет около 3 % площади всех пожаров; в течение трех дней с момента обнаружения – 12 % лесных пожаров на площади, пройденной огнем, около 3...4 %; в период

времени более трех дней – около 13 % обнаруженных пожаров, тушения которых обеспечивается на площади, пройденной огнем, около 92 % [36, 39].

Следовательно, в зоне авиационной охраны лесов тушения каждого 7...8 пожара продолжается более 3 дней с момента обнаружения.

Количество пожаров, вышедших из-под контроля, т.е. развития лесных пожаров до стадии крупных, ежегодно составляет более 3% общего количества лесных пожаров. Относительная горимость лесов (отношение пройденной пожарами покрытой лесной растительностью площади, га, к охраняемой лесопокрытой площади, тыс.га) колеблется от 0,82 до 2,97. В северной тайге количество пожаров составляет около 20...25 % всего количества лесных пожаров, а по охваченной площади – 70...75 % всей площади пройденной огнем [47].

Организационные причины способствующие распространению лесных пожаров в большинстве случаев следующие [5]: несвоевременное обнаружение лесных пожаров (20 % пожаров обнаруживается в конце дня или на следующий день); несвоевременное начало тушения (к тушению 15 % пожаров приступают в конце дня или на следующий день); недостаточное количество сил и средств, направленных на тушение; не профессиональное руководство организацией тушения.

В соответствии с введённым в действие с 4 декабря 2006 г. Лесным Кодексом [14]: на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности, мероприятия по охране лесов относятся к работам для государственных и муниципальных нужд. Эти работы могут выполняться на основании государственных или муниципальных контрактов, заключение которых разрешено исключительно только на торгах, проводимых в форме аукциона или конкурса;

Если при заключения заказа на выполнение работ по охране одновременно осуществляется продажа лесных насаждений для заготовки древесины, то заключается договор, в котором содержатся элементы

государственного и муниципального контракта на выполнение работ по охране и договора купли-продажи лесных насаждений;

Представляется, что лица, использующие леса, могут выполнять работы по охране сами или через других лиц, в частности, на основании договора подряда.

По мнению [51], одной из ключевых проблем охраны и защиты лесов является ущербный механизм определения исполнителя лесохозяйственных работ на землях, не переданных в аренду и иные виды пользования, через размещение государственного или муниципального заказа на открытом аукционе:

Как показывает практика, этот подход не применим в лесной сфере, т.к. не позволяет проводить работы оперативно (нужно сначала организовать и провести аукцион, заключить договор и т.д.). А ведь если требуются срочные вырубки в целях защиты лесов, например, при вспышке болезней или вредителей, любые проволочки приводят к увеличению размера ущерба, причиняемого лесам;

Кроме того, открытый аукцион, в котором единственным критерием отбора является наименьшая стоимость работ, предложенная претендентом, открывает дорогу непрофессиональным однодневкам. При этом о качестве проведенных такими «горе-подрядчиками» работ никто не задумывается. А если и задумываются, то спросить часто бывает уже не с кого;

Сегодня назрела необходимость пересмотреть существующее государственное регулирование в этом вопросе. Предлагаем рассмотреть вопрос о возрождении системы специализированных государственных организаций, в функции которых будет входить профессиональное выполнение различных видов работ по охране, защите, воспроизводству лесов на не предоставленных в пользование территориях. Возможно, имеет смысл подумать о том, чтобы такие организации имели возможность предоставлять соответствующие услуги и арендаторам, пополняя, таким образом, бюджетные доходы;

Это предложение учтено Основами государственной политики [28]. При решении задачи повышения эффективности управления лесным сектором в частности, предусматривается принятие мер, обеспечивающих получение специализированными государственными учреждениями субъектов Российской Федерации права на осуществление мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов без проведения конкурса.

Главными причинами недостаточной организации работ по тушению лесных пожаров является [52 - 58]:

- низкий уровень профессиональной подготовки руководителей тушения крупных лесных пожаров отсутствие оперативности и недостаточная объективность принимаемых ими решений, слабый контроль над ходом работ по тушению, отсутствие особого внимания, уделяемого эффективности тушения огня на стыках участков структурных подразделений, отрядов привлеченных организаций и структур;

- низкий уровень квалификации работников, занятых на тушении лесных пожаров, несоблюдение ими требований правил охраны труда и техники безопасности, когда на работу по тушению лесных пожаров привлекаются граждане, не прошедшие специальный инструктаж;

- не всегда правильная структурная организация сил пожаротушения, которая должна меняться в зависимости от размера пожара и его сложности, наличие сил и средств тушения.

Известно, что деньги, средства пожаротушения сами по себе не тушат пожары. Для успешной борьбы с огнем в лесу нужны хорошо подготовленные, физически развитые люди. Работать на пожарах часто приходится в крайне сложных условиях.

Из этого следует, что существующая организация борьбы с лесными пожарами допускает риск несвоевременной локализации и ликвидации пожаров в начальной стадии их развития.

2.2.3. Метод определения разумной достаточности сил и средств при локализации низового пожара

Как уже отмечалось выше, что в последние годы общая величина учитываемого ущерба (который можно оценить) включает стоимость сгоревшего и повреждённого на корню леса, затраты на восстановление и расходы на тушение. Методика определения:

1. расчёт расходов на тушение, при различной численности задействованных сил и средств.
2. расчёт стоимости потерь древесины
3. определение затрат на восстановление
4. определение разумной достаточности сил и средств (компромисс между затратами и ожидаемой выгоды).
5. построение графической зависимости.

Расчёт стоимости потерь древесины.

Стоимость потерь древесины определяется путём умножения средней ставки одного обезличенного кубометра корневого запаса древесины преобладающей породы на величину потерь древесины (количество сгоревшей древесины и последующего её отпада) [63].

Для определения стоимости потерь древесины находим:

1. Скорость тушения кромки пожара группой рабочих по формуле (36):

$$V_{групп} = K \times N \times V_{рез}, \text{ м/мин} \quad (36)$$

2. Результирующую скорость тушения кромки пожара 1 рабочим по формуле (37):

$$V_{рез} = \sqrt{V_{туш}^2 - V_{л}^2}, \text{ м/мин} \quad (37)$$

3. Время тушения кромки пожара группой рабочих по формуле (38):

$$\tau_{туш} = \frac{a}{V_{групп}}, \text{ мин} \quad (38)$$

4. Время локализации кромки пожара группой рабочих по формуле (39):

$$\tau_{\text{лок}} = \tau_{\text{туш}} + \tau_{\text{пер}}, \text{ мин (час)} \quad (39)$$

5. Время перехода рабочими вдоль кромки пожара по формуле (40):

$$\tau_{\text{пер}} = \frac{a \times (V - 1)}{N \times V_{\text{пер}}}, \text{ мин (час)} \quad (40)$$

6. Расстояние пройденное огнем у северной границы блока по формуле (41):

$$\ell = V_{\text{л}} \times \tau_{\text{лок}}, \text{ м} \quad (41)$$

7. Площадь пожара по формуле (42):

$$S = \frac{\ell \times a}{2}, \text{ м}^2 \text{ (а)} \quad (42)$$

8. Стоимость потерь древесины по формуле (43):

$$D = D_{\text{пот}} \times D_{\text{цен}} \times D_{\text{зан}} \times S, \text{ руб. (тыс. руб.)} \quad (43)$$

9. Определяем суммарную стоимость потерь древесины и затраты на восстановление (потери от пожара) по формуле (44):

$$C = B + D, \text{ руб. (тыс. руб.)} \quad (44)$$

10. Определяем затраты на восстановление по формуле (45):

$$B = K_{\text{вос}} \times D, \text{ руб. (тыс. руб.)} \quad (45)$$

Определение расходов на тушение лесного пожара

Расходы на тушение лесного пожара включают [62]:

- стоимость израсходованных при тушении пожара материалов, средств тушения и другого имущества, используемого при тушении пожара;
- стоимость эксплуатации автомашин, тракторов, приспособленной техники и других механизмов, используемых при тушении лесного пожара, на доставку людей, средств пожаротушения и других грузов, используемых при тушении пожара;
- расходы на питание работников, занятых на тушение лесного пожара, почтово-телеграфные и другие расходы на тушение лесного пожара;
- заработную плату (с начислением) занятых тушением пожара рабочих.

Для определения расходов на заработную плату находим [37]:

1. Транспортные затраты по доставке рабочих к месту пожара и обратно по формуле (46):

$$T = T_p \times N, \text{ руб.} \quad (46)$$

2. Расходы по заработной плате группы рабочих по формуле (47):

$$O = O_p \times N \times \tau_{\text{лок}}, \text{ руб.} \quad (47)$$

Стоимость других услуг израсходованных материалов, машин, средств тушения и другого имущества в данном случае не рассматривается, для того, чтобы не усложнять расчёт. Другие средства тушения не использовались при тушении рассматриваемого пожара.

3. Расходы на питание работников, занятых на тушение лесного пожара находим по формуле (48):

$$П = П_p \times N, \text{ руб.} \quad (48)$$

4. Расходы на тушение лесного пожара по формуле (49):

$$P = T + П + O, \text{ руб. (тыс. руб.)} \quad (49)$$

5. Ущерб от лесного пожара по формуле (50):

$$У = D + B + P, \text{ руб. (тыс. руб.)} \quad (50)$$

2.3 Организация тушения лесных пожаров

2.3.1 Порядок организации тушения пожаров

Организация тушения пожаров описана в ряде распорядительных документах, так или иначе ссылающихся на Рекомендации по обнаружению и тушению лесных пожаров [7].

Руководитель лесничества или лесничий, получив сообщение о пожаре, обязан немедленно принять меры к его тушению силами команды ПХС или других пожарных формирований лесничества. Если сообщение о пожаре было передано непосредственно на пожарно-химическую станцию, начальник станции обязан принять меры к выезду команды или отдельной бригады на

пожар и получить необходимые указания от руководителя лесничества или лесничего, а при отсутствии связи с лесничеством, - самостоятельно принять решение о выезде на пожар команды или отдельной бригады.

Согласно [26], тушение лесного пожара возглавляет руководитель работ по тушению лесного пожара из числа специально подготовленных работников лесной охраны или авиалесоохраны.

Если на территории лесничества возникло одновременно несколько пожаров или когда потушить возникший пожар силами одной ПХС невозможно, лесничий немедленно сообщает об этом руководителям лесничества для направления на тушение дополнительных сил и средств из соседних лесничеств.

При недостатке мобильных сил для быстрого тушения возникших пожаров, руководители лесничества и лесничие немедленно привлекают на тушение пожаров резервные команды, необходимую технику и средства транспорта с производства.

При возникновении лесных пожаров в местах работ лесопользователей или вблизи их посёлков, местах расположения их дорог, складов, сооружений и иных объектов, и непринятии или недостаточности принимаемых ими мер к обеспечению быстрого тушения, лесничества обязаны потребовать от них немедленной ликвидации действующих пожаров.

В тех случаях, когда имеющихся в лесничестве сил и средств для быстрого подавления действующих пожаров недостаточно и выявляется угроза распространения пожаров на большие площади, руководители лесничеств обязаны сообщить вышестоящему органу управления лесами или ОМСУ о необходимости задействовать дополнительные силы согласно Плана тушения лесных пожаров с привлечением на тушение населения, пожарной техники и транспортных средств местных предприятий, организаций, учреждений и других юридических лиц. Если же пожары принимают характер стихийного бедствия, руководители лесничеств должны принять соответствующие меры к привлечению на тушение формирований гражданской обороны и воинских

подразделений.

Расчёт необходимых сил и средств пожаротушения следует производить применительно к возможной наиболее тяжелой ситуации в сложившихся условиях и с учётом поправочных коэффициентов на ведущие факторы, определяющие скорость распространения кромки пожара и трудность его тушения.

Организация тушения лесных пожаров авиационными силами и средствами осуществляется авиаотделениями в соответствии с Инструкцией по авиационной охране лесов[8].

В случае, когда авиаотделение не может по какой-либо причине обеспечить ликвидацию пожара в зоне авиационной охраны лесов, начальник авиаотделения обязан немедленно доложить об этом в лесничество и авиабазе. Руководитель лесничества должен незамедлительно принять дополнительные меры для тушения указанного пожара.

Привлечённые по решениям соответствующих органов власти на тушение лесных пожаров рабочие из населённых пунктов, предприятий, организаций и учреждений должны по месту жительства службы или работы организованы в отряды, команды или бригады, возглавляемые назначенными руководителями предприятий, организаций и учреждений начальниками отрядов, команд и бригад.

Привлечённые пожарная техника и средства транспорта, с обслуживающим их персоналом, должны быть приданы соответствующим отрядам, командам или бригадам.

К каждому отдельному отряду, команде и бригаде на пункте сбора должен быть прикреплен назначенный лесничеством работник для сопровождения к месту пожара и помощи в руководстве работами по тушению пожара.

Невоенизированные формирования и воинские подразделения, направленные на тушение лесных пожаров, сохраняют свою организационную структуру.

В случае, когда в зоне авиационной охраны лесов, особенно в её удаленных районах, возникли лесные пожары, охватившие значительные площади, тушение которых не может быть обеспечено авиационными и наземными силами и средствами, решением органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации совместно с органом управления лесным хозяйством или специальной комиссией по ЧС тушение таких пожаров может осуществляться частично, т.е. остановка, локализация и тушение кромки пожара проводится в направлениях, угрожающих особо охраняемым природным территориям, ценным лесным массивам, лесным посёлкам, народнохозяйственным и другим объектам. В случаях, когда такие лесные пожары не представляет угрозы перечисленным выше территориям и объектам, их тушение может быть прекращено.

Решение о частичном тушении или прекращении тушения принимается на основе тщательного анализа пожарной обстановки по каждому конкретному пожару.

Следует отметить, что Основы государственной политики [28] предусматривает: совершенствование принципов деления лесов по целевому назначению, их правового режима и особенностей использования, охраны, защиты и воспроизводства; разработку новых лесохозяйственных и природоохранных нормативов с учётом спецификации лесных районов и при условии сохранения экологически ценных лесов.

Общее руководство тушением лесных пожаров на территории лесничества и ответственность за полноту, и своевременность принимаемых мер к их ликвидации возложены на руководителя лесничества.

Координацию всех мероприятий по борьбе с лесными пожарами в данном районе, когда на их тушение привлечено население, пожарная техника и транспортные средства предприятий, организаций и учреждений, осуществляет соответствующий орган власти, лесничество или специальная комиссия (штаб) по борьбе с лесными пожарами, а в субъектах Российской Федерации - комиссия по чрезвычайным ситуациям.

Оперативное руководство тушением лесных пожаров, когда в субъекте объявлена чрезвычайная ситуация, осуществляет Федеральная противопожарная служба МЧС России.

Лесничества и органы управления лесным хозяйством в субъектах Российской Федерации обязаны вносить предложения соответствующим государственным органам власти об организации при указанных выше комиссиях по ЧС оперативных штабов для обеспечения руководства тушением пожаров, возглавляемых соответственно руководителями органов управления ФПС, заместителями министров или глав администраций.

Непосредственное руководство работами по тушению каждого лесного пожара в районах наземной охраны осуществляет работник лесничества, или начальник ПХС, или бригадир (если прибыла лишь одна бригада из состава команды станции).

Если на тушение пожара прибыла команда ПХС II или III типа, руководство работами по тушению переходит к прибывшему начальнику этой станции.

Прибывшее на пожар вышестоящее должностное лицо лесной охраны (лесничий, инженер по охране и защите леса и др.) при необходимости (в случае усложнения обстановки) должен принять руководство тушением пожара на себя.

В зонах и районах авиационной охраны лесов руководство тушением лесных пожаров осуществляется старшими по должности работниками из числа находящихся на пожарах парашютно-пожарных и авиадесантных команд, групп. В местах использования на тушении механизированных отрядов руководство работой по ликвидации пожара осуществляет начальник механизированного отряда или другое должностное лицо.

В случаях невозможности ликвидации лесного пожара своими силами, авиаотделение обязано немедленно доложить об этом соответствующему лесничеству. Лесничество незамедлительно принимает меры к тушению этого

пожара и совместно с авиаотделением осуществляет руководство мероприятиями по ликвидации пожара.

Руководитель тушения лесного пожара назначает помощников для разведки пожара, руководства отдельными командами, группами, осуществляющими работы на отдельных участках.

Каждой отдельной команде, бригаде привлечённых рабочих из населённых пунктов или команде, группе невоенизированных формирований гражданской обороны, либо воинскому подразделению, по прибытии их на место пожара, руководитель тушения лесного пожара ставит определённую задачу по локализации и тушению пожара и отводит часть кромки пожара.

Начальники (командиры) всех названных выше подразделений обязаны поддерживать постоянную связь с руководителем тушения и выполнять его указания.

На отведенном участке команда, группа, бригада самостоятельно выполняют поставленные перед ними задачи, причём техническое руководство работами осуществляется прикрепленным к подразделению работником лесничества.

Руководитель тушения лесного пожара должен обеспечить строгое выполнение всеми работающими на тушении пожара правил охраны труда и техники безопасности и несёт за это ответственность.

Руководитель тушения лесного пожара не должен сам оставлять место пожара до тех пор, пока пожар не будет потушен или надёжно локализован. После того, как руководитель тушения лесного пожара лично убедится в его локализации и в ликвидации очагов горения на всей пройденной пожарами площади, он может покинуть пожар, оставив на месте, под руководством работника лесной охраны, часть рабочих для окарауливания.

2.3.2 Разведка пожара и составление плана тушения

Для ориентирования в лесу (на местности) руководитель тушения лесного пожара используют специальные лесопожарные карты (масштаба 1:100000). На

эти карты наносится вся пожарная ситуация в районе работ, уточненные данные, полученные в результате воздушной и наземной разведки пожара, прогнозируемые направления его развития, основные намечаемые (планируемые) меры борьбы и другие данные по реализации плана тушения.

По прибытии на пожар руководитель тушения лесного пожара, используя полученное от экипажа патрулирующего самолета, вертолета донесение о пожаре с данными его авиационной разведки, определяет тактические приемы и технические способы наиболее быстрой ликвидации пожара прибывшими силами и средствами.

В районах, не обслуживаемых авиацией, если охваченная пожаром площадь невелика, руководитель тушения лесного пожара, обойдя очаг по периметру, быстро решает вопрос о расстановке прибывших сил и средств и организации работ, чтобы обеспечить локализацию пожара в кратчайший срок. О принятых мерах руководитель тушения лесного пожара немедленно докладывает в лесхоз или лесничество.

Если пожар уже принял такие размеры и характер, что прибывших сил для быстрой его ликвидации явно недостаточно, руководитель тушения лесного пожара немедленно ставит об этом в известность лесхоз (или лесничество) и приступает к разведке пожара. При этом прибывшие силы и средства пожаротушения до окончания разведки и принятия решения о плане тушения следует временно использовать для задержки распространения пожара на наиболее опасные или ценные участки леса вблизи места нахождения этих сил и средств.

Целью разведки является обеспечение руководителя тушения пожара необходимой информацией для разработки оперативного плана тушения и наблюдения за состоянием действующей и локализованной кромок пожаров.

При разведке должны быть выяснены: вид и скорость распространения пожара, его контур и примерная площадь; тактические части пожара (фронт, фланги и тыл) и основные типы (виды) горючих материалов; наиболее опасное направление распространения (чему угрожает пожар); наличие естественных и

искусственных препятствий для распространения пожара; возможное усиление или ослабление пожара вследствие особенностей лесных участков и рельефа местности на пути его распространения; возможность подъезда к кромке пожара и применения механизированных средств локализации и тушения; наличие водных источников и возможность их использования; наличие опорных полос для отжига и условия прокладки таких полос; безопасные места стоянки транспортных средств и пути отхода рабочих на случай прорыва огня, места укрытия.

Результаты разведки отражаются в составляемых при этом схемах местности или лесопожарных картах.

Кроме этих данных, разведка должна определить направление (предположительно) распространения и развития пожара в ближайшее время, если не будут приняты достаточные меры к его тушению. При этом учитывается возможное усиление и развитие пожара в зависимости от особенностей лесных участков, по которым будут проходить его фронт и фланги, от метеорологической обстановки и рельефа местности.

По данным разведки и прогноза распространения и развития пожара руководитель тушения лесного пожара разрабатывает план его тушения. В плане определяются: технические способы и тактические приемы ликвидации пожара; сроки выполнения отдельных стадий тушения; распределение наличных сил и средств по периферии пожара; организация связи с отрядами, командами и бригадами рабочих; привлечение дополнительных сил и средств (количество и сроки); мероприятия по непрерывной разведке пожара, ходу его тушения и страхующие мероприятия.

В условиях сильной задымленности контур пожара выявляют с помощью дистанционных методов разведки (например, инфракрасными системами).

Как правило, следует планировать работы по тушению так, чтобы ликвидация (или, по крайней мере, локализация) пожара была закончена не позднее 10 часов утра следующего дня, так как наибольшая

производительность тушения достигается в вечерние, включая светлые ночи, и ранние утренние часы.

Если пожар распространился на большой площади и принял затяжной характер, разведка пожара должна производиться ежедневно, а при быстром распространении горения - 2 раза в день. В районах наземной охраны лесов данные разведки летчиков-наблюдателей сбрасываются вымпелом непосредственно руководителю тушения лесного пожара. При возможности посадки самолета (вертолета) вблизи пожара разведку пожара на самолете (вертолете) следует производить с участием руководителя.

Руководители лесопожарных подразделений обеспечиваются выкопировками с оперативных схем тушения пожара в пределах порученных им участков работ.

2.3.3 Руководитель тушения крупных лесных пожаров

Руководитель тушения лесного пожара в районах наземной охраны лесов назначается руководителем лесничества или замещающим его лицом, а в районах авиационной охраны - начальником авиаотделения.

Руководителю тушения пожара подчиняются все силы, прибывшие на тушение пожара. Он несёт персональную ответственность за правильность проводимых мероприятий по борьбе с пожаром, соблюдение правил охраны труда и техники безопасности и успешность ликвидации пожара. Примерная схема руководства тушения лесного пожара согласно [6] приведена на рисунке 9.



Рисунок 9 – Пример схемы руководства тушением крупного лесного пожара

Руководитель тушения крупного лесного пожара до прибытия на пожар должен ознакомиться со всей имеющейся информацией о пожаре, состоянием погоды и её прогнозе на ближайшие дни, об имеющихся на пожаре силах и средствах пожаротушения, с картографическими и таксационными материалами района пожара.

По прибытию к месту работ руководитель группировки должен: совершить облёт пожара с целью выяснения общей обстановки; по результатам аэровизуальной разведки, информации прибывших ранее на пожар должностных лиц, изучения картографических и таксационных материалов района пожара выработать предварительный план тушения; сформировать группу управления тушением пожара, назначать и смещать руководителей оперативных подразделений задействованных на тушении пожара; если этих данных для принятия решения недостаточно, организовать наземную разведку по всему периметру (или наиболее опасной части) пожара; получив необходимую информацию о пожаре и выработав план его тушения, организовать расстановку имеющихся сил и средств пожаротушения согласно этому плану; до окончания разведки и принятия решения о плане тушения, имеющиеся на пожаре силы и средства активно использовать для задержки распространения пожара на наиболее опасных его направлениях вблизи места нахождения этих сил и средств; определить места высадки людей и размещения

лагерей и организовать их подготовку; определить потребность в силах и средствах пожаротушения и, в случае необходимости, запросить дополнительные ресурсы; организовать устойчивую оперативную связь с отрядами, командами, авиаотделением и оперативным лесопожарным штабом районной, субъектовой пожарной комиссии или пунктом управления ФПС МЧС России; обеспечить встречу прибывающих на пожар лесопожарных подразделений и постановку им тактических задач; контролировать ход работ по тушению, обращая особое внимание на эффективность тушения огня на стыках участков структурных подразделений и опасных направлениях; обеспечить своевременность учета выполненных работ; следить за соблюдением дисциплины и порядка в местах проведения работ и отдыха; принимать меры по обеспечению безопасности всего персонала, занятого на пожаре, и соблюдению ими правил охраны труда и технической безопасности, организовать пункт медицинской помощи; непрерывно следить за изменениями обстановки на пожаре и оперативно принимать соответствующие решения; предусмотреть пути выхода людей с пожара в полевой лагерь и создания нормальных условий отдыха; запрашивать необходимые дополнительные силы и средства пожаротушения; информировать оперативный лесопожарный штаб о месте своего нахождения и сообщать ему о всех принимаемых решениях; использовать все местные средства связи для оперативного решения вопросов связанных с тушением пожара; поставить перед комиссией по ЧС вопросы обеспечения задействованных на пожаре сил и средств продовольствием, таборным имуществом, медицинской помощью, средствами связи, ГСМ, а также участия парашютистов и десантников-пожарных в проведении работ по прокладке заградительных полос при помощи взрывчатых веществ и руководства бригадами привлеченных рабочих, если не хватает квалифицированных работников наземной охраны.

На каждом крупном пожаре, под руководством опытного специалиста - работника лесной охраны или ФПС МЧС России необходимо организовывать штаб группировки, в составе которого должны быть работники,

обеспечивающие: наземную разведку пожара; связь с отдельными отрядами и командами; поставку средств пожаротушения, связи и транспорт, ГСМ; снабжение; отдых, а также оказание первой доврачебной помощи и эвакуацию пострадавших.

В случае увеличения объёма работ, вызванного сложностью тушения или размерами пожара, при наращивании сил необходимо руководствоваться тем, что число тушителей в бригадах и отрядах не должно увеличиваться. Увеличивать можно только число бригад и отрядов. Такое ограничение связано с тем, что бригадир может контролировать работу определённого числа тушителей (не более 10 работников [26]) так же, как руководитель отряда или зоны тушения может руководить определённым числом подчинённых.

Для организации работ по тушению крупного пожара за руководителем группировки ФПС, при необходимости, закрепляется вертолёт, из числа дополнительно привлечённых на тушение.

Руководитель тушения направления (сектора) пожара (руководитель отряда) должен: организовать подготовку вертолётных площадок, если планом тушения пожара предусматривается выделение отряду дополнительных сил и средств, доставляемых вертолётами; организовать наземную разведку с целью точного определения местоположения пожара, его характера, изучения местности и её транспортной доступности; осуществлять руководство подчиненными ему подразделениями (командами, бригадами); встретить лесопожарные подразделения (отряды, команды, бригады), определить им участки работы и поставить задачу по локализации и тушению; определять систему связи между подразделениями и соседними отрядами для обеспечения их взаимодействия; регулярно информировать руководителя тушения пожара о пожарной обстановке в секторе пожара, о выполнении поставленных задач и о работе подчиненных ему подразделений; совместно с руководителем прибывшего лесопожарного подразделения провести расстановку сил и средств по местам работы; принимать меры по обеспечению безопасности всего персонала подчиненных подразделений, соблюдения ими правил безопасности;

контролировать ход работ подчинённых подразделений и при необходимости вносить коррективы и постановку задач; непрерывно следить за изменениями обстановки на пожаре и принимать соответствующие решения; обеспечивать учёт выполненных работ; следить за соблюдением дисциплины и порядка в местах проведения работ и отдыха подразделений отряда; обеспечить снабжение бригад продовольствием, горюче-смазочными материалами, своевременным оказанием первой медицинской помощи.

Руководитель участка тушения (лесопожарной команды, бригады) должен: объяснять бригадирам цель работы и поставить задачу, которая должна быть выполнена бригадами, разъяснить замысел руководителя тушения пожара по тушению пожара; организовать наземную разведку с целью получения достоверной информации о пожаре и местности, необходимой для выполнения поставленных перед командой задач; наметить места создания опорных и заградительных полос и провести расстановку бригад по местам работ; информировать и указать пути отступления бригад в критических ситуациях; организовать связь и обеспечить учет выполненных работ; обеспечить координацию работ с соседними командами и механизированным отрядом; при использовании привлеченной с предприятий и организаций техники инструктировать механизаторов по эффективному использованию данной техники при тушении пожара; лично участвовать в тушении пожара, не допуская при этом невыполнения обязанностей по организации тушения; следить за соблюдением дисциплины и порядка в местах проведения работ и отдыха бригад; принимать меры по обеспечению безопасности личного состава бригад и соблюдению ими правил охраны труда и техники безопасности; заботиться о своевременном снабжении подразделений продовольствием, горюче-смазочными материалами и оказании медицинской помощи.

2.4 Выводы по разделу

В данном разделе рассмотрены две методики определения необходимого количества сил и средств при тушении лесных пожаров. Выявлены особенности

обеих расчетных методик, их положительные и отрицательные стороны, функциональная зависимость их друг от друга.

Необходимо отметить, что требования, предъявляемые к тактическим расчётам, обуславливаются необходимостью принимать решение в сложной обстановке за максимально короткий промежуток времени. Поэтому методика расчётов должна обеспечивать точность, быть простой и быстро выполнимой. Вместе с тем при упрощении методов расчёта происходит потеря точности и, наоборот, для повышения точности, как правило, необходимо учитывать дополнительные факторы, что значительно усложняет расчёты.

Таким образом, подтверждается актуальность поставленных задач исследований, главной из которых является планирование работ при тушении лесного пожара.

3 РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

3.1 Описание типового лесного пожара Самарской области

Рассмотрим сокращенные методики расчёта ресурсов пожаротушения на примере пожара произошедшего в Приволжском федеральном округе, Самарская область, Кинельский район, Красносамарское участковое лесничество, квартал 59, выдел 75,76,77,78,79,87,88,89, общая площадь 14,2 га, назначение – леса имеющие научное или историческое значение.

В настоящее время преобладающей породой являются твердолиственные высокоствольные древостои (дуб, осина). Возраст насаждения 45 - 60 лет. Класс возраста III (средневозрастная группа). Высота насаждения 9 – 14 м, класс бонитета 3, лесоводственная полнота древостоя 0,7, средний диаметр – 24 - 32 см, запас $94 м^3/га$. Класс пожарной опасности по лесорастительным условиям IV (рисунок 10), класс горимости лесных насаждений II определяется по таблице 10.

Таблица 10 - Класс горимости лесных насаждений

Класс горимости насаждений	Тип леса
I	Чистые и с примесью лиственных пород хвойные насаждения (кроме лиственничных)
II	Чистые с примесью хвойных пород лиственные насаждения, а также лиственничные, насаждения

Скорость ветра в течении светового дня: утром = 0.6 м/с; днем = 5 м/с; вечером = 2,6 м/с (данные о скорости ветра взяты из данных метеорологической службы).



Рисунок 10 - Участок леса

Водно – минеральное питание леса мезотрофное (атмосферное и грунтовое). Корневая система леса не потеряла связь с подстилающим отложением (чернозем).

Охрана от пожаров осуществляется наземными силами лесхоза – пожарно – химической станцией третьего типа (ПХС – 3) в сочетании с авиационным обнаружением лесных пожаров [42]. ПХС обслуживает территорию 14тыс. га.

На севере-востоке и юго-востоке в лесном массиве находятся лесные озера (рисунок 11).



Рисунок 11 - Озера расположенные в лесном массиве

Озера на севере-востоке и юго-востоке подготовлены для целей пожаротушения. Устроен подъезд, оборудована специальная площадка для забора воды пожарными автомобилями и мотопомпами. Расстояния от северного озера до лесного пожара 350 м и от озера находящегося на юго-востоке 300 м. Схема водоснабжения показана на рисунке 12.

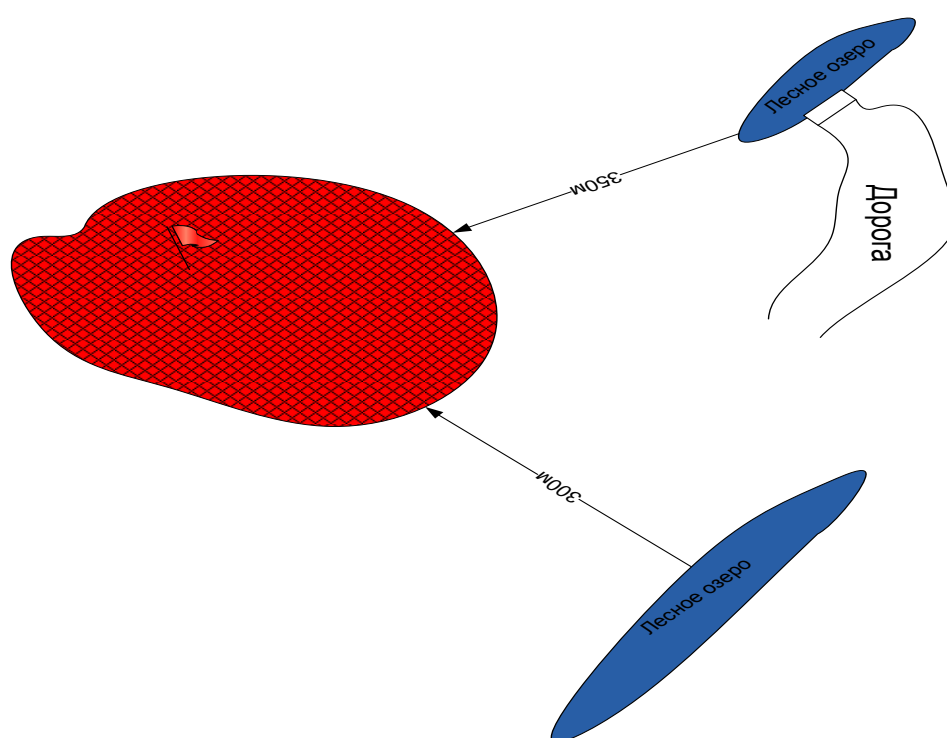


Рисунок 12 - Схема водоснабжения лесного пожара

При автопатрулировании был обнаружен низовой пожар средней интенсивности (высота пламени 0.5-1 м). Время обнаружения – 11:15. Площадь пожара на момент обнаружения пожара $S_n^{11.15} = 1,8 \text{ га}$. Информация о пожаре передана в лесничество. На пожар направлены силы и средства пожарно-химической станции (ПХС-3) АЦ-40, скорость локализации одной АЦ $V_n^{АЦ} = 500 \text{ м/час}$; (8,33 м/мин), малый лесопатрульный комплекс МЛПК, скорость локализации $V_n^{АЦ} = 500 \text{ м/час}$; (8,33 м/мин). Локализация с помощью минерализованной полосы, созданной лесным плугом, скорость локализации $V_{мин.пол}^{мп} = 800 \text{ м/час}$ (13,33 м/мин). Группа общей численностью рабочих в количестве 15 человек, средства пожаротушения – РЛЮ-М (ранцевый лесной

огнетушитель). Скорость локализации кромки пожара РЛО-М - $V_{лок}^{РЛО-М} = 2,3 \text{ м/мин}$. Производительность гидропульта РЛО – М - $q_{гидр} = 2,5 \text{ л/мин}$. Коэффициент использования рабочего времени $K = 0,75$. Время начала тушения – 13:20 часов. Площадь на момент начала тушения пожара - $S_n^{13:20} = 10 \text{ га}$.

3.2 Расчётное обоснование организации тушения низового пожара.

Технология тушения низового пожара

Применяется прямой метод тушения пожара, рабочие - тушители, по мере продвижения вдоль кромки, оставляют позади себя караульных, которые ликвидируют загорание за опорной полосой и дотушивают очаги по периферии пожара. Участок кромки закрепляемый за одним рабочим ($l_{окар}$) зависят от обстановки на пожаре, принимаются от 20 до 300 м. Для рассматриваемого пожара примем $l_{окар} = 100 \text{ м}$ (0,1 км)[7].

3.2.1 Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия сил и средств пожарно-химической станции)

1. Определяем скорость распространения кромки низового пожара по формуле (6) [108]:

$$V_{кр} = \left(\frac{0,5\sqrt{S_n^{13:20}} - 0,5\sqrt{S_n^{11:15}}}{\Delta\tau} - 0,07 \right) \cdot 0,25 =$$

$$= \left(\frac{0,5\sqrt{10} - 0,5\sqrt{1,8}}{2,08} - 0,07 \right) \cdot 0,25 = 0,093 \text{ км/час } \left(55 \text{ м/мин} \right)$$

где: $\Delta\tau$ – время развития пожара от момента обнаружения до начала тушения, час ($\Delta\tau = 2,08 \text{ часа}$); $S_n^{13:20}$ - площадь пожара на момент начала тушения пожара, га; $S_n^{11:15}$ - площадь пожара на момент обнаружения пожара, га.

2. Определяем время развития пожара [40]:

- до начала тушения по формуле (7):

$$\tau_{св.раз.} = \frac{0,5\sqrt{S_n^{13:20}}}{4 \cdot V_{кр} + 0,07} = \frac{0,5\sqrt{10}}{4 \cdot 0,093 + 0,07} = 3,57 \text{ час};$$

- до обнаружения по формуле (8):

$$\tau_{обн} = \tau_{св.раз.} - \Delta\tau = 3,57 - 2,08 = 1,49 \text{ час}.$$

Следовательно, пожар возник в 09 часов 46 минут.

3. Определяет длину периметра[40]:

- на начало тушения по формуле (9):

$$P^{13:20} = (V_{кр} + 0,07) \tau_{св.раз.} = (0,093 + 0,07) \times 3,57 = 1,578 \text{ км};$$

- на момент обнаружения по формуле (10):

$$P^{11:15} = (V_{кр} + 0,07) \tau_{обн} = (0,093 + 0,07) \times 1,49 = 0,671 \text{ км}.$$

4. Определяем скорость роста периметра пожара по формуле (11):

$$V_{пер} = \frac{P^{13:20} - P^{11:15}}{\Delta\tau} = \frac{1,578 - 0,671}{2,08} = 0,442 \text{ км/час} \quad (7,36 \text{ м/мин}).$$

5. Определяем скорость локализации пожара:

- одной АЦ-40 по формуле (51):

$$V_{лок} = \sqrt{V_{туш}^{АЦ} - V_{кр}^2} = \sqrt{8,3^2 - 1,55^2} = 8,15 \text{ м/мин}; \quad (51)$$

- группа из 2 АЦ по формуле (52):

$$V_{лок}^{группа} = N_{АЦ} \times V_{лок} = 2 \times 8,15 = 16,30 \text{ м/мин}. \quad (52)$$

- одной МЛПК по формуле (53):

$$V_{лок} = \sqrt{V_{туш}^{МЛПК} - V_{кр}^2} = \sqrt{8,3^2 - 1,55^2} = 8,15 \text{ м/мин}; \quad (53)$$

- одним рабочим по формуле (13):

$$V_{лок} = \sqrt{V_{туш}^{РЛО-М} - V_{кр}^2} = \sqrt{2,3^2 - 1,55^2} = 1,7 \text{ м/мин};$$

- группой рабочих 5 чел., так как 2 человека на тракторах, 5 на АЦ и 2 на МЛПК по формуле (54):

$$V_{лок}^{группа} = N_{раб} \times V_{лок} \times K = 5 \times 1,7 \times 0,75 = 6,375 \text{ м/мин}; \quad (54)$$

где: $N_{раб}$ – количество рабочих в группе, чел; K – коэффициент использования рабочего времени $K = 0,75$;

- общее время локализации по формуле (55):

$$V_{лок}^{общ} = V_{лок}^{группа} + V_{лок}^{группаАЦ} + V_{лок}^{МЛПК} = 6,375 + 16,30 + 8,15 = 30,825 \text{ м/мин.} \quad (55)$$

6. Определяем минимальное количество рабочих и техники, когда выполняются условия локализации $(V_{лок}^{группа} > V_{перим})$ по формуле (14):

$$N_{раб}^{мин} = \frac{V_{пер}}{V_{лок} \times K} = \frac{7,36}{1,7 \times 0,75} = 5,77 \text{ чел. Принимаем 6 человек;}$$

$$N_{тех}^{мин} = \frac{V_{пер}}{V_{лок}} = \frac{7,36}{8,15} = 0,9 \text{ АЦ. Принимаем 1 АЦ, учитывая что работает 2 АЦ и}$$

1 МЛПК то для окарауливания направляется 1 АЦ и одна МЛПК.

Следовательно, на окарауливание кромки пожара людей не хватает.

7. Определяем количество рабочих для окарауливания пожара по всей длине периметра по формуле (15).

$$N_{окар}^{13:20} = \frac{P^{1320}}{\ell_{окар}} = \frac{1,578}{0,1} = 16 \text{ чел.}$$

Т.к. людей для окарауливания нет, сил и средств для локализации недостаточно.

Дополнительные силы и средства лесничества прибывают в 16:20, с Кинельского лесничества: 2 АЦ с ПХС-3 (9 чел.), 1 автобус с рабочими (20 чел.); трактор с лесным плугом ПКЛ-70, МТЗ-82 и ДТД-55 производительностью по созданию минерализованной полосы $V_{мин.пол}^{тр} = 800 - 1500 \text{ м/час}$; автоцистерна АЦ 1.6 - 40 (ГАЗ-33081), производительность по локализации кромки пожара $V_{лок}^{АЦ-40} = 400 - 600 \text{ м/час}$; зажигательные аппараты в количестве 2 ед.; ранцевый лесной огнетушитель РЛЮ-М в количестве 25 ед.

Таким образом, время сбора и следования сил и средств пожаротушения по сообщению о пожаре ($\tau_{след}$) и время сосредоточения сил и средств на пожаре ($\tau_{сос}$) составляет соответственно 2 часа 5 мин. (с 11:15 до 13:20) и 3 часа (с 13:20 до 16:20).

3.2.2 Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия дополнительных сил и средств лесхоза)

8. Определяем [40]:

- площадь пожара в 16:20 часов по формуле (18):

$$S_n^{16:20} = 4 \times (V_{кр} + 0,07) \times \tau^{16:20} = 4 \times (0,093 + 0,07) \times 6,38^2 = 31,79 \text{ га};$$

- длину периметра пожарав 16:20 часов по формуле (16):

$$P^{16:20} = (V_{кр} + 0,07) \times \tau^{16:20} = (0,093 + 0,07) \times 6,38 = 2,82 \text{ км};$$

- скорость роста периметра пожара по формуле (17):

$$V_{пер}^{16:20} = \frac{P_n^{16:20} - P_n^{11:15}}{\Delta\tau} = \frac{2,82 - 0,671}{2,08} = 1,05 \text{ км/час } (7,5 \text{ м/мин}).$$

9. Для благополучного управления силами и средствами РТЛП организывает встречу прибывающих сил и средств, создаёт штаб, назначает должностных лиц оперативного штаба, организывает связь, а также участки тушения пожара, в данном случае их три (рисунок 13):

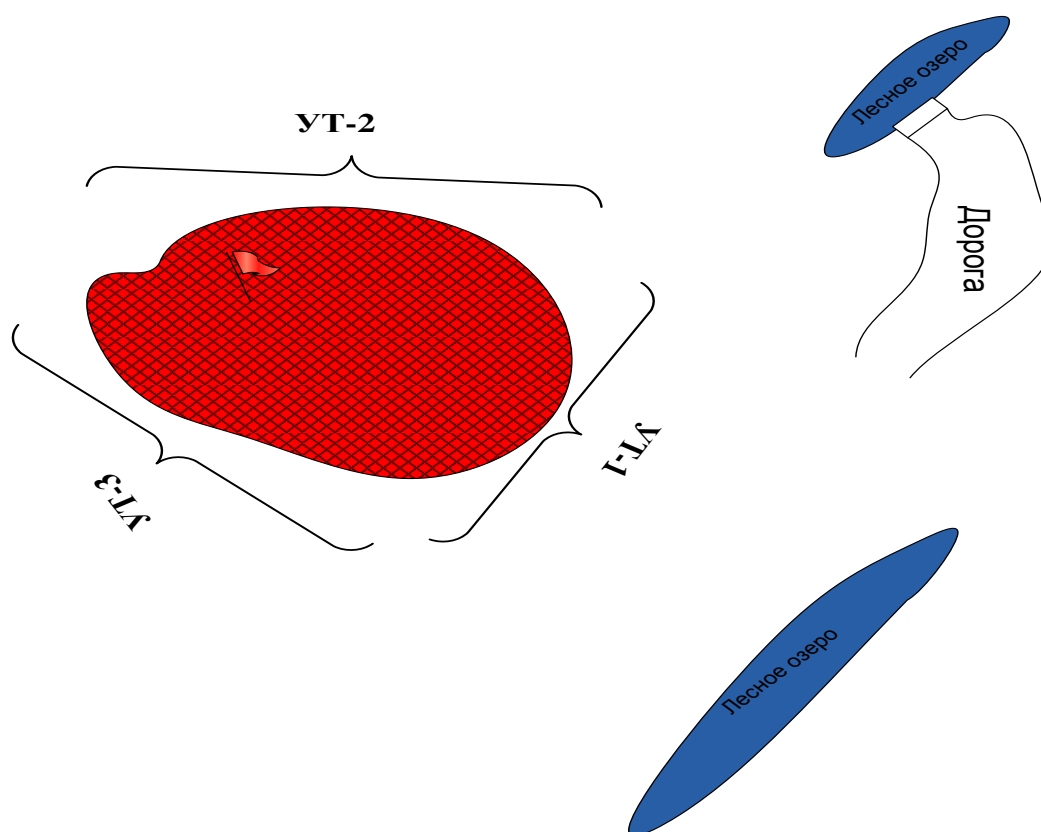


Рисунок 13 - Схема расположения участков тушения пожара

УТ – 1: восточная сторона пожара (длина периметра кромки, закреплённого за участком $P_{пер\ УТ-1}^{16:20} = 722\text{м}$). Применяется косвенный

(упреждающий) метод локализации пожара. Локализация с помощью минерализованной полосы, созданной лесным плугом. Окарауливание. На участке сосредоточены: трактор с лесным плугом (тракторист и 2 рабочих), 10 рабочих с РЛЮ-М для окарауливания локализованной кромки пожара, АЦ-40 и начальник участка тушения. Скорость локализации $V_{мин.пол.}^{mp} = 800 \text{ м/час}$ (13,33 м/мин);

УТ – 2: северо-западная сторона пожара (длина периметра кромки, закреплённого за участком $P_{пер УТ-2}^{16:20} = 1100 \text{ м}$). Применяется прямой (непосредственный) и косвенный (упреждающий) методы локализации пожара. Локализация осуществляется водяными струями от двух автоцистерн АЦ-40 и с помощью минерализованной полосы. Окарауливание. На участке сосредоточены: 2 автоцистерны АЦ-40 от которых подаётся 4 пожарных ствола типа РС-50 (2 водителя и 9 рабочих), трактор, 16 рабочих с РЛЮ-М для окарауливания локализованной кромки пожара и начальник участка тушения. Скорость локализации $V_{мин.пол.}^{mp} = 800 \text{ м/час}$; (13,33 м/мин);

УТ – 3: юго-западная сторона пожара (длина периметра кромки, закреплённого за участком $P_{пер УТ-3}^{16:20} = 1000 \text{ м}$). Применяется прямой (непосредственный) и косвенный (упреждающий) методы локализации пожара. Локализация осуществляется водяными струями от автоцистерны АЦ-40 и МЛПК, а так же с помощью минерализованной полосы. Окарауливание. Скорость локализации $V_{мин.пол.}^{mp} = 800 \text{ м/час}$; (13,33 м/мин). На участке сосредоточены: 1 автоцистерна АЦ-40 от которой подаётся 2 пожарных ствола типа РС-50 (1 водитель и 4 рабочих), 1 МЛПК от которой подаётся 1 пожарный ствол типа РС-50 (1 водитель и 2 рабочих), трактор, 14 рабочих с РЛЮ-М для окарауливания локализованной кромки пожара и начальник участка тушения. На окарауливание направляются рабочие из числа, участвующих в локализации кромки пожара из расчёта 1 рабочий на 100 м длины локализованной кромки. Таким образом, количество рабочих осуществляющих дальнейшую локализацию уменьшается на 1 человека с каждыми 100 метрами

локализованной кромки пожара. Количество рабочих, начинающих локализацию, составляет 10 человек, а завершает локализацию 4 человека. Скорость передвижения рабочих в лесу $V_{пер} = 30 \text{ м/мин}$. В момент завершения локализации количество рабочих на окарауливании кромки пожара составляет до 10 чел.

10. Определяем:

- скорость роста длины периметра на участке УТ-1 по формуле (20):

$$V_{УТ-1} = \frac{V_{пер} \times P_{пер\ УТ-1}^{16:20}}{P_{пер}^{16:20}} = \frac{7,36 \times 722}{2,82 \times 1000} = 1,88 \text{ м/мин};$$

- среднее значение роста длины периметра на участках УТ-2 и УТ-3 за время локализации пожара по формуле (19):

$$V_{УТ-2} = \frac{0,5 \times V_{пер} \times P_{пер\ УТ-2}^{16:20}}{P_{пер}^{16:20}} = \frac{0,5 \times 7,36 \times 1100}{2,82 \times 1000} = 1,43 \text{ м/мин};$$

$$V_{УТ-3} = \frac{0,5 \times V_{пер} \times P_{пер\ УТ-3}^{16:20}}{P_{пер}^{16:20}} = \frac{0,5 \times 7,36 \times 1000}{2,82 \times 1000} = 1,3 \text{ м/мин}.$$

11. Определяем время локализации пожара:

- на участке тушения УТ-1 с учётом скорости роста периметра по формуле (21):

$$\tau_{лок\ УТ-1} = \frac{P_{пер\ УТ-1}^{16:20}}{V_{лок}^{ПЛК-70} - V_{УТ-1}} = \frac{722}{800/60 - 1,88} = \frac{722}{13,33 - 1,88} = 63 \text{ мин. } (05 \text{ ч.});$$

- на участке тушения УТ-2 с учётом среднего значения скорости роста периметра во время локализации по формуле (21):

$$\tau_{лок\ УТ-2} = \frac{P_{пер\ УТ-2}^{16:20}}{V_{лок}^{тр} - V_{УТ-2}} = \frac{1100}{800/60 - 1,43} = \frac{1100}{13,33 - 1,43} = 92,4 \text{ мин. } (1,54 \text{ ч.});$$

- на участке тушения УТ-3 с учётом среднего значения скорости роста периметра во время локализации по формуле (21):

$$\tau_{лок\ УТ-3} = \frac{P_{пер\ УТ-3}^{16:20}}{V_{лок}^{тр} - V_{УТ-3}} = \frac{1000}{800/60 - 1,3} = \frac{1000}{13,33 - 1,3} = 83,1 \text{ мин. } (1,38 \text{ ч.})$$

12. Определяем длину периметра локализованного пожара по формуле (24):

- на участке тушения УТ-1

$$P_{лок}^{УТ-1} = P_{пер\ УТ-1}^{16:20} + V_{УТ-1} \times \tau_{лок\ УТ-1} = 722 + 1,88 \times 63 = 840,4 \text{ м};$$

- на участке тушения УТ-2

$$P_{лок}^{УТ-2} = P_{пер\ УТ-2}^{16:20} + V_{УТ-2} \times \tau_{лок\ УТ-2} = 1100 + 1,43 \times 92,4 = 1232,132 \text{ м};$$

- на участке тушения УТ-3

$$P_{лок}^{УТ-3} = P_{пер\ УТ-3}^{16:20} + V_{УТ-3} \times \tau_{лок\ УТ-3} = 1000 + 1,3 \times 83,1 = 1108,03 \text{ м}.$$

- общую длину периметра на момент локализации пожара по формуле (25):

$$P_{пер}^{18:25} = P_{лок}^{УТ-1} + P_{лок}^{УТ-2} + P_{лок}^{УТ-3} = 840,4 + 1232,132 + 1108,03 = 3180,6 \text{ м (3,18 км)}.$$

13. Определяем расстояние от кромки пожара до минерализованной полосы по формуле (27):

$$L_{кр}^{мин} > V_{кр} \times \tau_{лок\ УТ-1} = 0,093 \times 1,05 = 0,097 \text{ км} . \text{ Принимаем } 97 \text{ м}.$$

14. Определяем длину кромки локализованного пожара, закреплённой для окарауливания за 1 рабочим по формуле (26):

- на участке тушения УТ-1:

$$P_{окар}^{УТ-1} = \frac{P_{пер}^{УТ-1}}{N_{раб\ лок}^{УТ-1}} = \frac{840,4}{11} = 76,4 \text{ м } (\approx 77 \text{ м});$$

- на участке тушения УТ-2:

$$P_{окар}^{УТ-2} = \frac{P_{пер}^{УТ-2}}{N_{раб\ лок}^{УТ-2}} = \frac{1232,132}{14} = 88 \text{ м } (\approx 88 \text{ м});$$

- на участке тушения УТ-3:

$$P_{окар}^{УТ-3} = \frac{P_{пер}^{УТ-3}}{N_{раб\ лок}^{УТ-3}} = \frac{1108,03}{12} = 92,33 \text{ м } (\approx 93 \text{ м}).$$

15. Определяем время с момента возникновения пожара до его локализации по формуле (28):

$$\tau = \tau_{обн} + \tau_{след} + \tau_{сос} + \tau_{лок} = 1,49 + 2,08 + 3 + 1,54 = 8,11 \text{ часа}.$$

Следовательно, пожар локализован в 19 часов 26 минут.

16. Определяем площадь, пройденную пожаром по формуле (29):

$$S_n^{18:25} = 4 \times \left(\frac{P_{пер}^{19:26}}{2} \right)^2 = 4 \times (1,18)^2 = 40,44 \text{ га}.$$

Следовательно локализацию низового пожара осуществляют 40чел., не считая РТП, работников штаба, связных и т.п.

3.3 Прогнозирование развития и последствий лесного пожаров

Дано: блок лиственных массивов площадь – 14,2га (рисунок14; 15) [9];

запас древесины $Q_{зап}$ - 94м³/га;

на площади блока временно находится заготовленная древесина, бытовки и другие строения лесохозяйственной организации,

цена (ставка) древесины на корню $Q_{цен}$ - 35 руб/м³;

низовой пожар распространяется от западной границы блока в восточном направлении со скоростью (V_n) - 1,88м/мин;

длина кромки пожара (a) – 3180,6м;

длина блока лиственного массива (b) – 4000 м;

ожидаемые потери древесины на корню (древостой) $Q_{ном}$ - 8 % объема запаса;

сбыт повреждённой огнём древесины не планируется;

затраты на восстановление в 1,6 раза превышают стоимость сгоревшей и повреждённой на корню древесины $K_{вос}$ - 1,6;

На тушение пожара привлечены рабочие N , 40чел.;

Орудия тушения – комплект ручного инструмента (ЛК – 3);

Направление тушения – от южной границы блока к северной;

Скорость тушения одного рабочего ($V_{туш}$) - 0,8 м/мин;

Скорость передвижения рабочего в лесу ($V_{пер}$) - 30 м/мин;

Коэффициент использования рабочего времени (К) - 0,75;

Затраты на тушение:

транспортировка одного рабочего к месту пожара и обратно (T_p) - 70 руб/день;

питание одного рабочего ($П_p$) - 100 руб/день;

оплата труда одного рабочего (O_p) - 50 руб/час.

Необходимо определить разумную достаточность сил и средств при тушении пожара.

Определение:

1. Расчёт стоимости потерь древесины.
2. Определение затрат на восстановление.
3. Расчёт расходов на тушение, при различной численности задействованных сил и средств.
4. Определение разумной достаточности сил и средств (компромисс между затратами и ожидаемой выгоды).

Расчёт стоимости потерь древесины.

Стоимость потерь древесины определяется путём умножения средней ставки одного обезличенного кубометра корневого запаса древесины преобладающей породы на величину потерь древесины (количество сгоревшей древесины и последующего её отпада [63]).

Для определения стоимости потерь древесины находим:

1. Результирующую скорость тушения кромки пожара 1 рабочим по формуле (37):

$$V_{рез} = \sqrt{V_{туш}^2 - V_{л}^2} = \sqrt{0,8^2 - 0,75^2} = 0,28 \text{ м/мин}$$

2. Скорость тушения кромки пожара группой рабочих по формуле (36), численностью 40 чел.:

$$V_{групп} = K \times N \times V_{рез} = 0,75 \times 40 \times 0,28 = 8,4 \text{ м/мин}$$

3. Время тушения кромки пожара группой рабочих по формуле (38):

$$\tau_{туш} = \frac{a}{V_{групп}} = \frac{3180,06}{8,4} = 378,6 \text{ мин } \approx 6,3 \text{ час}$$

4. Время перехода рабочими вдоль кромки пожара по формуле (40):

$$\tau_{пер} = \frac{a \times (N - 1)}{N \times V_{пер}} = \frac{3180,06 \times (40 - 1)}{40 \times 30} = 103,4 \text{ мин } \approx 1,7 \text{ час}$$

5. Время локализации кромки пожара группой рабочих по формуле (39):

$$\tau_{лок} = \tau_{туш} + \tau_{пер} = 378,6 + 103,4 = 482 \text{ мин } \approx 8,03 \text{ час}$$

6. Расстояние пройденное огнем у северной границы блока по формуле (41):

$$\ell = V_{\text{л}} \times \tau_{\text{лок}} = 0,75 \times 482 = 361,5 \text{ м}$$

7. Площадь пожара по формуле (42):

$$S = \frac{\ell \times a}{2} = \frac{3180,06 \times 361,5}{2} = 574795,845 \text{ м}^2 \quad (7,47 \text{ га})$$

8. Стоимость потерь древесины по формуле (43):

$$D = D_{\text{ном}} \times D_{\text{цен}} \times D_{\text{зан}} \times S = \frac{8 \times 35 \times 94 \times 57,47}{100} = 15126,1 \text{ руб. (15,1 тыс. руб.)}$$

Определяем затраты на восстановление по формуле (45):

$$B = K_{\text{вос}} \times D = 1,6 \times 15126,1 = 24201,76 \text{ руб. (4,2 тыс. руб.)}$$

Определяем суммарную стоимость потерь древесины и затраты на восстановление (потери от пожара) по формуле (44):

$$C = B + D = 24201,76 + 15126,1 = 39327,86 \text{ руб. (9,32 тыс. руб.)}$$

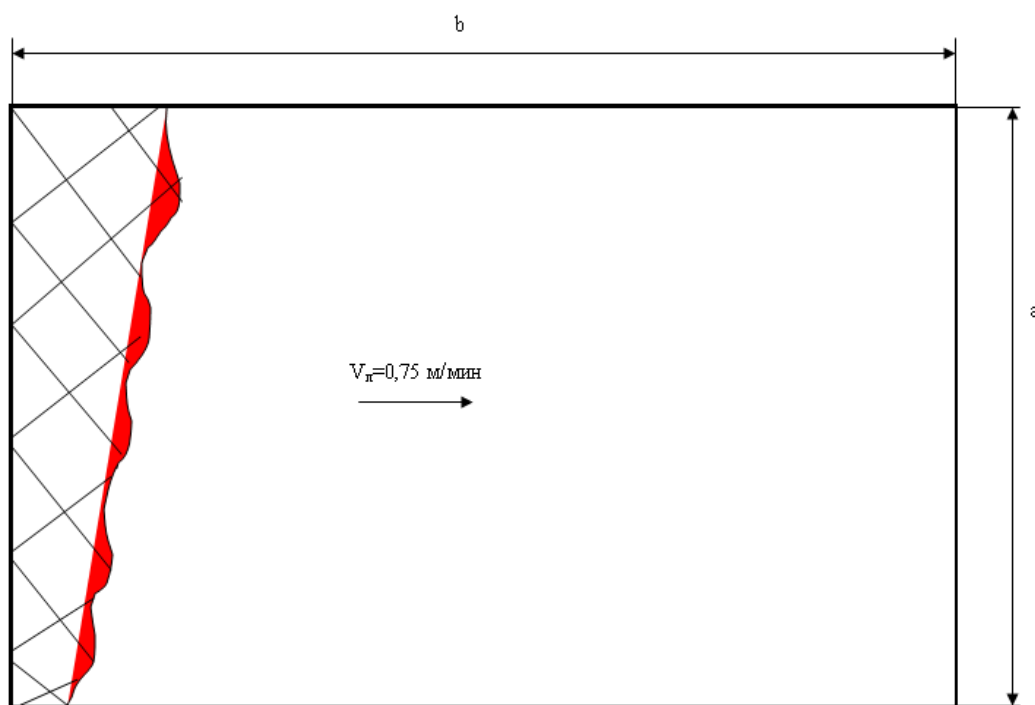


Рисунок 14 - Схема распространения пожара

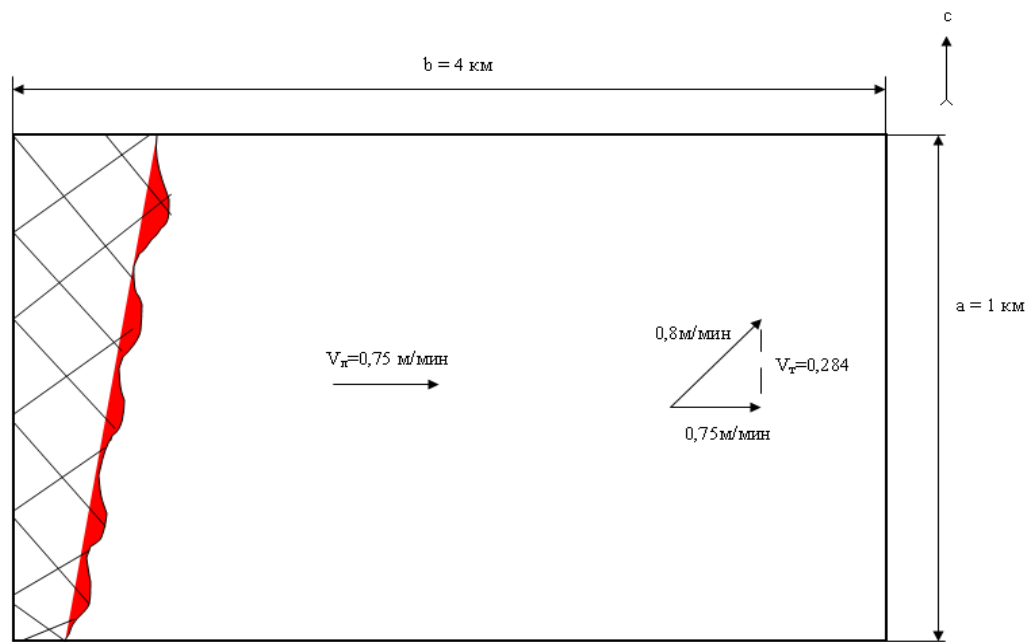


Рисунок 15- Схема развития низового пожара

Определение расходов на тушение лесного пожара

Для определения расходов на заработную плату находим:

1. Расходы по заработной плате группы рабочих по формуле (47):

$$O = O_p \times N \times \tau_{лок} = 50 \times 40 \times 8,03 = 16060 \text{ руб.}$$

2. Транспортные затраты по доставке рабочих к месту пожара и обратно по формуле (46):

$$T = T_p \times N = 70 \times 40 = 2800 \text{ руб.}$$

Чтобы не усложнять расчёт стоимости других услуг машин, израсходованных материалов, средств тушения и другого имущества в данном случае не рассматривается. Другие средства тушения не использовались при тушении рассматриваемого пожара.

3. Расходы на питание работников, занятых на тушение лесного пожара по формуле (48):

$$П = П_p \times N = 100 \times 40 = 4000 \text{ руб.}$$

4. Расходы на тушение лесного пожара по формуле (49):

$$P = T + П + O = 2800 + 4000 + 16060 = 22860 \text{ руб. (22,86 тыс. руб.)}$$

5. Ущерб от лесного пожара по формуле(50):

$$U = D + B + P = 13699,9 + 21919,88 + 22860 = 58479,37 \text{ руб. (8,78 тыс. руб.)}$$

3.4 Обоснование разумной достаточности ресурсов

3.4.1 Прогнозирование последствий крупных лесных пожаров

Определяются линейные скорости распространения низовых ЛП для II класса горимости лесных насаждений:

- Линейная скорость распространения флангов ЛП, согласно разных фаз дня, определяется по графику, в соответствие с рисунком 4а:

$$V_{\phi n}^y = 15 \text{ м/ч (0,25м/мин)};$$

$$V_{\phi n}^d = 10 \text{ м/ч (0,17м/мин)};$$

$$V_{\phi n}^e = 15 \text{ м/ч (0,25м/мин)}.$$

- Линейная скорость распространения тыла ЛП, согласно разных фаз дня, определяется по графику, в соответствие с рисунком 4б:

$$V_m^y = 12 \text{ м/ч (0,2м/мин)};$$

$$V_m^d = 6 \text{ м/ч (0,1м/мин)};$$

$$V_m^e = 10 \text{ м/ч (0,17м/мин)}.$$

- Линейная скорость распространения фронта ЛП, согласно разных фаз дня, определяется по графику, в соответствие с рисунком 4в:

$$V_{\phi}^y = 20 \text{ м/ч (0,33м/мин)};$$

$$V_{\phi}^d = 28 \text{ м/ч (0,46м/мин)};$$

$$V_{\phi}^e = 22 \text{ м/ч (0,37м/мин)}.$$

- Находим приращение периметра ΔII за время распространения пожара t , исходя и по формуле (56):

$$\Delta II = 3,3 V_{\phi} t = 3,3 \cdot 28 \cdot 2,08 = 192,2 \text{ м} \quad (56)$$

Определяется периметр II пожара исходя из начальной площади S_0 по формуле (57):

$$II = 500 \sqrt{S_0} + \Delta II = 500 \sqrt{1,8} + 192,2 = 863 \text{ м}; \quad (57)$$

Определяется площадь пожара S , на момент начала тушения, по формуле (5):

$$S_{13:20} = 4 \cdot 10 - 6 \left[2 = 4 \cdot 10 - 6 \cdot (863) \right] = 3 \text{га};$$

Определяем скорость роста периметра пожара, до начала тушения по формуле (58):

$$V_{пер} = \frac{\Delta l}{t} = \frac{192,2}{2,08} = 92,4 \text{ м/час (1,54 м/мин)}; \quad (58)$$

Определяем скорость распространения кромки низового пожара по формуле (6):

$$V_{кр} = \left(\frac{0,5\sqrt{S_n^{13:20}} - 0,5\sqrt{S_n^{11:15}}}{\Delta \tau} - 0,07 \right) \cdot 0,25 = \\ = \left(\frac{0,5\sqrt{3} - 0,5\sqrt{1,8}}{2,08} - 0,07 \right) \cdot 0,25 = 0,065 \text{ км/час (0,8 м/мин)};$$

Определяем скорость локализации пожара:

- одной АЦ по формуле (51):

$$V_{лок} = \sqrt{V_{туш}^{АЦ}^2 - V_{кр}^2} = \sqrt{8,3^2 - 1,08^2} = 8,23 \text{ м/мин};$$

- группа из 2 АЦ по формуле (52):

$$V_{лок}^{группа} = N_{АЦ} \times V_{лок} = 2 \times 8,23 = 16,46 \text{ м/мин}.$$

- одной МЛПК по формуле (53):

$$V_{лок} = \sqrt{V_{туш}^{МЛПК}^2 - V_{кр}^2} = \sqrt{8,3^2 - 1,08^2} = 8,23 \text{ м/мин};$$

- одним рабочим по формуле (13):

$$V_{лок} = \sqrt{V_{туш}^{Р.ЛО-М}^2 - V_{кр}^2} = \sqrt{2,3^2 - 1,08^2} = 2,03 \text{ м/мин};$$

- группой рабочих 5 чел., так как 2 человека на тракторах, 5 на АЦ и 2 на МЛПК по формуле (54):

$$V_{лок}^{группа} = N_{раб} \times V_{лок} \times K = 5 \times 2,03 \times 0,75 = 7,61 \text{ м/мин};$$

где: $N_{раб}$ – количество рабочих в группе, чел; K – коэффициент использования рабочего времени $K = 0,75$;

- общее время локализации по формуле (55):

$$V_{лок}^{общ} = V_{лок}^{группа} + V_{лок}^{группаАЦ} + V_{лок}^{МЛПК} = 16,46 + 8,23 + 7,61 = 32,3 \text{ м/мин}.$$

- Определяем минимальное количество рабочих и техники, когда выполняются условия локализации $(V_{лок}^{групп} > V_{перим})$ по формуле (14):

$$N_{раб}^{min} = \frac{V_{пер}}{V_{лок} \times K} = \frac{1,54}{5 \times 0,75} = 1,37 \text{ чел. Принимаем 2 человек;}$$

$$N_{тех}^{min} = \frac{V_{пер}}{V_{лок}} = \frac{1,54}{8,23} = 0,19 \text{ АЦ. Принимаем 1 АЦ, учитывая, что работает 2 АЦ}$$

и 1 МЛПК то для окарауливания направляется 1 АЦ и одна МЛПК.

Следовательно, на окарауливание кромки пожара людей не хватает.

- Определяем количество рабочих для окарауливания пожара по всей длине периметра по формуле (15):

$$N_{окар}^{13:20} = \frac{l}{l_{окар}} = \frac{863}{100} = 9 \text{ чел.}$$

Т.к. людей для окарауливания нет, сил и средств для локализации недостаточно. РТП вызывает дополнительные силы на тушение пожара.

Дополнительные силы и средства лесничества прибывают в 16:20, с Кинельского лесничества: 2 АЦ с ПХС-3 (9 чел.), 1 автобус с рабочими (20 чел.); трактор с лесным плугом ПКЛ-70, МТЗ-82 и ДТД-55 производительностью по созданию минерализованной полосы $V_{мин.пол}^{тр} = 800 - 1500 \text{ м/час}$; автоцистерна АЦ 1.6 - 40 (ГАЗ-33081), производительность по локализации кромки пожара $V_{лок}^{АЦ-40} = 400 - 600 \text{ м/час}$; зажигательные аппараты в количестве 2 ед.; ранцевый лесной огнетушитель РЛЮ-М в количестве 25 ед.

Таким образом, время сбора и следования сил и средств пожаротушения по сообщению о пожаре ($\tau_{след}$) и время сосредоточения сил и средств на пожаре ($\tau_{сос}$) составляет соответственно 2 часа 5 мин. (с 11:15 до 13:20) и 3 часа (с 13:20 до 16:20).

3.4.2 Расчет сил и средств для тушения низового пожара (на момент прибытия дополнительных сил и средств лесхоза)

Определяем периметр пожара на момент начала тушения исходя из периметра по формуле (59):

$$l^{16:20} = l_0 + \Delta l = 192,2 + 863 = 1055 \text{ м} \quad (59)$$

Определяется площадь пожара S_{16:20}, на момент начала тушения, по формуле (5):

$$S_{16:20} = 4 \cdot 10^{-6} [2 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot (1055)^2 = 4,45 \text{ га};$$

- Находим:

- скорость распространения кромки низового пожара, за время прибытия дополнительных сил и средств по формуле (60):

$$V_{кр} = \left(\frac{0,5\sqrt{S_n^{16:20}} - 0,5\sqrt{S_n^{13:20}}}{\Delta\tau} - 0,07 \right) \cdot 0,25 =$$

$$= \left(\frac{0,5\sqrt{4,45} - 0,5\sqrt{3}}{2,08} - 0,07 \right) \cdot 0,25 = 0,045 \text{ км/час } \left(0,75 \text{ м/мин} \right) \quad (60)$$

- длину периметра пожара в 16:20 часов по формуле (16):

$$l^{16:20} = \left(V_{кр} + 0,07 \right) \tau^{16:20} = \left(0,045 + 0,07 \right) \cdot 6,38 = 1,563 \text{ км};$$

- скорость роста периметра пожара по формуле (58):

$$V_{пер}^{16:20} = \frac{l^{16:20} - l^{13:20}}{\Delta\tau} = \frac{1,563 - 1,055}{2,08} = 506,46 \text{ м/час } \left(8,4 \text{ м/мин} \right).$$

Для успешного управления силами и средствами РТЛП организует встречу прибывающих сил и средств, создаёт штаб, назначает должностных лиц оперативного штаба, организует связь, а также создает три участка тушения пожара.

УТ – 1: восточная сторона пожара (длина периметра кромки, закреплённого за участком $P_{пер\ УТ-1}^{16:20} = 722 \text{ м}$). Применяется косвенный (упреждающий) метод локализации пожара. Локализация с помощью минерализованной полосы, созданной лесным плугом. Окарауливание. На участке сосредоточены: трактор с лесным плугом (тракторист и 2 рабочих), 10 рабочих с РЛЮ-М для окарауливания локализованной кромки пожара, АЦ-40 и начальник участка тушения. Скорость локализации $V_{мин.пол}^{mp} = 800 \text{ м/час } (13,33 \text{ м/мин});$

УТ – 2: северо-западная сторона пожара (длина периметра кромки, закреплённого за участком $P_{пер\ УТ-2}^{16:20} = 1100$ м). Применяется прямой (непосредственный) и косвенный (упреждающий) методы локализации пожара. Локализация осуществляется водяными струями от двух автоцистерн АЦ-40 и с помощью минерализованной полосы. Окарауливание. На участке сосредоточены: 2 автоцистерны АЦ-40 от которых подаётся 4 пожарных ствола типа РС-50 (2 водителя и 9 рабочих), трактор, 16 рабочих с РЛО-М для окарауливания локализованной кромки пожара и начальник участка тушения. Скорость локализации $V_{мин.пол.}^{mp} = 800$ м/час; (13,33 м/мин);

УТ – 3: юго-западная сторона пожара (длина периметра кромки, закреплённого за участком $P_{пер\ УТ-3}^{16:20} = 1000$ м). Применяется прямой (непосредственный) и косвенный (упреждающий) методы локализации пожара. Локализация осуществляется водяными струями от автоцистерны АЦ-40 и МЛПК, а так же с помощью минерализованной полосы. Окарауливание. Скорость локализации $V_{мин.пол.}^{mp} = 800$ м/час; (13,33 м/мин). На участке сосредоточены: 1 автоцистерна АЦ-40 от которой подаётся 2 пожарных ствола типа РС-50 (1 водитель и 4 рабочих), 1 МЛПК от которой подаётся 1 пожарный ствол типа РС-50 (1 водитель и 2 рабочих), трактор, 14 рабочих с РЛО-М для окарауливания локализованной кромки пожара и начальник участка тушения. На окарауливание направляются рабочие из числа, участвующих в локализации кромки пожара из расчёта 1 рабочий на 100 м длины локализованной кромки. Таким образом, количество рабочих осуществляющих дальнейшую локализацию уменьшается на 1 человека с каждыми 100 метрами локализованной кромки пожара. Количество рабочих, начинающих локализацию, составляет 10 человек, а завершает локализацию 4 человека. Скорость передвижения рабочих в лесу $V_{пер} = 30$ м/мин. В момент завершения локализации количество рабочих на окарауливании кромки пожара составляет до 10 чел.

- Находим:

- скорость роста длины периметра на участке УТ-1 по формуле (20):

$$V_{УТ-1} = \frac{V_{неп} \times]_{УТ-1}^{16:20}}{]_{16:20}} = \frac{8,4 \times 722}{1,563 \times 1000} = 3,9 \text{ м/мин};$$

- среднее значение роста длины периметра на участках УТ-2 и УТ-3 за время локализации пожара по формуле (19):

$$V_{УТ-2} = \frac{0,5 \times V_{неп} \times]_{УТ-2}^{16:20}}{]_{16:20}} = \frac{0,5 \times 8,4 \times 1100}{1,563 \times 1000} = 2,96 \text{ м/мин};$$

$$V_{УТ-3} = \frac{0,5 \times V_{неп} \times]_{УТ-3}^{16:20}}{]_{16:20}} = \frac{0,5 \times 8,4 \times 1000}{1,563 \times 1000} = 2,7 \text{ м/мин}.$$

- Находим время локализации пожара:

- на участке тушения УТ-1 с учётом скорости роста периметра по формуле (21):

$$\tau_{лок\ УТ-1} = \frac{]_{УТ-1}^{16:20}}{V_{лок}^{ППК-70} - V_{УТ-1}} = \frac{722}{800/60 - 3,9} = 76,56 \text{ мин. } (1,3 \text{ ч.});$$

- на участке тушения УТ-2 с учётом среднего значения скорости роста периметра во время локализации формуле (21):

$$\tau_{лок\ УТ-2} = \frac{]_{УТ-2}^{16:20}}{V_{лок}^{mp} - V_{УТ-2}} = \frac{1100}{800/60 - 2,96} = 106,17 \text{ мин. } (1,8 \text{ ч.});$$

- на участке тушения УТ-3 с учётом среднего значения скорости роста периметра во время локализации формуле (21):

$$\tau_{лок\ УТ-3} = \frac{]_{УТ-3}^{16:20}}{V_{лок}^{mp} - V_{УТ-3}} = \frac{1000}{800/60 - 2,7} = 94,07 \text{ мин. } (1,57 \text{ ч.})$$

- Находим длину периметра локализованного пожара по формуле (24):

- на участке тушения УТ-1

$$]_{лок}^{УТ-1} =]_{УТ-1}^{16:20} + V_{УТ-1} \times \tau_{лок\ УТ-1} = 722 + 3,9 \times 76,56 = 1020,6 \text{ м};$$

- на участке тушения УТ-2

$$]_{лок}^{УТ-2} =]_{УТ-2}^{16:20} + V_{УТ-2} \times \tau_{лок\ УТ-2} = 1100 + 2,96 \times 106,17 = 1414,3 \text{ м};$$

- на участке тушения УТ-3

$$]_{лок}^{УТ-3} =]_{УТ-3}^{16:20} + V_{УТ-3} \times \tau_{лок\ УТ-3} = 1000 + 2,7 \times 94,07 = 1254 \text{ м}.$$

- общую длину периметра на момент локализации пожара по формуле (25):

$$l_{пер}^{19:26} = l_{лок}^{УТ-1} + l_{лок}^{УТ-2} + l_{лок}^{УТ-3} = 1020,6 + 1414,3 + 1254 = 3689 \text{ м (3,689 км)}.$$

- Находим расстояние от кромки пожара до минерализованной полосы по формуле (27):

$$L_{кр}^{мин} > V_{кр} \times \tau_{лок}^{УТ-1} = 0,045 \times 1,3 = 0,6 \text{ км}. \text{ Принимаем } 60 \text{ м}.$$

- Находим длину кромки локализованного пожара, закреплённой для окарауливания за 1 рабочим по формуле (26):

- на участке тушения УТ-1:

$$l_{окар}^{УТ-1} = \frac{l^{УТ-1}}{N_{раб\ лок}^{УТ-1}} = \frac{1020,6}{10} = 102,06 \text{ м } (\approx 103 \text{ м});$$

- на участке тушения УТ-2:

$$l_{окар}^{УТ-2} = \frac{l^{УТ-2}}{N_{раб\ лок}^{УТ-2}} = \frac{1414,3}{16} = 88,4 \text{ м } (\approx 89 \text{ м});$$

- на участке тушения УТ-3:

$$l_{окар}^{УТ-3} = \frac{l^{УТ-3}}{N_{раб\ лок}^{УТ-3}} = \frac{1054}{14} = 75,3 \text{ м } (\approx 76 \text{ м}).$$

- Находим время с момента возникновения пожара до его локализации по формуле (28):

$$\tau = \tau_{обн} + \tau_{след} + \tau_{сос} + \tau_{лок} = 1,49 + 2,08 + 3 + 1,8 = 8,37 \text{ часа}.$$

Следовательно, пожар локализован в 19 часов 26 минут.

- Находим площадь, пройденную пожаром по формуле (29):

$$S_n^{19:26} = 4 \times (l_{пер}^{19:26})^2 = 4 \times (3,689)^2 = 54,4 \text{ га}.$$

Следовательно локализацию низового пожара осуществляют 40 чел., 4 пожарные АЦ, 1 МЛПК, 3 трактора, не считая РТП, работников штаба, связных и т.п.

3.5 Выводы по разделу

Исходя из результатов обзора методов расчета сил и средств,

необходимых для локализации лесных пожаров, отметим, что они позволяют расширить возможности планирования лесопожарных работ. Получены сведения о характере влияния различных параметров пожара, принимаемых решений и внешних условий на конечные показатели процесса тушения (время локализации, площадь тушения пожара).

Следовательно, в данном разделе разобраны организационные аспекты борьбы с лесными пожарами. На уровне руководителя тушения лесного пожара и оперативного штаба определяется общее количество сил и средств, при этом основными параметрами, как правило, являются протяжённость горящей кромки пожара и периметрическая скорость, продуктивность сил и средств с учётом конкретных технологических обстоятельств. Параметры распространения лесного пожара находят на основе опубликованных данных о типах важнейших проводников горения.

При всем удобстве предоставленных расчетов в них не придают значение нескольким параметрам, которые необходимо учитывать при тушении лесных пожаров. Во-первых, в рассмотренных методиках не учитывается приспособление параметров оперативной обстановки в течение светового дня. Во-вторых, в методике прогнозирования развития и последствий крупных лесных пожаров отсутствуют необходимые для ликвидации пожара расчеты сил и средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В процессе исследований установлены особенности возникновения и распространения лесных пожаров, их пространственно-временное распределение. Изучен опыт организации охраны лесов и борьбы с лесными пожарами в регионе.

2. Определены функциональные зависимости между основными параметрами процесса локализации и характеристиками пожара для трёх групп способов тушения (прямых, косвенных параллельных и косвенных независимых). Введён показатель эффективной скорости локализации, учитывающей влияние распространяющейся кромки. Полученные результаты являются теоретической основой оперативного планирования и оценки эффективности мероприятий по борьбе с лесными пожарами.

3. Предложены методы тактических расчётов, существенно повышающие качество и оперативность принимаемых решений. Тактические расчёты включают порядок и алгоритмы определения основных характеристик пожара, параметров процесса его локализации, необходимого количества сил и средств тушения, расстояний, на которых создаются опорные и заградительные полосы и другие вычислительные процедуры.

4. Рассмотрены граничные условия, определяющие тактические возможности пожарных подразделений и особенности прогнозируемых факторов развития и последствий лесных пожаров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьев Ю.Л. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы/Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; [Текст] - Ю.Л. Воробьева; МЧС России. – М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. – 312 с.
2. Владимиров В.В. Катастрофы конца XX века. [Текст] – М. Геополитика. 2011. 284с.
3. Григорьев А.Н., Гундар С.В., Денисов А.Н. Управление силами и средствами при тушении пожаров (тушение лесных пожаров силами ФПС МЧС России): Монография. [Текст] - М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 139 с
4. Курбатский Н.П. К дискуссии о классификации лесных пожаров. Горение и пожары в лесу (Материалы координационного совещания, состоявшегося 18-22 мая 1971), [Текст] ИЛиД СО АН СССР, Красноярск, 1973. С. 76 - 92.
5. Залесов А.С. Классификация лесных пожаров. Методические указания по курсу «Лесная пирология», [Текст] - УГЛТУ, 2011, - 15 с.
6. Рекомендации по обнаружению и тушению лесных пожаров (утв. Рослесхозом 17.12.1997)
7. Иванов В.А., Иванова Г.А., Москальченко С.А. Справочник по тушению природных пожаров; Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянскогоэкорегiona» [Текст] - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск, 2011.-130 с.
8. Щетинский Е.А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров: <http://airbase23.ru/node/901>
9. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров. (Пособие для лесных пожарных), Изд. 3-е, [Текст]. - М. ВНИИЛМ, 2012, - 104 с.
10. Инструкция по авиационной охране лесов: Утверждена приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 22 сентября 1997 г. № 122.

11. Арцыбашев Е. С. Проблема лесных пожаров и ее техническое решение // Приложение к журналу Безопасность жизнедеятельности. - 2013. - № 11. - С. 3-8
12. Великанов Г. Б. Лесные пожары — проблема российского леса / Г. Б. Великанов, А. В. Кудряшев, Т. В. Якушева [Текст] Приложение к журналу Безопасность жизнедеятельности. - 2013. - № 11. - С. 9-13
13. Николаев М.В. Горимость Новгородских лесов и мероприятия по повышению их устойчивости к лесным пожарам. [Текст] Безопасность жизнедеятельности № 11, 2013. Приложение. С. 16 - 20.
14. Федеральный закон от 04.12.2006 г. № 200 – ФЗ “Лесной кодекс РФ” (ред. от 28.07.2012 № 133–ФЗ) <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>
15. Федеральный закон от 29.12.2010 г. № 442 – ФЗ “О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (04.05.2011 г. № 99-ФЗ) <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>
16. Федеральный закон от 25.10.2001 № 136 – ФЗ “Земельный кодекс Российской Федерации” (ФЗ 23.07. 2013 г. № 247-ФЗ) <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>
17. Федеральный закон от 03.06.2006 № 74 – ФЗ “Водный кодекс Российской Федерации” (ФЗ 21.10.2013 г. № 282-ФЗ) <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>
18. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 – ФЗ “О пожарной безопасности”: (ред. от 23.06.2016 г.). <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>
19. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7 – ФЗ “Об охране окружающей среды” (ред. от 23.06.2016 г.). <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>
20. ПП РФ от 30.06.2007 г. № 417 “Об утверждении правил пожарной безопасности в лесах” [Текст] (ред. от 14.04.2014 г.).

21. Федеральный закон от 06.05.2011 г. № 100 – ФЗ “О добровольной пожарной охране (ред. от 02.07.2013 г.)
<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

22. Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области:
http://www.priroda.samregion.ru/forestry_sector/forest_plan/

23. Приказ Рослесхоза от 03.11.2011 г. № 470 “Об утверждении порядка организации и выполнения авиационных работ по охране и защите лесов” (Зарегистрировано в Минюсте РФ 16.03.2012 № 23504)
<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

24. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68–ФЗ “О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” (ред. от 23.06.2016 г.) <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

25. Федеральный закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ “Лесной кодекс Российской Федерации” (ред. от 03.07.2016 г.)
<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

26. Федеральный закон от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ “Градостроительный кодекс Российской Федерации” (ред. от 19.12.2016 г.)
<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

27. Парламентские слушания, посвященные развитию системы правового обеспечения охраны лесов от пожаров. // Устойчивое лесопользование № 3 (25) 2010 г. С. 2-12

28. Указ Президента РФ от 27.08.2010 г. № 1074 ”О Федеральном агентстве лесного хозяйства” (ред. от 27.06.2012 г.)
<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

29. Указ Президента РФ от 27.06.2012 г. № 906 “О функциях Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации”
<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

30. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 сентября 2013 г. № 1724-р “Об утверждении Основ государственной политики в области

использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года” <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc>

31. Лесное ресурсоведение: учебник / Ю. А. Ширнин [и др.]; [Текст]. проф. Ю.А. Ширнина. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2012. - 356 с.

32. Приказ МПР РФ от 17.04.2007 г. № 101 «Особенности охраны лесов, разработки и осуществления профилактических и реабилитационных мероприятий в зонах радиоактивного заражения лесов»

33. Крюков Е. В., Бутенко В. М. Опасные природные процессы:” [Текст] /Крюков Е. В., Бутенко В.М. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. – 119 с.

34. Коровин Г.Н., Зукерт Н.В. ЦЭПЛ РАН “Влияние климатических изменений на лесные пожары в России”: http://kovdoravia.narod.ru/vlijanie_klimata.html

35. Коршунов Н.А. Борьба с лесными пожарами: информационное обеспечение с помощью авиационных средств [Текст] // Пожарная безопасность. – 2008 г. № 1. – С. 125 – 129

36. Абдурагимов И.М. Новая стратегия и тактика тушения лесных пожаров. Научно-технический журнал “Пожаровзрывобезопасность” № 11 (том 20) 2011. стр. 44 – 52

37. Изучение действий работников организаций и граждан в случае обнаружения пожара. С.В. Гундар, А.Н. Денисов, Научно-технический журнал “Пожаровзрывобезопасность” № 3 (том 17) 2008. стр. 21 - 25

38. Приемлемый лесопожарный риск. С.В. Гундар, А.Н. Денисов, Н.Я. Трифонов. Научно-технический журнал “Пожаровзрывобезопасность” № 3 (том 18) 2009. стр. 57 – 66

39. Валендик Э.Н. Борьба с крупными лесными пожарами. ” [Текст] – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ния. 1990. – 193 с.

40. Методика оценки и расчета выхода загрязненных радионуклидами продуктов горения при лесных пожарах. МПР РФ. ” [Текст] – М. 2012. 37 стр.

41. Овчинников Ф.М. Графоаналитические методы в тактических и экономических расчетах тушения лесного пожара // Лесное хозяйство. 2010, № 1. - С. 50-52

42. Овчинников Ф.М., Кимяева Л.В. Методика разработки нормативов на тушение лесных пожаров// Охрана лесов от пожаров, лесовосстановление и лесопользование. [Текст]. ФГУ “ВНИИПОМ лесхоз”. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2009. – С. 204 – 211.

43. Главацкий Г.Д., Груманс В.М. Особенности тактики тушения лесных пожаров в многолесных районах Сибири //Охрана лесов от пожаров, лесовосстановление и лесопользование. [Текст]. ФГУ “ВНИИПОМ Лесхоз”, Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2011. — С. 23-37.

44. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. ”[Текст] — М.: Стройиздат, 1987. — 288 с.: ил.

45. Постановление правительства РФ от 15 апреля 2014 года № 318 Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы:

46. Вешняков Я.Д., Матевосова К.Л., Авраменко А.А. и др. Разработка и внедрение нормативной методической базы оценки интегральных показателей рисков возникновения чрезвычайных ситуаций [Текст] Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2009 г. - № 1. – с. 50-70.

47. Работа с населением по предотвращению лесных пожаров: Практическое пособие // ” [Текст]. РАСХН Е.П. Кузьмичева. - М.: издательство “Весь Мир”, 2006. – 128 с.

48. Долгов А.А., Сумина Е.Н. Методология оценки лесопожарных рисков – основа поддержки принятия решений в кризисных ситуациях, вызванных лесными пожарами // Технология гражданской безопасности. - 2007. - № 3 (13). – с. 79 – 83.

49. Требования к мерам пожарной безопасности в лесах в зависимости от целевого назначения лесов, показателя природной пожарной опасности лесов и показателей пожарной опасности в лесах по условиям погоды: ” [Текст]

Утверждены приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 6 февраля 2009 г. № 32.

50. Ресурсное обоснование сил и средств для тушения низового лесного пожара Гундар С.В., Данилов М.М., Денисов А.Н., Опарин И.Д. // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 2 (42) – апрель 2012 г.

51. Современные технологии защиты и спасения / МЧС России. [Текст] Р.Х. Цаликова; - М.: Деловой экспресс, 2011. – 288 с. Гришагин В.М., Ковалев В.И., Фарберов В.Я. Опасные природные процессы: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 400 с

52. Кашин В.И. «Власть должна повернуться лицом к русскому лесу» // <http://mkkprf.ru/news-view-13083-word-%C4%F3%EC%FB.html>

53. Лесной кодекс Российской Федерации: Комментарии // ” [Текст] Н.В. Комаровой, В.П. Рощупина. М.: ВНИИЛМ, 2009. – 856 с.

54. Критическая ситуация: выход есть [Текст] Спасатель, 27 апреля 2009г.

55. Огонь и вода ” [Текст] Спасатель, 10 апреля 2009 г

56. Деньги есть, но тушить некому ” [Текст] Лесная газета, 1 июля 2009 г.

57. Окунев А. Пока регионы принимают полномочия, леса горят синим пламенем ” [Текст] Лесная Россия. – 2009. - № 6. – С. 15 – 19.

58. Ярошенко А. Лесная реформа в России: что сейчас происходит с российскими лесами и лесным хозяйством ” [Текст] Лесная газета, 19 апреля 2010 г.

59. Пинягина Н.Б. Экономика лесного сектора: [Текст] – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. -205 с.

60. Про “движения леса”, “недвижимые” самолёты и ещё кое о чём важном ” [Текст] Лесная газета. 10 июня 2011 г.

61. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2015 году. ” [Текст] - М. МЧС России; ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2008. - 250 с.

62. Министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации Сергей Донской провел межведомственное совещание, посвященное итогам пожароопасного сезона 2015 г.: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID132036>

63. Инструкция по определению ущерба, причиняемого лесными пожарами: Утверждена приказом Руководителя Федеральной службы лесного хозяйства России от 03.04.1998 № 53.

64. Методика оценки последствий лесных пожаров. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС. Книга 2. М. ВНИИ ГОЧС, 1994, 42 стр.

65. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 318 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие лесного хозяйства" на 2013 - 2020 годы" <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70544228/#ixzz4VT4aA9WA>

66. Приказ Минтруда России от 02.11.2015 № 835н. "Об утверждении Правил по охране труда в лесозаготовительном, деревообрабатывающем производствах и при проведении лесохозяйственных работ"

67. Щетинский Е.А. Охрана лесов от пожаров. ” [Текст] Учебное пособие Часть 1 (Книга 1) Лесные пожары и охрана лесов, 2010: <http://airbase23.ru/node/907>

68. Лесная пирология: Учеб. пособие / Мелехов И.С., Душа-Гудым С.И. Сергеева Е.П. / ” [Текст]- М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007 г. – 296 с.

69. Коршунов Н.А. Авиационное тушение лесных пожаров: особенность кризисного реагирования [Текст] Авиапанорама. – 2012 г. № 96. – С. 10 – 13.

70. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов // Новосибирск: ” [Текст] СО РАН, 2012 г., 314 с.

71. <http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/monitoring-pozharnoy-obstanovki-i-prognozirovanie-chs/>