



УДК 630*432

Результаты оценки лесопожарных рисков как основа планирования противопожарных мероприятий

© Ю.А. Андреев¹, А.Ю. Андреев¹, С.П. Амельчугов², В.М. Груманс³

The wildfire assessments results as a basis for the fire protection

Y.A. Andreev¹, A.Y. Andreev¹, S.P. Amelchugov², V.M. Grumans³ (¹Krasnoyarsk Scientific Laboratory of Saint Petersburg Forestry Research Institute, ²LLC «Scientific-research Institute for Fire Safety», ³Krasnoyarsk Institute of Railway transport, Brach of the Irkutsk State University of Railway transport)

The purpose of this research is validating the methodological foundations of forest fire risk assessment.

The work is based on a review and analysis of various kinds of information, scientific and technological achievements, the results of wildfires and statistics. The analysis of the theories, methods and models of fire risk assessment methods of fire danger in the forest, defined concepts and structure of forest fire risks, analyses of natural, technogenic and human factors in the shaping of forest fire risks and the consequences of forest fires.

The application of the developed methods can estimate the risks of forest fires, their structure and consequences. To plan the most effective fire prevention measures and to optimize the cost of their implementation using the criterion of minimality of the total losses from forest fires on this basis.

Key words: wildfire risk, risks of occurrence, detection risks, fire spreading risks, fire suppression risks, risks of wildfire consequences

Результаты оценки лесопожарных рисков как основа планирования противопожарных мероприятий

Ю.А. Андреев, А.Ю. Андреев, С.П. Амельчугов, В.М. Груманс

Целью настоящего исследования является обоснование методологических основ оценки лесопожарных рисков.

Работа основана на обзоре и анализе различного рода информации, научно-технических достижений, на результатах исследования лесных пожаров и статистических данных.

Проведён анализ теорий, методов и моделей пожарных рисков, методов оценки пожарной опасности в лесу, определены понятия и структура лесопожарных рисков, проанализированы природные, техногенные и антропогенные факторы формирования лесопожарных рисков и последствий лесных пожаров.

В результате применения разработанных методов можно оценить риски от лесных пожаров, их структуру и последствия, и на этой основе запланировать наиболее эффективный комплекс противопожарных мероприятий и оптимизировать затраты на их выполнение с использованием критерия минимальности суммарных убытков от лесных пожаров.

Ключевые слова: лесопожарный риск, риски возникновения, риски при обнаружении, риски распространения, риски при тушении, риски последствий

Андреев Юрий Александрович, заведующий лабораторией, д-р технических наук
Андреев Артем Юрьевич, младший науч. сотр.

¹Красноярская научная лаборатория ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

660049, г. Красноярск, Академгородок, 50а

Телефон/факс: (391) 290-52-17

E-mail: KI-spbniilh2011@yandex.ru

Амельчугов Сергей Петрович, научный руководитель, д-р технических наук

²ООО «Научно-исследовательский институт проблем пожарной безопасности»

660049, г. Красноярск, Академгородок, 50а

Телефон/факс: (391) 290-50-50

E-mail: www.niirpb.ru

Грумманс Виктор Михайлович, доцент, канд. с.-х. наук

³ФБОУ «Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения»

660028, Красноярск, ул. Ладо Кецховели, 89

Телефон/факс: (391) 248-16-44

E-mail: kright@krsk.irgups.ru

Понятие риска тесно связано с безопасностью, при этом под риском подразумевается мера опасности, которая сочетает в себе вероятность неблагоприятного события и объем этого события (потери, ущерб, убытки), а пожарный риск — это количественная характеристика возможности реализации пожарной опасности (и ее последствий), измеряемая, как правило, в соответствующих единицах [3].

Мера риска позволяет определить «количество» риска, степень опасности, убытков, потерь для социума, экономики и окружающей среды, тем самым определяя дальнейшие действия людей по предотвращению и уменьшению опасности. Проблема управления рисками тесно связана с проблемой неопределенности (неточности, недостаточности, неполноты, недостоверности, ненадежности) знаний об условиях и процессах, протекающих в интересующем нас объекте и внешней среде, с вероятностным характером возникновения нежелательных событий.

В области пожарной безопасности оценка и управление рисками направлены на снижение возможных последствий от пожаров, на уменьшение риска для социума, экономики и окружающей среды.

Работы по исследованию рисков лесных пожаров (лесопожарных рисков) появились совсем недавно. Применительно к лесным пожарам оценка интегрального лесопожарного риска включает в себя определение вероятности возникновения пожара, вероятности его позднего обнаружения (необнаружения), вероятности распространения и вероятности безуспешного тушения (нетушения), измеряемых в долях единицы [1]. Эти вероятности и представляют собой риски возникновения пожаров, риски распространения, риски при обнаружении и тушении и находятся в интервале от 0 до 1.

Указанные риски зависят от множества факторов, которые можно разделить на способствующие повышению и способствующие снижению определенного вида риска. Некоторые из этих факторов могут быть благоприятствующими для одного вида риска и препятствующими для другого. Так, наличие развитой дорож-

ной сети является фактором, повышающим антропогенную пожарную опасность, но, с другой стороны, препятствует развитию пожара и способствует его успешному тушению.

В общем виде структура лесопожарных рисков (далее ЛПР) представлена на рисунке 1.

Вероятность возникновения пожаров определяется погодными условиями, лесопирологическими характеристиками территории, антропогенными факторами (наличием источников огня и вероятностью их реализации в пожар) и др.

Вероятность позднего обнаружения пожаров, превышающая принятые на практике значения (более 0,01 га для районов интенсивного ведения лесного хозяйства, более 1 га для районов наземной и авиационной охраны лесов и более 3 га для районов авиационной охраны лесов), или необнаружения наряду с природными факторами определяется существующей системой организации наблюдения за территорией (наличием или отсутствием пожарных наблюдательных пунктов, наземного, авиационного, космического мониторинга, возможностью оперативной передачи информации и др.).

Развитие (динамика) пожара зависит от метеорологических и лесопирологических факторов (включая рельеф местности), а также наличия и параметров сети противопожарных барьеров естественного и искусственного происхождения, останавливающих или замедляющих распространение горения по территории, и др.

Сложность тушения определяется параметрами лесного пожара, обеспеченностью силами и средствами пожаротушения, квалификацией специалистов, наличием рубежей для сдерживания пожара и пуска отжига и др.

Все факторы, которые определяют лесопожарные риски, можно объединить в три группы:

- факторы, которые нельзя спрогнозировать, проконтролировать, на которые невозможно воздействовать (оптические эффекты, падение метеоритов и т. п.);
- факторы, которые можно учесть (погодные условия, рельеф и др.);

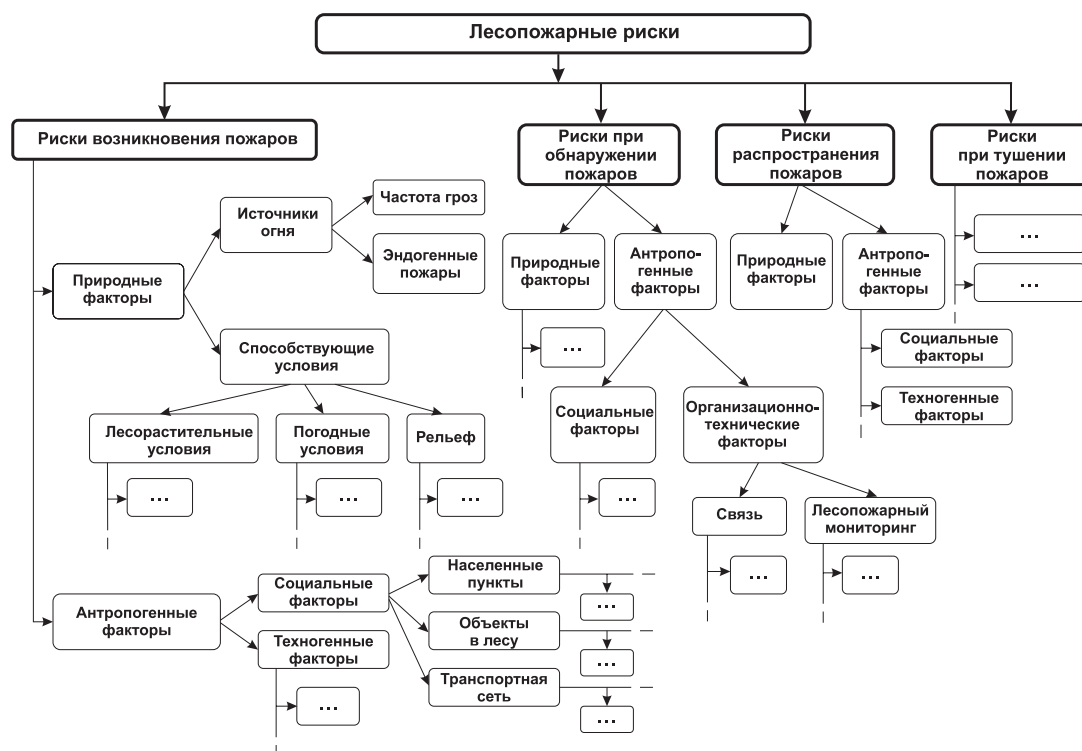


Рис. 1. Структурная схема лесопожарных рисков

— факторы, которые можно учитывать и на которые можно воздействовать (уровень противопожарной подготовки населения, противопожарное обустройство, организация пожаротушения и т. д.).

При реализации ЛПР возникают риски последствий лесных пожаров. Основными являются экономические, экологические и социальные, выделение которых условно, так как они пересекаются.

Экономические последствия включают в себя прямой и косвенный (экологический) ущерб. Прямой ущерб состоит из затрат на тушение пожаров; стоимости поврежденной и сгоревшей древесины на корню; затрат на создание новых лесных культур взамен погибших; стоимости работ по восстановлению территорий горельников (гарей).

Экологический ущерб включает в себя снижение социально-экологических функций леса (таких, как рекреационная, оздоровитель-

ная, санитарно-гигиеническая, водоохранная, почвозащитная), повреждение или уничтожение лесов, а также эмиссии углерода и углеродсодержащих газов в атмосферу в результате лесных пожаров.

Социальными последствиями являются причинение вреда здоровью людей и их гибель в результате природных пожаров, в том числе при уничтожении населенных пунктов и различных объектов от лесных пожаров (рис. 2).

Функция вероятности возникновения пожаров определяется погодными условиями, в т. ч. грозовой активностью, пирологическими характеристиками растительности, антропогенными факторами (наличием источников огня и их теплофизическими характеристиками).

Погодные условия — наиболее изменчивый параметр, определяющий пожарную опасность в лесах. Характер антропогенных источников огня (которые составляют абсолютное боль-

шинство) меняется обычно лишь по мере изменения социально-экономических условий. Общие пирологические характеристики (лесные горючие материалы, далее ЛГМ) изменяются после лесозаготовок, пожаров и т. п. Условия погоды изменчивы и в зависимости от них варьируется пожарная зрелость ЛГМ.

Из элементов погоды наиболее существенное влияние на степень пожарной опасности оказывают осадки, температура воздуха и его влажность. Выпадение даже небольших осадков приводит к увлажнению напочвенного покрова и временному прекращению опасности возникновения пожара. Для полного увлажне-

ния подстилки требуется уже значительное количество осадков. При расчетах пожарной опасности учитываются осадки не менее 3 мм.

В настоящее время в России для определения ежедневной степени пожарной опасности по условиям погоды рассчитывается комплексный показатель, который учитывает совокупность метеорологических факторов, влияющих на изменение влажности горючих материалов, или показатели влажности покрова (ПВ-1) и подстилки (ПВ-2) согласно рекомендациям, указаниям [4, 8].

На способность ЛГМ к загоранию оказывает влияние продолжительность бездождного

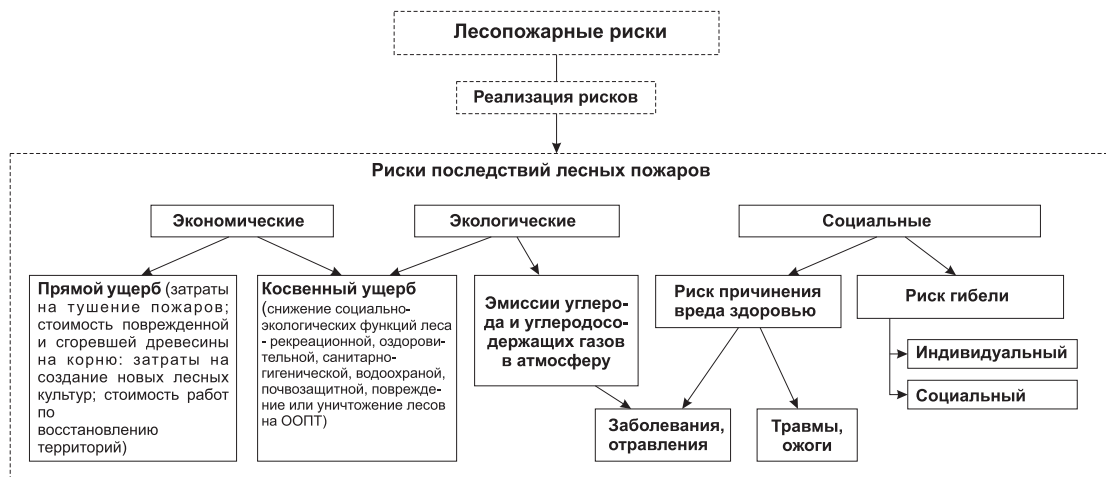


Рис. 2. Структурная схема рисков и последствий от лесных пожаров

периода: чем он протяжённее, тем суше эти материалы и тем больше осадков нужно для полного их увлажнения. Однако для возникновения пожара достаточно, чтобы высох поверхностный слой напочвенного покрова. Так, слой мхов и лишайников может в верхней части иметь влажность 25-30% и легко загораться, а влажность нижней части этого слоя может достигать в это время более 70%, когда горение не распространяется [5].

К антропогенным факторам возникновения пожаров в лесу относят: нарушение правил пожарной безопасности местным населением,

лесозаготовителями, работниками экспедиций, сельскохозяйственные палы, умышленные поджоги.

Для определения количества антропогенных источников огня и лесных пожаров чаще всего используется зависимость частоты последних от плотности населения, которая впервые была обнаружена Н.П. Курбатским [6] по данным Западной Европы и Средиземноморья. С ростом плотности населения количество пожаров на единице площади возрастает, при этом средняя площадь пожара снижается (коэффициент корреляции $r = -0,57$). Это объяс-

няется более благоприятными условиями для противопожарного обустройства территории и оперативного тушения вследствие более развитой дорожной сети и наличия трудовых и материальных ресурсов.

На частоту и продолжительность посещений населением лесных территорий с различными целями влияет место жительства – чем малочисленнее населенный пункт, тем больше времени проводят в лесу его жители, поэтому они представляют большую пожарную опасность. Антропогенная пожарная опасность на лесном участке в первую очередь зависит от числа населенных пунктов, расположенных в пределах доступности (до 75-100 км), численности жителей в них, расстояния до этих населенных пунктов, наличия транспортных путей и их вида [2].

Вероятность позднего обнаружения лесных пожаров определяется рядом факторов. Риск позднего обнаружения лесного пожара снижается, если существуют возможности оперативной передачи информации о возникшем пожаре, поэтому необходимо учитывать наличие различных средств связи в населенных пунктах, на находящихся в лесу объектах, у посетителей леса и водителей транспортных средств. Фактором снижения риска позднего обнаружения лесного пожара является присутствие на рассматриваемой территории экспедиций, сельскохозяйственных и лесозаготовительных предприятий, организаций, ведущих заготовку побочной продукции леса.

Своевременному обнаружению пожаров препятствуют атмосферные явления (облачность, загазованность, задымленность) и особенности рельефа (высота над уровнем моря, крутизна склонов). Роль социальных факторов в обнаружении лесных пожаров заключается в содействии пешего населения и работников различных предприятий, а также водителей различных транспортных средств в выявлении возникающих пожаров и передаче информации о них представителям пожарной охраны. Вероятность своевременного обнаружения лесных пожаров пешим населением увеличивается с ро-

стом его рекреационной активности, сознательности и ответственности; при наличии оптических приборов.

Эффективность системы обнаружения лесных пожаров зависит от ряда организационно-технических факторов, связанных с наличием системы контроля за территорией и средств оперативной передачи информации. Факторы, обеспечивающие контроль территории, включают космический, авиационный и наземный мониторинг. При оценке вклада космического мониторинга учитываются период обращения спутников, разрешающая способность аппаратуры и приборное оснащение.

Авиационный мониторинг осуществляется при патрулировании и заключается в систематическом наблюдении с воздуха за обслуживаемой лесной территорией с целью своевременного обнаружения пожаров и выявления нарушений правил пожарной безопасности.

Важнейшей компонентой функции вероятности обнаружения лесного пожара является наземный мониторинг, основанный на деятельности пожарных наблюдательных пунктов, гронопеленгаторов, телевизионных установок, а также на патрулировании территории с использованием авто- и мототранспорта, речных судов. При учете факторов наземного мониторинга принимается во внимание расстояние до населенных пунктов.

Вероятность распространения пожара – функция метеорологических и пирологических факторов (включая рельеф местности), а также наличия и параметров сети противопожарных барьеров естественного и искусственного происхождения, останавливающих или замедляющих распространение горения по территории.

На развитие лесного пожара оказывают влияние тип растительности, наличие, состояние и запасы напочвенных горючих материалов.

Природная пожарная опасность (пожарная опасность ЛГМ) определяется в соответствии с классификацией, утвержденной Приказом МСХ РФ от 05.07.2011 № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасно-

сти в лесах в зависимости от условий погоды» [8]. Однако эта классификация отражает преимущественно условия возникновения пожаров и разработана на основе шкалы загораемости лесных участков И.С. Мелехова [7]. Наиболее пожароопасными являются хвойные молодняки, сплошные вырубki, расстроенные, отмирающие и сильно поврежденные древостои, захламленные гари и другие лесные участки. Наименее пожароопасны некоторые березняки, осинники, ельники и все ольшаники. Однако при сильных и длительных засухах различия в опасности возникновения пожаров в разных природных условиях сглаживаются, а из-за образующегося большого дефицита влаги загораемость напочвенного покрова восстанавливается очень быстро даже после существенных осадков. Причем для снижения уровня пожарной опасности в лесах V класса (низшего) требуется больше осадков, чем для лесов I класса. Таким образом, различия в природной пожарной опасности проявляются в основном в средние по погодным условиям сезоны.

Для определения вида лесного пожара и примерной скорости распространения его кромки можно воспользоваться классификацией основных категорий земель и типов леса, которая составлена на основе систематизации известных данных о видах и скорости распространения кромки пожара в различных типах леса [9, 10, 11] (табл.1).

Развитию пожара способствуют погодные условия: температура и влажность воздуха, солнечная радиация, а главным образом – скорость ветра [11].

Зависимость скорости движения кромки лесного пожара от скорости ветра можно выразить следующими уравнениями:

а) по ветру

$$K = (0,8 + 0,9V_{ветра})^2; \quad (1)$$

б) поперек ветра

$$K = (0,9 + 0,4V_{ветра})^2; \quad (2)$$

в) против ветра коэффициент $K = 0,7$.

К природным факторам, препятствующим развитию лесного пожара, относится наличие на рассматриваемой территории гидрографических объектов (реки, озера, ручьи). Другим природным фактором, который учитывается при оценке риска развития лесного пожара, является рельеф местности (крутизна и экспозиция склона, каменистые россыпи, овраги). Наиболее существенное влияние, особенно для открытых пространств, на развитие пожара оказывает ветер, который в значительной мере усиливает не только распространение огня в направлении ветра, но и искроперенос.

К социальным факторам, оказывающим влияние на развитие лесного пожара, относятся главным образом рекреация и животноводство. Вследствие деятельности рекреантов образуется тропиноподобная сеть, вытаптываются ЛГМ, проводится вырубка сухостоя и очистка территории от древесного хлама; животными также вытаптываются ЛГМ, поедается травянистая растительность.

Факторами, препятствующими развитию лесного пожара, являются противопожарное обустройство территории, транспортная сеть, технические коммуникации и сооружения. К элементам противопожарного обустройства относятся минерализованные полосы, противопожарные канавы, противопожарные опушки, противопожарные дороги, а также мероприятия по обрубки нижних сучьев у хвойных деревьев и очистка территории от древесного хлама. При оценке риска развития лесного пожара учитываются автомобильные дороги улучшенного покрытия, грунтовые и лесовозные дороги, а также железнодорожные ветки. Барьерами для распространения огня служат линии электропередач и трубопроводы, имеющие системы защиты от лесных пожаров, а также карьеры, разработки, отвалы.

Противопожарная подготовка работников предприятий, осуществляющих производственную деятельность на лесной территории, местного населения может играть существенную роль при оценке риска развития лесного пожара, так как самостоятельное тушение огня под-

Таблица 1

Классификация основных категорий земель и типов леса по опасности распространения пожаров

| Модель ЛПМ | Характеристика | Вид пожара | Скорость фронта при разных значениях КПО по условиям погоды, м/ч | | | | |
|------------|--|------------|--|-----|------|------|------|
| | | | I | II | III | IV | V |
| Т | Торфяники | Торфяной | нет | нет | 1 | 1 | 1 |
| Н-1 | Березняки и осинники долгомошники. Ольшаники | Низовой | 5 | 15 | 25 | 35 | 40 |
| Н-2 | Сосняки кисличники, сфагновые, долгомошники, сложные, липняковые, лещиновые, дубняковые, травяные, по болоту. Лиственничники брусничники, вейниковые, разнотравные, осоковые и мертвопокровные. Ельники кисличники, сложные, липняковые, лещиновые, дубняковые, черничники дренированные, зеленомошные, мелкотравные, осоковые и разнотравно-злаковые, на старых гарях, редицах, вырубках вейниковых. Березняки кисличники, сфагновые. Осинники кисличники и черничники. Дубняки. Сплошные вырубки таволговых и долгомошниковых типов, особенно захламленные. Мари | Низовой | 15 | 30 | 50 | 85 | 120 |
| Н-3 | Лиственничники кедрово-стланцевые. Сплошные вырубки лишайниковые, вересковые, вейниковые и другие типы вырубок по суходолам, особенно захламленные. Расстроенные, отмирающие и сильно поврежденные древостой (сухостойники, участки бурелома и ветровала, недорубы). Участки условно-сплошных и интенсивных выборочных рубок. Захламленные гари. Степи, пустоши, прогалины, сельхозугодья и другие открытые пространства | Низовой | 20 | 50 | 120 | 250 | 400 |
| НВ-1 | Сосняки черничники. Ельники долгомошники, сфагновые и приручейные. Ельники черничники и брусничники | Низовой | 15 | 30 | 50 | 85 | 120 |
| НВ-2 | Сосняки лишайниковые, вересковые, брусничники | Верховой | нет | нет | 400 | 1200 | 2000 |
| НВ-3 | Кедровники | Низовой | 20 | 50 | 120 | 250 | 400 |
| НВ-4 | Хвойные молодняки и культуры (кроме лиственничных), заросли кедрового стланика, горючие кустарники | Верховой | нет | нет | 400 | 1200 | 2000 |
| | | Низовой | 15 | 30 | 50 | 85 | 120 |
| | | Верховой | нет | нет | 2000 | 4000 | 6000 |
| | | Низовой | 20 | 50 | 120 | 250 | 400 |
| | | Верховой | нет | нет | 2000 | 4000 | 6000 |

Примечание. Условиями возникновения верховых пожаров являются: полнота насаждения 0,7 и выше; наличие хвойного подроста, подлеска; класс пожарной опасности по условиям погоды — III и выше; скорость ветра не менее 4 м/с.

ручными средствами, до прибытия пожарной охраны имеет большое значение.

Ключевые факторы тушения лесного пожара состоят из природных, социальных, технических и организационных факторов, которые в свою очередь имеют сложную структуру.

Природные факторы определяют вид и интенсивность лесного пожара, которые оказывают существенное влияние на процесс тушения. Эти факторы зависят от типа растительности, наличия пожароопасного подроста и подлеска, захламленности территории, полноты древостоя. Погодные условия, характеризующиеся сильным ветром и высокой температурой воздуха, также являются фактором, повышающим риск безуспешного тушения лесного пожара. Крутизна склона учитывается как фактор, ограничивающий применение технических средств пожаротушения и снижающий производительность пожарных с ручными инструментами.

Основными техническими факторами, благоприятствующими успешному тушению лесного пожара, являются противопожарное обустройство прилегающей к объекту территории (создание минерализованных полос, противопожарных канав, противопожарных дорог, искусственных источников воды). Оценка водоисточников проводится с учетом их полезного объема, расстояния и наличия оборудованных подъездов.

В качестве социального фактора, снижающего риск безуспешного тушения лесного пожара, рассматривается уровень противопожарной подготовки населения и работников предприятий, осуществляющих производственную деятельность на лесной территории.

Важную роль в успешном тушении лесных пожаров играют организационные факторы. При оценке доступности участка учитывается расстояние до подразделения пожарной охраны, наличие автомобильных и противопожарных дорог. Для определения возможности ликвидации пожара силами лесопожарной охраны учитывается принадлежность территории к той или иной зоне охраны (авиационная, наземная, неохраемая).

Эффективность тушения лесных пожаров на прилегающих к различным объектам территориях зависит от наличия в пределах доступности подразделений пожарной охраны; их ведомственной принадлежности (МЧС, субъект РФ, авиалесоохрана, ДПД и др.); кадрового состава и технической оснащенности. При оценке кадрового состава пожарной охраны принимается во внимание численность персонала и уровень его квалификации, а техническая оснащенность оценивается по степени отклонения от нормативной обеспеченности.

Проведение мероприятий по защите объекта от лесных пожаров должно основываться на взаимодействии подразделений МЧС и МВД, ведомственных пожарных частей, лесопожарных служб, предприятий лесной отрасли и сельского хозяйства. Поэтому необходимо учитывать наличие плана взаимодействия указанных организаций. На оценку эффективности тушения лесного пожара влияет и то, в чьем ведении находится оцениваемый участок или кто является его собственником (РФ, субъект РФ, муниципальное образование, арендатор) – в силу их различных возможностей по обеспечению пожарной безопасности.

При оценке ЛПР исследуются:

- а) возможность ликвидации лесного пожара на начальной стадии первичными и подручными средствами пожаротушения;
- б) соответствие и состояние элементов противопожарного обустройства характеристикам лесной территории;
- в) соответствие и состояние сил и средств пожаротушения задаче обеспечения эффективной оперативной борьбы с лесными пожарами;
- г) организационно-технические меры борьбы с лесными пожарами с целью определения несоответствия установленным нормативным документам;
- д) наличие и состояние противопожарных водоемов;
- е) соответствие требований плану противопожарного устройства территорий;
- з) количество, состояние и практическая подготовка работников пожарной охраны и ле-

сопожарных служб к тушению лесного пожара;

ж) численность добровольных пожарных формирований, их оснащение и натренированность для ликвидации лесных пожаров;

и) наличие подразделений пожарной охраны в ближайшем населенном пункте, кадровый состав, техническая оснащенность.

Если на начальной стадии лесной пожар не наносит ущерба, то его можно идентифицировать как возгорание, то есть риск равен нулю. Однако по мере его развития, когда распространение огня принимает неконтролируемый характер, растет и значение пожарного риска.

Обычно ожидаемые потери соотносят с размерами возможного пожара. Поэтому достаточно оценить предполагаемую площадь его распространения, и, прежде всего, развитие опасных факторов. Для небольших пожаров, например, размером до 5 га, зона действия лимитируется радиусом развития и полосой шириной до 20 м, прилегающей к пройденной огнем территории.

Однако для больших пожаров, тем более, если они возникают в лесных массивах с высокой природной пожарной опасностью и (или) с разнообразными лесорастительными условиями, процесс идентификации рисков развития пожара характеризуется неопределенностью в отношении исходных данных и является достаточно сложной научно-технической задачей.

Выводы

1. Интегральный (суммарный) лесопожарный риск включает в себя определение целого ряда вероятностей: возникновения пожара, его позднего обнаружения (необнаружения), распространения и безуспешного тушения (нетушения). Эти вероятности эквивалентны соответствующим рискам и находятся в интервале от 0 до 1.

2. Указанные риски зависят от множества факторов, которые можно разделить на благоприятствующие (способствующие) и препятствующие (затрудняющие) снижению определенного вида риска. Некоторые из этих факторов могут быть благоприятствующими для

одного вида риска и препятствующими для другого.

3. Функция вероятности возникновения пожаров определяется погодными условиями, лесопирологическими характеристиками территории, антропогенными факторами (наличием источников огня и вероятностью их реализации в пожар) и др.

4. Вероятность позднего обнаружения пожаров или необнаружения, наряду с природными факторами, определяется существующей системой организации мониторинга за территорией (наличием или отсутствием пожарных наблюдательных пунктов, наземного, авиационного, космического мониторинга, возможностью оперативной передачи информации и др.).

5. Вероятность развития пожара – функция метеорологических и лесопирологических факторов, включая рельеф местности, а также наличия и параметров сети противопожарных барьеров естественного и искусственного происхождения, останавливающих или замедляющих распространение горения по территории, и др.

6. Функция вероятности безуспешного тушения (нетушения) определяется параметрами лесного пожара, обеспеченностью силами и средствами пожаротушения, квалификацией специалистов, наличием рубежей для сдерживания пожара и пуска отжига и др.

7. В связи с тем, что значительная часть информации можно получить только экспертным путем, при определении лесопожарных рисков целесообразно наряду с количественными характеристиками условий возникновения, обнаружения, распространения и развития лесных пожаров и факторов, обуславливающих эффективность мероприятий по борьбе с ними, использовать метод экспертных оценок.

8. Анализ риска осуществляется по схеме: идентификация опасностей, мониторинг природной среды → анализ (оценка) опасностей → анализ уязвимости территорий → анализ интегрального лесопожарного риска. После его сравнения с приемлемым риском и принятия решения о целесообразности проведения противопожарных мероприятий выполняются обоснование и

реализация комплекса мер по защите лесов от пожаров.

9. В результате применения разработанных методов можно оценить риски от лесных пожаров и их структуру. На этой основе — запла-

нировать наиболее эффективный комплекс противопожарных мероприятий и оптимизировать затраты на их выполнение с использованием критерия минимальности суммарных убытков от лесных пожаров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Амелъчугов, С.П. Оценка лесопожарных рисков / С.П. Амелъчугов, Ю.А. Андреев, С.Ю. Комаров // Труды десятой международной конференции по финансово-актуарной математике и эвентологии безопасности. Красноярск, 2011. — С. 33-38.
2. Андреев, Ю.А. Население и лесные пожары в Нижнем Приангарье / Ю.А. Андреев. — Красноярск: ПИК «Офсет», 1999. — 95 с.
3. Брушлинский, Н.Н. О понятии пожарного риска и связанных с ним понятиях / Н.Н. Бушлинский // Пожарная безопасность. — 1999. — № 3. — С. 83-84.
4. Жданко, В.А. Научные основы построения местных шкал и значение их при разработке противопожарных мероприятий / В.А. Жданко // Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними. — М.: Лесная пром-сть, 1965. — С. 53-86.
5. Курбатский, Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров / Н.П. Курбатский. — М.: Гослесбумиздат, 1962. — 154 с.
6. Курбатский, Н.П. Проблема лесных пожаров / Н.П. Курбатский // Возникновение лесных пожаров. — М.: Наука, 1964. — С. 5-60.
7. Мелехов, И.С. Природа леса и лесные пожары / И.С. Мелехов. — Архангельск, 1947. — 60 с.
8. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды: Приказ Рослесхоза от 05.07.2011 № 287 // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»: [Эл. ресурс] / Компания «Консультант Плюс». — Загл. с экрана. — Яз. рус.
9. Софронов, М.А. Типы основных проводников горения при низовых пожарах / М.А. Софронов, А.В. Волокитина // Лесной журнал. — 1985. — № 5. — С. 12-17.
10. Софронов, М.А. Типы проводников горения при низовых пожарах / М.А. Софронов, А.В. Волокитина // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Тез. докл. Всерос. совещания. — М.: Наука, 1983. — С. 190.
11. Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров. — М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. — 97 с.

REFERENCES

1. Amel'chugov, S.P. Otsenka lesopozharnykh riskov / S.P. Amel'chugov, Yu.A. Andreev, S.Yu. Komarov // Trudy desyatoj mezhdunarodnoj konferentsii po finansovo-aktuarnoj matematike i ehventologii bezopasnosti. Krasnoyarsk, 2011. — S. 33-38.
2. Andreev, Yu.A. Naselenie i lesnye pozhary v Nizhnem Priangar'e / Yu.A. Andreev. — Krasnoyarsk: PИК «Ofset», 1999. — 95 s.
3. Brushlinskij, N.N. O ponyatii pozharnogo riska i svyazannykh s nim ponyatijakh / N.N. Bushlinskij // Pozharnaya bezopasnost'. — 1999. — № 3. — S. 83-84.
4. Zhdanko, V.A. Nauchnye osnovy postroeniya mestnykh shkal i znachenie ikh pri razrabotke protivopozharnykh meropriyatij / V.A. Zhdanko // Sovremennye voprosy okhrany lesov ot pozharov i bor'by s nimi. — M.: Lesnaya prom-st', 1965. — S. 53-86.

5. Kurbatskij, N.P. Tekhnika i taktika tusheniya lesnykh pozharov / N.P. Kurbatskij. – M.: Goslesbumizdat, 1962. – 154 s.
6. Kurbatskij, N.P. Problema lesnykh pozharov / N.P. Kurbatskij // Vozniknovenie lesnykh pozharov. – M.: Nauka, 1964. – S. 5-60.
7. Melekhov, I.S. Priroda lesa i lesnye pozhary / I.S. Melekhov. – Arkhangel'sk, 1947. – 60 s.
8. Ob utverzhdenii klassifikatsii prirodnoj pozharnoj opasnosti lesov i klassifikatsii pozharnoj opasnosti v lesakh v zavisimosti ot uslovij pogody : Prikaz Rosleskhoza ot 05.07.2011 № 287 // Spravochno-pravovaya sistema «Konsul'tant Plyus»: [Ehl. resurs] / Kompaniya «Konsul'tant Plyus». – Zagl. s ehkrana. – Yaz. rus.
9. Sofronov, M.A. Tipy osnovnykh provodnikov goreniya pri nizovykh pozharakh / M.A. Sofronov, A.V. Volokitina // Lesnoj zhurnal. – 1985. – № 5. – S. 12-17.
10. Sofronov, M.A. Tipy provodnikov goreniya pri nizovykh pozharakh / M.A. Sofronov, A.V. Volokitina // Rol' podstilki v lesnykh biogeotsenozakh. Tezisy dokl. Vseros. soveshaniya. – M.: Nauka, 1983. – S. 190.
11. Ukazaniya po obnaruzheniyu i tusheniyu lesnykh pozharov. – M.: VNIITSlesresurs, 1995. – 97 s.