

DOI 10.31509/2658-607x-202142-2

УДК 630*43; 630*421

**ШКАЛА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ
ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ И. С. МЕЛЕХОВА.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ**

© 2021 г.

А. С. Плотникова

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН**Россия, 117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, стр. 14*E-mail: plotnikova-as-cepl@yandex.ru

Поступила в редакцию 10.05.2021

После рецензирования 08.06.2021

Принята к печати 29.06.2021

Статья посвящена обзору различных методических подходов к определению природной пожарной опасности (ППО), созданию, актуализации и применению карт ППО, которые предлагают современные отечественные исследователи. Приведена и проанализирована принятая в настоящее время шкала оценки природной пожарной опасности И. С. Мелехова. Указаны отмечаемые современными исследователями методические недостатки шкалы. Рассмотрена разработка ФБУ СПбНИИЛХ нового методического подхода к составлению региональных шкал оценки природной пожарной опасности лесов с учетом взаимосвязи лесорастительных, сезонных и климатических условий в субъектах РФ. Изучена методика составления карт природной пожарной опасности на основе карт растительных горючих материалов, предложенная научной группой Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Рассмотрены работы Мытищинского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана по изучению возможности применения методов математического моделирования для долгосрочного прогнозирования изменения ППО при разных сценариях ведения лесного хозяйства. Приведен метод актуализации карт классов ППО с ежегодной периодичностью, предложенный в ЦЭПЛ РАН. Рассмотрен пример применения карт ППО при оценке вероятности возникновения лесных пожаров в ИКАРП ДВО РАН. Обозначены перспективные направления исследований: картографическое представление создаваемых региональных шкал ППО и результатов математического моделирования долгосрочных изменений ППО.

Ключевые слова: *природная пожарная опасность, карты растительных горючих материалов, лесные пожары*

Одним из наиболее значимых факторов в развитии лесных экосистем являются пожары. Вероятность возникновения и дальнейшее распространение лесного пожара зависит от степени пожарной опасности. Выделяют два вида пожарной опасности в лесах — природную и по условиям погоды. В данной работе акцентируем внимание на природной пожарной опасности (ППО) и ставим цель изучить различные методические подходы к ее определению, а также созданию,

актуализации и применению карт ППО, которые предлагают современные отечественные исследователи.

В России природная пожарная опасность лесного участка определяется в соответствии со шкалой И. С. Мелехова (Мелехов и др., 2007). Для служб лесопожарной охраны регламентировано использование классификации ППО приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 5 июля 2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной

пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды». В зависимости от объекта загорания (характерные типы леса, вырубки, другие категории насаждений и безлесных пространств), а также условий возникновения и распространения пожара выделяется пять классов ППО. Первый класс соответствует самым пожароопасным участкам с наибольшей вероятностью возникновения и распространения пожара, пятый класс — участкам с наименьшей вероятностью или ее отсутствием.

Определение классов природной пожарной опасности лесов является одной из ключевых задач мониторинга пожарной опасности в лесах (Шур и др., 2020). Стратегическое и оперативное управление работой лесопожарных формирований невозможно без использования ППО. В рамках стратегического управления классы природной пожарной опасности (КППО) необходимы при планировании мероприятий по противопожарному обустройству лесов, составлении региональных сводных планов пожаротушения и проектов освоения лесов, лесных планов субъектов РФ, а также лесохозяйственных регламентов лесничеств и лесопарков. Оперативное управление включает использование КППО при регламентации мониторинга и тушения пожаров наземными лесопожарными формированиями.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Рассмотрим принятую классификацию природной пожарной опасности. В классификации введено понятие пожарного максимума — периода, в течение которого число лесных пожаров или площадь, охваченная огнем, превышает средние многолетние значения для данного района. Так, I класс характеризуется очень высокой ППО — возникновение низовых и верховых пожаров возможно в течение всего пожароопасного сезона. По признаку объекта загорания к классу отнесены хвойные молодняки, сосняки

лишайниковые и вересковые, а также лишайниковые, вересковые, вейниковые и другие типы сплошных вырубок по суходолам. Отдельно выделяется значительная весенняя и осенняя пожарная опасность на вейниковых и других травяных типах вырубок по суходолу. Помимо этого, возгоранию подвержены участки выборочных рубок высокой и очень высокой интенсивности, сплошных рубок с оставлением отдельных деревьев, а также захламленные гари и расстроенные, отмирающие и сильно поврежденные древостои в виде сухостоя, участков бурелома и ветровала, недорубы.

При высокой ППО, которая характерна для II класса, низовые пожары могут возникать в течение всего пожароопасного сезона, верховые — в периоды пожарных максимумов. Объектами загорания выступают сосняки-брусничники, особенно с наличием соснового подроста или подлеска из можжевельника выше средней густоты, а также лиственничники кедровостланиковые. Также ко II классу относятся кедровники с наличием густого подроста или разновозрастные с вертикальной сомкнутостью полога. На участках со средней ППО (III класс) низовые и верховые пожары возможны в период летнего пожарного максимума. Среди типов леса характерны сосняки-кисличники и черничники, лиственничники-брусничники, ельники-брусничники и кисличники, кедровники всех типов, кроме приручейных и сфагновых. Уточняется, что в кедровниках пожары также могут возникнуть в периоды весеннего и осеннего максимумов.

При снижении ППО до слабой (IV класс) пожары происходят только в периоды летнего максимума во всех типах леса и на долгомошниковых вырубках. Исключением являются участки с травяными типами леса и таволговые вырубки, на которых возможно возникновение низовых пожаров также в периоды весеннего и осеннего пожарных максимумов. Объектами загорания являются сосняки, лиственничники и лесные насаждения лиственных древесных пород в условиях травяных типов леса.

Классификация детализирует объекты загорания: сосняки и ельники сложные — липняковые, лещиновые, дубняковые; ельники-черничники; сосняки сфагновые и долгомошники; кедровники приручейные и сфагновые; березняки-брусничники, кисличники, черничники и сфагновые; осинники кисличники и черничники; мари. Помимо этого, для IV класса характерны захламленные участки сплошных таволговых и долгомошниковых типов рубок. При V классе ППО отсутствует — возникновение пожара возможно только при наступлении особо неблагоприятных условий в виде длительной засухи. Этот класс характерен для ельников сфагновых и приручейных, березняков и осинников-долгомошников, ольшаников всех типов.

Классификация определяет случаи, когда природная пожарная опасность устанавливается на класс выше. Во-первых, для хвойных лесных насаждений, строение которых или другие особенности способствуют переходу низового пожара в верховой. В качестве таких особенностей может выступать густой высокий подрост хвойных древесных пород, вертикальная сомкнутость полога крон деревьев и кустарников, значительная захламленность. Во-вторых, для небольших лесных участков на суходолах, окруженных лесными насаждениями повышенной природной пожарной опасности. В-третьих, для лесных участков, примыкающих к железным и автомобильным дорогам общего пользования.

Следует упомянуть возможность управления природной пожарной опасностью лесного участка посредством проведения противопожарного устройства территории. В частности, регулирование состава древостоев; проведение санитарных рубок; недопущение захламленности лесов; создание сети противопожарных барьеров и водоемов, лесных дорог, рекреационных зон (Чумаченко, Маяк, 2012).

Как отмечается в работе А. В. Софроновой и А. В. Волокитиной (2017б), приведенная шкала составлена экспертным методом, что объясняет

отсутствие количественных оценок классов ППО. Шкала представляет собой обобщенную природную пожарную опасность, которая учитывает очередность «пожарного созревания», сезонную продолжительность пребывания в «пожарно-зрелом» состоянии, возможность развития верховых пожаров, а также трудность тушения пожаров на захламленных площадях. Среди недостатков принятой шкалы авторы выделяют отсутствие характеристик растительных горючих материалов (РГМ) и, как следствие, невозможность точного отражения скорости «пожарного созревания» участков растительности.

С точки зрения Ю. З. Шура и соавторов (2020), шкала И. С. Мелехова обладает рядом существенных методических недостатков: не учитывается региональная лесная типология, нечетко выражена связь между периодами пожароопасного сезона, преобладающими типами растительных горючих материалов и наиболее вероятными видами лесных пожаров. В шкале отсутствует логически строгое определение объектов загорания, для которых не устанавливаются КПО. Помимо этого, недостаточно полно учитываются категории лесных и нелесных земель.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Изучим новый методический подход к составлению региональных шкал оценки природной пожарной опасности лесов с учетом взаимосвязи лесорастительных, сезонных и климатических условий в субъектах РФ, предложенный Санкт-Петербургским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства (Шур и др., 2020). Авторы вводят понятие «региональная шкала оценки природной пожарной опасности лесов» — классификация ППО лесов для субъекта РФ. Для каждого объекта загорания и периода пожароопасного сезона определяются преобладающие типы растительных горючих материалов и наиболее вероятные виды лесных пожаров — низовой беглый,

низовой устойчивый, почвенный, верховой. Таким образом, подход позволяет прогнозировать возникновение лесных пожаров различных видов. В качестве преобладающих типов растительных горючих материалов предлагается рассматривать горючие материалы, обеспечивающие возникновение низовых лесных пожаров. В предлагаемой шкале более детально учитываются категории лесных земель, не покрытых лесной растительностью, и нелесных земель.

Согласно методике, основной пространственной единицей определения КППО является лесотаксационный выдел (табл.). Однако возможно определение средневзвешенного КППО на территорию лесного квартала, участкового лесничества и лесничества. Апробацию нового методического подхода авторы провели на территории ряда субъектов РФ, в частности республик Карелия, Адыгея, Северная Осетия — Алания; Приморского и Краснодарского краев; Томской, Ростовской, Ленинградской и Волгоградской областей. Региональные шкалы оценки природной пожарной опасности лесов были составлены на основе схем типов леса и лесорастительных условий ФГБУ «Рослесинфорг».

Приведем фрагмент разработанной авторами региональной шкалы оценки ППО на территорию Республики Карелия. Объектами загорания для очень высокой ППО (I класс) выступают сосняки скальные, беломошные, в том числе с низкой полнотой; вырубки лишайниковые; погибшие лесные насаждения, за исключением гарей, гари старые, прогалины, пустыри в скальном, беломошном типе лесорастительных условий (ТЛУ); луга, сенокосы, пастбища суходольные. Для весеннего, летнего и осеннего периодов пожароопасного сезона определены преобладающие типы РГМ и наиболее вероятные виды лесных пожаров. В частности, в весенний период во всех объектах загорания, кроме лугов, сенокосов и пастбищ преобладает лишайниковый тип РГМ и низовые

устойчивые пожары. Для высокой ППО (II класс) характерны следующие объекты загорания: сосняки вересковые, брусничные, в том числе с низкой полнотой; вырубки вересковые; погибшие лесные насаждения, за исключением гарей, гари старые, прогалины, пустыри в вересковом и брусничном ТЛУ. В сосняках вересковых преобладает вересковый или кустарничковый тип РГМ, а также опад. В сосняках брусничных — зеленомошный тип РГМ или опад. Во всех объектах загорания в любой период пожароопасного сезона наблюдаются почвенные, низовые беглые и низовые устойчивые виды пожаров.

КАРТЫ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Исследователи из Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН отмечают, что наиболее оптимальной формой для представления и использования природной пожарной опасности является картографическая (Аброскина и др., 2012). В Институте разработана методика составления карт природной пожарной опасности на основе карт растительных горючих материалов (Волокитина, Софронова, 2014). Возможны варианты создания карт ППО на длительный период времени и текущей ППО в зависимости от классов пожарной опасности по условиям погоды.

Согласно определению Н. П. Курбатского, растительные горючие материалы — это растения и их остатки различной степени разложения, которые могут гореть при пожарах (Курбатский, 1970). Карты РГМ составляются на основе их классификации, включающей семь групп: основные проводники горения; подстилка, перегнойный и торфяной горизонты; травяно-кустарничковые ярусы; крупные древесные остатки; ярус из кустарников и подроста; хвоя, листва, несущие побеги и сухие сучья в кронах деревьев; стволы и сучья растущих деревьев (Волокитина, Софронова, 2014). Непосредственно на карте РГМ отображаются только основные проводники горения в

напочвенном покрове таксационных выделов. Характеристики всех групп РГМ содержатся в пирологическом описании, которое прикладывается к карте. Пирологическое описание может быть использовано для прогноза распространения и создания оперативного плана тушения действующего пожара.

Под основным проводником горения (ОПГ) понимается непрерывный слой из растительных горючих материалов на поверхности почвы, по которому при определенных условиях может распространяться пламенное горение (Волокитина, Софронова, 2014). К слою относят мелкие растительные остатки, включая сучья диаметром до 2 см; мхи и лишайники; сосудистые растения и их части — стебли трав и кустарничков, мелкие растения. Авторы выделяют две подгруппы ОПГ: «мшистую» — слои с преобладанием живого горючего (мохов и лишайников), и «опадную» — слои с доминированием мертвого горючего (опада хвои и листвы, усохших трав). Авторы описывают несколько возможных способов определения типа ОПГ — непосредственно в полевых условиях, по таксационному описанию выделов лесоустroительных материалов, по тематическим картам растительного покрова, путем дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли. Во всех способах используется определитель типа ОПГ А. В. Волокитиной (Редькин, Волокитина, 2014). При использовании таксационных описаний выделов лесоустroительных материалов тип ОПГ устанавливают в соответствии с описанием типов леса, которое включает типичное местоположение на рельефе; название почвы и режим ее увлажнения; типичный состав древостоя; бонитет; описание подлеска, травяно-кустарничкового яруса, мохово-лишайникового покрова; характеристика лесовозобновления.

В случае отсутствия актуальных лесоустroительных материалов могут быть использованы космические снимки высокого и сверхвысокого разрешения,

а также векторные данные гидрографической сети и рельефа (Софронова, Волокитина, 2017а). Дешифрирование закрытых пологом леса ОПГ предложено проводить посредством выделения пирологических категорий участков.

Пространственной единицей оценки природной пожарной опасности на основе карт растительных горючих материалов является таксационный выдел (табл.). Такая оценка представляется более точной по сравнению с методами, использующими лесопожарные карты на поквартальном уровне. Ввиду того, что один и тот же участок леса весной, летом и осенью может характеризоваться различными типами ОПГ, предусмотрена возможность создания карт ППО по периодам пожароопасного сезона.

Разработанная в Институте леса им. В. Н. Сукачева СО РАН методика составления карт природной пожарной опасности была апробирована на локальном уровне — территории экспериментального хозяйства Погорельский бор Емельяновского лесничества Красноярского края (Аброскина и др., 2012) и Юрубчено-Тохомского нефтегазоконденсатного месторождения (Софронова, Волокитина, 2017б). Помимо этого, были созданы карты природной пожарной опасности заповедников Столбы, Саяно-Шушенский, Кузнецкий Алатау и Убсунурская котловина (Волокитина, 2017).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

В Мытищинском филиале МГТУ им. Н. Э. Баумана (ранее Московский государственный университет леса) исследуют возможность применения методов математического моделирования для долгосрочного прогнозирования изменения природной пожарной опасности при разных сценариях ведения лесного хозяйства (Чумаченко, 2012; Чумаченко, Маюк, 2012; Чумаченко, Мухин, 2013). Разработана концептуальная, математическая и имитационная модели динамики

природной пожарной опасности с шагом моделирования 5 лет.

С. И. Чумаченко и Д. Н. Маяк (2012) выделяют факторы, определяющие природную пожарную опасность — категории земель, возраст насаждения, тип леса, преобладающая и сопутствующие древесные породы, полнота насаждений, наличие пожароопасного подроста и подлеска, а также сухостоя и захламленности, удаленность от дорог общего пользования. Выделенные факторы являются основными параметрами модели динамики природной пожарной опасности, исходными данными которой служат таксационные описания и планы лесных насаждений на уровне выдела (табл.). Моделирование включает прогноз изменения породного и возрастного составов выдела, средних таксационных характеристик древостоя по ярусам — высоты, диаметра, возраста, запаса и др. Ввиду отсутствия методики определения типов леса при прогнозировании динамики насаждений на длительный период при разных сценариях лесопользования, этот параметр был заменен на тип лесорастительных условий.

АКТУАЛИЗАЦИЯ КАРТ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Как известно, субъекты РФ разрабатывают лесные планы — документ, определяющий основные направления использования и воспроизводства лесов на ближайшие десять лет (Лесной кодекс Российской Федерации, 2006). Лесной план содержит лесопожарные карты лесничеств, которые, как правило, представляют информацию о классе ППО на уровне лесного квартала. В межревизионный десятилетний период под влиянием различных деструктивных факторов — пожаров, рубок, массовых размножений вредных организмов — меняется тип

напочвенного покрова и древесной растительности. В результате происходящих изменений оценка ППО становится неактуальной.

В Центре по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН предложен метод актуализации карт КППО с ежегодной периодичностью (Плотникова, Ершов, 2015). Метод позволяет определять класс природной пожарной опасности посредством комплексного анализа спутниковых тематических карт растительного покрова, многолетних данных о пожарах и метеонаблюдений, а также данных КППО из лесного плана субъекта РФ. Метод привлекает данные метеонаблюдений (среднесуточной температуры воздуха) для нахождения временных границ весеннего, летнего и осеннего периодов пожароопасного сезона. Многолетние данные о пожарах используются при определении пожарных максимумов для каждого исследуемого года на основе анализа среднемноголетнего числа пожаров в день. На основе спутниковых тематических карт растительного покрова оцениваются площади классов растительности в границах лесных кварталов (табл.).

Апробация метода актуализации карт КППО была выполнена на территории Иркутской области. Использованы многолетние архивы данных о пожарах с 1987 по 2011 гг., метеонаблюдений — с 2006 по 2011 гг. В рамках исследования А. С. Плотниковой и Д. В. Ершова (2015) была использована карта растительного покрова на территорию России с пространственным разрешением 250 метров (Барталев и др., 2011). Дальнейшее исследование (Плотникова, Ершов, 2016) было выполнено с привлечением карты растительности на территорию Иркутской области, созданной на основе спутниковых данных высокого пространственного разрешения Landsat-TM\ETM+.

Таблица. Основные сведения о современных научных исследованиях ППО в России

Научная группа	Пространственный уровень	Пространственная единица	Исходные данные	Метод
Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН	Локальный	Лесотаксационный выдел	Лесостроительные материалы, карты РГМ, данные ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения, векторные данные гидрографической сети и рельефа	Составление карт ППО на основе карт РГМ
Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства	Региональный	Лесотаксационный выдел, лесной квартал, участковое лесничество, лесничество	Схемы типов леса и лесорастительных условий ФГБУ «Рослесинфорг»	Составление региональных шкал оценки ППО
Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана	Локальный	Лесотаксационный выдел	Таксационные описания, планы лесных насаждений	Математическое моделирование для долгосрочного прогнозирования изменения ППО при разных сценариях ведения лесного хозяйства
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН	Региональный	Лесной квартал	Лесной план субъекта РФ, лесопожарные карты, данные ДЗЗ среднего и высокого пространственного разрешения, спутниковые тематические карты растительного покрова, многолетний архив данных о пожарах и метеонаблюдений	Ежегодная актуализация карт КППО

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Карты природной пожарной опасности находят применение при оценке вероятности возникновения лесных пожаров. Примером являются работы Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН по созданию системы пространственного прогноза возникновения пожаров растительности по погодным и лесорастительным условиям на территории юга Дальнего Востока России (Коган, Глаголев, 2013). Как отмечают авторы, возможность возникновения пожаров зависит от процессов высыхания и увлажнения растительности, которые определяют ее переход в состояние «пожарной зрелости» (Коган, Глаголев, 2015а).

В разработанной Р. М. Коган и В. А. Глаголевым методике одним из необходимых для нахождения вероятности возникновения пожаров показателей является степень природной пирологической пожарной опасности растительности в весенний/летний/осенний периоды пожароопасного сезона. Авторы используют шкалу (Стародумов, 1964; Телицын, 1988), по которой растительность на территории Среднего Приамурья отнесена к одному из пяти классов опасности. Очень высокой (I класс) степенью природной пирологической пожарной опасности характеризуются не покрытые лесом площади, редины, вырубки с травяным покровом или ягелем, а также лиственнично-еловые и елово-лиственничные горные леса. К высокой степени (II класс) отнесены широколиственно-елово-кедровые леса (северные кедровники); мелколиственные леса и редколесья на горных склонах; широколиственные кустарниковые леса на склонах; широколиственно-дубовые леса восточных и западных склонов. К средней степени (III

класс) — пихтово-еловые и елово-пихтовые леса с кедром, широколиственными породами (неморальные ельники): зеленомошные; кустарничково-мелкотравные зеленомошные; среднего горного пояса, а также осинники и смешанные леса на северных склонах. Умеренная степень (IV класс) характерна для лиственничников кустарничково-моховых с ерником и редколесий межгорных долин. Низкая степень (V класс) — для лиственничников осоко-сфагновых, ельников сфагновых заболоченных и постоянно увлажненных болот сфагновых.

В работе Р. М. Коган и В. А. Глаголева (2015б) приведено описание лесного фонда Дальневосточного федерального округа на основании природной пожарной опасности. Ввиду климатических, лесорастительных и геоморфологических особенностей региона лесной фонд отличается высокой пожарной опасностью и горимостью. Природная пожарная опасность лесов Хабаровского края и Еврейской автономной области одна из самых высоких в России — площадь растительных формаций с I–III классами составляет более 80% и 44% территории субъекта соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный обзор показал современное состояние отечественных научных исследований природной пожарной опасности. Так, различные научные группы сходятся во мнении, что принятая в настоящее время шкала оценки ППО имеет ряд методических недостатков — отсутствие характеристик растительных горючих материалов, учета скорости пожарного созревания лесных участков, связи между периодами пожароопасного сезона и др. Для совершенствования оценки природной пожарной опасности исследователи разрабатывают новые методические подходы — составление

региональных шкал оценки ППО лесов с учетом взаимосвязи лесорастительных, сезонных и климатических условий в субъектах РФ; создание карт ППО на основе карт растительных горючих материалов.

Одним из современных направлений исследования природной пожарной опасности является применение методов математического моделирования для долгосрочного прогнозирования изменения ППО при разных сценариях ведения лесного хозяйства. Помимо этого, исследователи обращают внимание на необходимость ежегодной актуализации информации о классах ППО, размещенной на лесопожарных картах в лесных планах субъектов РФ.

Созданные шкалы, карты ППО находят применение не только при решении производственных задач стратегического и оперативного управления работой лесопожарных формирований, но и научных вопросов. В частности, привлечение карт ППО позволяет повысить точность оценки вероятности возникновения лесных пожаров.

Как было отмечено выше, наиболее оптимальной формой представления и использования природной пожарной опасности является картографическая. Поэтому перспективным направлением исследований видится картографическое представление создаваемых региональных шкал ППО и результатов математического моделирования долгосрочных изменений ППО. Одним из возможных путей совершенствования актуализации карт ППО является переход к более детальной пространственной единице — лесотаксационному выделу.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках государственного задания № АААА-А18-118052590019-7 «Методические подходы к

оценке структурной организации и функционирования лесных экосистем».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аброскина А. К., Волокитина А. В., Корец М. А.* Составление карт природной пожарной опасности по материалам лесоустройства // Вестник КрасГАУ. 2012. № 7 (70). С. 60–64.
- Барталев С. А., Егоров В. А., Ершов Д. В., Исаев А. С., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Уваров И. А.* Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т. 8. № 4. С. 285–302.
- Волокитина А. В., Софронова Т. М.* Картографирование растительных горючих материалов // Сибирский лесной журнал. 2014. № 6. С. 8–28.
- Волокитина А. В.* Совершенствование оценки природной пожарной опасности в заповедниках // География и природные ресурсы. 2017. № 1. С. 55–61.
- Коган Р. М., Глаголев В. А.* Система пространственного прогноза возникновения пожаров по погодным и лесорастительным условиям // Безопасность в техносфере. 2013. Т. 2. № 5. С. 11–20.
- Коган Р. М., Глаголев В. А.* Информационно-аналитическая система прогноза пожаров растительности по природным условиям // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2015а. Т. 21. С. 274–281.
- Коган Р. М., Глаголев В. А.* Пирологические характеристики территории Дальнего Востока России на примере Хабаровского края и Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2015б. Т. 18. № 4. С. 76–82.
- Курбатский Н. П.* Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1970. С. 5–58.

Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ // Российская газета. 2006.

Мелехов И. С., Душа-Гудым С. И., Сергеева Е. П. Лесная пирология: учебное пособие. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 296 с.

Плотникова А. С., Ершов Д. В. Метод актуализации карт классов природной пожарной опасности лесной территории с помощью спутниковых тематических продуктов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 181–189.

Плотникова А. С., Ершов Д. В. Актуализация карт классов природной пожарной опасности лесных экосистем с использованием спутниковых тематических продуктов высокого разрешения // Четырнадцатая Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Технологии и методы использования спутниковых данных в системах мониторинга. 2016. С. 104.

Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 5 июля 2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды». 2011. URL: <https://base.garant.ru/12189021/> (дата обращения 12.07.2021).

Редькин А. Ю., Волокитина А. В. Определение типов основных проводников горения в процессе лесоустройства // Хвойные бореальной зоны. 2014. Т. 32. № 3–4. С. 47–52.

Софронова А. В., Волокитина А. В. Картографирование растительных горючих материалов методом визуально-инструментального дешифрирования космических снимков // География и природные ресурсы. 2017а. № 4. С. 189–196.

Софронова А. В., Волокитина А. В. Оценка природной пожарной опасности лесных участков на территории нефтегазовых комплексов с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Сибирский лесной журнал. 2017б. № 5. С. 84–94.

Стародумов А. М. Шкала пожарной опасности насаждений и других категорий площадей для условий Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1965. 1 с.

Телицын Г. П. Лесные пожары и их предупреждение в Хабаровском крае. Хабаровск: ДалНИИЛХ, 1988. 94 с.

Чумаченко С. И. Концептуальная модель долгосрочного прогнозирования природной пожарной опасности для зоны тайги и смешанных лесов европейской части России // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. 2012. № 9. С. 83–85.

Чумаченко С. И., Маяк Д. Н. Модель долгосрочного прогнозирования динамики показателей природной пожарной опасности для зоны тайги и смешанных лесов европейской части России. Основные параметры модели // Научные труды МГУЛ. Электронный журнал. 2012. № 10. С. 1–13.

Чумаченко С. И., Мухин А. С. Природная пожарная опасность смешанных лесных насаждений. Модельный подход // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. 2013. № 7. С. 72–73.

Шур Ю. З., Нешатаев В. Ю., Степченко А. А., Шаповал Н. В. Региональные шкалы оценки природной пожарной опасности лесов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2020. № 2. С. 59–69.

REFERENCES

- Abroskina A. K., Volokitina A. V., Korets M. A., Sostavlenie kart prirodnoi pozharnoi opasnosti po materialam lesoustroistva (Natural fire danger map making on the basis of the forest management data), *Vestnik KrasGAU*, 2012, Vol. 70, No. 7, pp. 60–64.
- Bartalev S. A., Egorov V. A., Ershov D. V., Isaev A. S., Lupyan E. A., Plotnikov D. E., Uvarov I. A., Sputnikovoe kartografirovanie rastitel'nogo pokrova Rossii po dannym spektrometri MODIS (Mapping of Russia's vegetation cover using MODIS satellite spectroradiometer data), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 4, pp. 285–302.
- Volokitina A. V., Sofronova T. M., Kartografirovanie rastitel'nykh goryuchikh materialov (Vegetation Fuel Mapping), *Sibirskii lesnoi zhurnal*, 2014, No. 6, pp. 8–28.
- Volokitina A. V. Sovershenstvovanie otsenki prirodnoi pozharnoi opasnosti v zapovednikakh (Improving the assessment of the natural fire hazard in nature reserves), *Geografiya i prirodnye resursy*, 2017, No 1, pp. 55–61.
- Kogan R. M., Glagolev V. A., Sistema prostranstvennogo prognoza vznikeniya pozharov po pogodnym i lesorastitel'nym usloviyam (System of spatial forecast of fires emergence on weather and forest vegetation conditions), *Bezopasnost' v tekhnosfere*, 2013, Vol. 2, No. 5, pp. 11–20.
- Kogan R. M., Glagolev V. A., Informatsionno-analiticheskaya sistema prognoza pozharov rastitel'nosti po prirodnym usloviyam (Information-analytical system of forecast vegetation fires in natural conditions), *InterKarto. InterGIS*, 2015, Vol. 21, pp. 274–281.
- Kogan R. M., Glagolev V. A., Pirologicheskie kharakteristiki territorii Dal'nego Vostoka Rossii na primere Khabarovskogo kraya i Evreiskoi avtonomnoi oblasti (Pyrological characteristics in the municipal districts of Khabarovsk Territory and Jewish Autonomous Region), *Regional'nye problem*, 2015, Vol. 18, No. 4, pp. 76–82.
- Kurbatskii N. P., Issledovanie kolichestva i svoistv lesnykh goryuchikh materialov (Investigation of the quantity and properties of forest fuel), In: *Voprosy lesnoi pirologii* (Forest pyrology issues), Krasnoyarsk: ILiD SO AN SSSR, 1970, pp. 5–58.
- Rossiiskaya gazeta*, 2006, December 8.
- Melekhov I. S., Dusha-Gudym S. I., Sergeeva E. P., *Lesnaya pirologiya* (Forest pyrology), Moscow: Izd-vo GOU VPO MGUL, 2007, 296 p.
- Plotnikova A. S., Ershov D. V., Metod aktualizatsii kart klassov prirodnoi pozharnoi opasnosti lesnoi territorii s pomoshch'yu sputnikovykh tematicheskikh produktov (The method to update maps of forest natural fire danger levels using satellite-derived thematic products), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 1, pp. 181–189.
- Plotnikova A. S., Ershov D. V., Aktualizatsiya kart klassov prirodnoi pozharnoi opasnosti lesnykh ekosistem s ispol'zovaniem sputnikovykh tematicheskikh produktov vysokogo razresheniya (Updating natural fire danger maps using high-resolution satellite thematic products), *Chetyrnadtsataya Vserossiiskaya otkrytaya konferentsiya «Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa»* (Current problems in remote sensing of the Earth from space), Moscow, 14–18 November, 2016, Space Research Institute of the RAS, p. 104.
- Red'kin A. Ju., Volokitina A. V., Opreделение tipov osnovnykh provodnikov gorenija v processe lesoustroistva (Determination of the prime conductors of burning types in forest management), *Khvoinye boreal'noi zony*, 2014, Vol. 32, No. 3-4, pp. 47–52.

- Sofronova A. V., Volokitina A. V., Kartografirovanie rastitel'nykh goryuchikh materialov metodom visual'no-instrumental'nogo deshifirovaniya kosmicheskikh snimkov (Vegetation fuel mapping by the method of visual-instrumental interpretation of space images), *Geografiya i prirodnye resursy*, 2017a, No. 4, pp. 189–196.
- Sofronova A. V., Volokitina A. V., Otsenka prirodnoi pozharnoi opasnosti lesnykh uchastkov na territorii neftegazovykh kompleksov s ispol'zovaniem dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli (Assessment of fire hazard for forest sites at the territory of oil and gas complexes using Earth remote sensing data), *Sibirskij Lesnoj Zurnal*, 2017b, No. 5, pp. 84–94.
- Starodumov A. M., *Shkala pozharnoi opasnosti nasazhdenii i drugikh kategorii ploshchadei dlya uslovii Dal'nego Vostoka* (Fire danger classes for the conditions of the Far East), Khabarovsk: Dal'NIILKh, 1965, 1 p.
- Telicyn G. P., *Lesnye pozhary i ikh preduprezhdenie v Khabarovskom krae* (Forest fires and their prevention in the Khabarovsk region), Khabarovsk: Dal'NIILKh, 1988, 94 p.
- Chumachenko S. I., Kontseptual'naya model' dolgosrochnogo prognozirovaniya prirodnoi pozharnoi opasnosti dlya zony taigi i smeshannykh lesov evropeiskoi chasti Rossii (Conceptual model of natural fire danger long-term forecasting for the taiga zone and mixed forests of the Russia European part), *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoi vestnik*, 2012, No. 9, pp. 83–85.
- Chumachenko S. I., Mayuk D. N., Model' dolgosrochnogo prognozirovaniya dinamiki pokazatelei prirodnoi pozharnoi opasnosti dlya zony taigi i smeshannykh lesov evropeiskoi chasti Rossii. Osnovnye parametry modeli (A model for long-term forecasting of the natural fire danger dynamics for the taiga zone and mixed forests of the European part of Russia. Basic model parameters), *Nauchnye trudy MGUL. Elektronnyi zhurnal*, 2012, No. 10, pp. 1–13.
- Chumachenko S. I., Mukhin A. S., Prirodnaya pozharnaya opasnost' smeshannykh lesnykh nasazhdenii. Model'nyi podkhod (Natural fire danger of mixed forest stands. Model approach), *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoi vestnik*, 2013, No. 7, pp. 72–73.
- Shur Yu. Z., Neshataev V. Yu., Stepchenko A. A., Shapoval N. V., Regional'nye shkaly otsenki prirodnoi pozharnoi opasnosti lesov (Regional natural forest fire danger scales), *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaistva*, 2020, No. 2, pp. 59–69.
- <https://base.garant.ru/12189021/> (2021, 12, July).

SCALE OF NATURAL FIRE DANGER OF FOREST ECOSYSTEMS OF MELEKHOV I. S. OVERVIEW OF MODERN RUSSIAN METHODOLOGICAL APPROACHES

A. S. Plotnikova

Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences

117997 Moscow, Russian Federation, Profsoyuznaya st. 84/32 bldg. 14

E-mail: plotnikova-as-cepl@yandex.ru

Received 10.05.2021

Revised 08 June 2021

Accepted 29 June 2021

The article is devoted to the review of various methodological approaches to the estimation of natural fire danger (NFD), as well as to the creation, updation and application of the NFD maps, which are offered by modern Russian scholars. The scale of natural fire danger assessment recommended for use and developed by I. S. Melekhov is presented and analyzed. The methodological drawbacks of this scale as stated by modern researchers are indicated. The paper reviews the development of a new methodological approach to compilation of regional scales for assessing the natural fire danger of forests, by taking into account the links between forest growth conditions as well as seasonal and climatic conditions in the regions of the Russian Federation. The method for mapping of natural fire danger on the basis of maps of plant combustible materials, proposed by the scientific group of the V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, is studied. We consider studies of the Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University related to investigation of the possibility for applying mathematical modeling methods for long-term forecasting of changes in NFD under different scenarios of forest management. The method for annual mapping of NFD classes, proposed in the CEPF RAS, is presented. An example of the use of NFD maps in assessing the probability of forest fires in the ICARP FEB RAS is considered. Future research areas are identified, namely, a cartographic representation of the created regional scales of NFD and the results of mathematical modeling of long-term changes in NFD.

Key words: *natural fire danger, vegetation fuel maps, forest fires*

Рецензент: к.г.н. Глаголев В.А.