

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО РАЗРЫВА ПРИ ВЕРХОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА И СВОЙСТВ ЛЕСНОГО МАССИВА ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К.О. Фрянова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-36-98

E-mail: kof1@tpu.ru

Лесные ресурсы — один из важнейших видов ресурсов на Земле. Лесные ресурсы относятся к возобновляемым ресурсам. Мировые лесные ресурсы характеризуются двумя главными показателями: запасами древесины на корню (350 млрд. м³) и размерами лесной площади (4,1 млрд. га или около 27% площади суши), которые благодаря постоянному приросту ежегодно увеличиваются на 5,5 млрд. м³.

Леса играют огромную роль в российской экономике не только как источники древесины, но и многих видов сырья. При хозяйственной оценке лесных ресурсов первостепенное значение имеет такая характеристика, как запасы древесины. В России самые большие запасы лесов в мире и площадь наших лесов составляет более 800 000 га. Лес занимает около 45% территории нашей страны и составляет около 24% запасов всей планеты [1].

Значимую роль леса играют в газовом балансе атмосферы и регулировании климата планеты. Общий баланс для лесов России, рассчитанный Б.Н.Моисеевым составил для углекислого газа 1789064.8 тыс. тонн, а для кислорода - 1299019.9 тыс. тонн. Ежегодно в лесах России депонируется 600 млн. тонн углерода. Эти гигантские объемы миграции газов существенно стабилизируют газовый состав и климат планеты [2].

Основные запасы лесов России концентрируются в Сибири и на Дальнем Востоке, а также на Европейском севере. Максимальные проценты лесопокрытой площади отмечаются в Иркутской области и Приморском крае, несколько ниже они на юге Хабаровского края, юге Якутии, в приенисейской части Красноярского края и в республике Коми, Вологодской Костромской и Пермской областях. Однако лесистость совпадает с высокими запасами древесины лишь в Приморском крае и, в меньшей степени, на юге Красноярского края. В других регионах, где произрастают наиболее продуктивные леса (на Кавказе, Алтае, Европейском центре) лесистость заметно снижена, причем в значительной степени благодаря деятельности человека.

Ежегодно в Российской Федерации в результате лесных пожаров гибнет около 1 млн. га леса. Возникновение и распространение лесных пожаров зависят от различных условий (климатических: скорости ветра, температуры окружающей среды, состояния атмосферы и т.д.) рельефа местности и других факторов.

Наиболее опасным видом лесных пожаров являются верховые, на долю которых приходится до 70% выгоревшей площади. Верховой пожар распространяется по кронам деревьев, при этом чаще всего горит весь древостой. Возникновение и развитие верховых лесных пожаров происходит, в основном, от низовых лесных пожаров в древостоях с низко опущенными кронами, в разновозрастных хвойных лесах, в многоярусных и с обильным подростом насаждениях, а также в горных лесах. Скорость верховых лесных пожаров такова: устойчивого - 300–1500 м/ч, беглого - 4000–5000 м/ч [3]. Следует отметить, что до сих пор не выяснены до конца механизмы и условия возникновения различных видов лесных пожаров.

Тушение лесных пожаров требует больших затрат сил и средств, и, в подавляющем большинстве случаев, малоэффективно или невозможно. Экспериментальные методы изучения лесных пожаров являются дорогостоящими и не позволяют проводить полное физическое моделирование данного явления, представляют интерес теоретические методы исследования [4]. Поэтому изучение данного явления с помощью метода математического моделирования помогает разработать профилактические меры по предотвращению и определению возможности возникновения лесных пожаров, ведь математическая модель — это приближенное описание объекта моделирования, выраженное с помощью математического аппарата.

В представленной работе нами исследуется влияние скорости ветра, влагосодержания и запаса лесных горючих материалов (ЛГМ) на ширину противопожарного разрыва для верховых лесных пожаров. Исследование проводится методом математического моделирования физических процессов. Этот метод основывается на численном решении трехмерных уравнений Рейнольдса для турбулентного течения с учетом уравнений диффузии для химических компонентов и уравнений сохранения

энергии для газовой и конденсированной фаз и уравнения состояния. Для получения дискретных аналогов используется метод контрольных объемов [5].

В результате численного интегрирования получены поля распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза при распространении верховых лесных пожаров через противопожарные разрывы. На основе полученных данных нами изучена зависимость критических размеров противопожарных разрывов от основных характеристик лесных массивов и скорости ветра (Рис. 1-2). Анализируя Рис. 1-2. можно сделать вывод, что с увеличением скорости ветра необходимо увеличивать разрыв, а так же чем больше влаги содержится в ЛГМ и чем больше его запас, тем меньшая ширина просеки требуется для предотвращения распространения пожара.

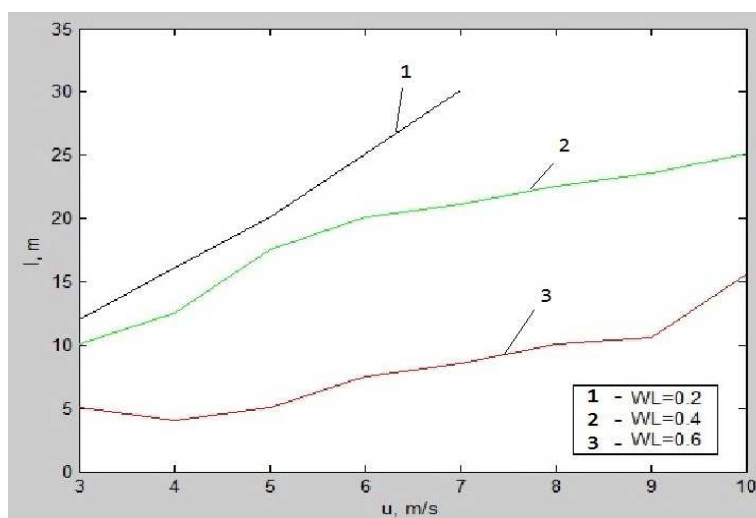


Рис. 1. Зависимость минимальной ширины разрыва от скорости ветра и влагосодержания ЛГМ

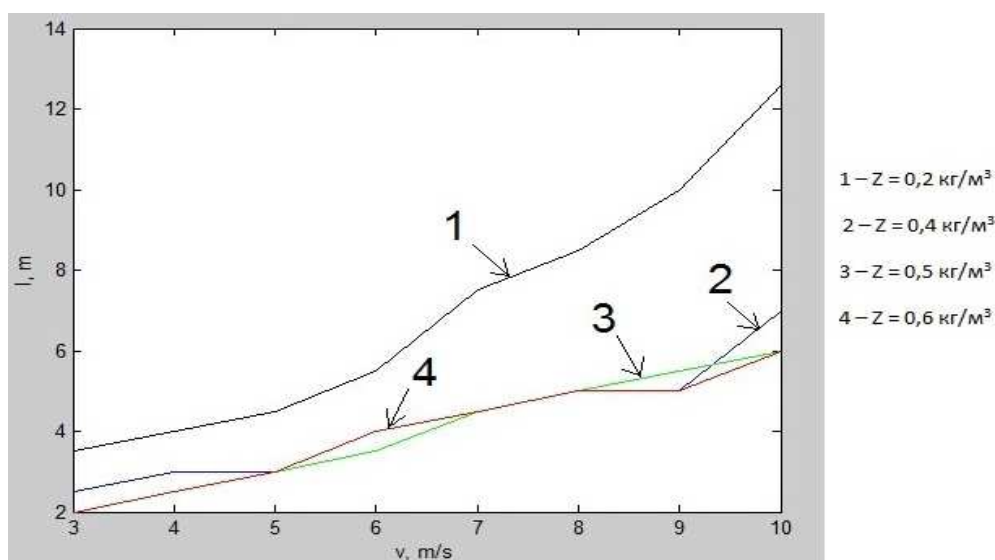


Рис. 2. Зависимость минимальной ширины разрыва от скорости ветра и запасов ЛГМ

На Рис. 3-4 а) и б) представлены распределения основных функций для двух случаев преодоления и непреодоления разрывов.

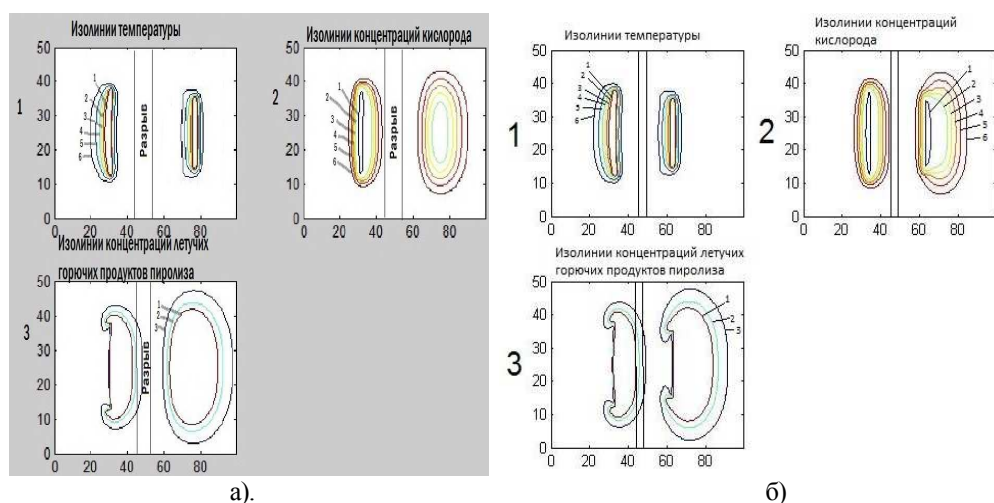


Рис. 3. Распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза. (а) - зависимость от влагосодержания ЛГМ; б) - зависимость от запасов ЛГМ)

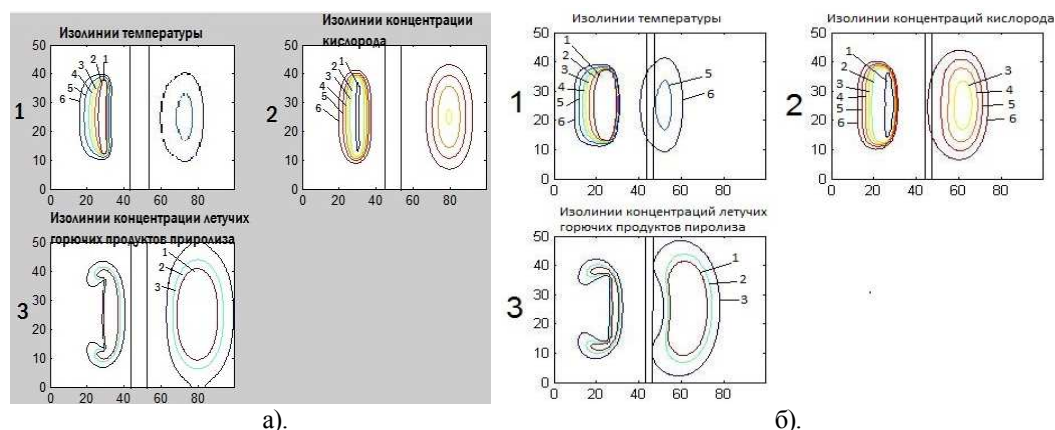


Рис. 4. Распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза. (а) - зависимость от влагосодержания ЛГМ; б) - зависимость от запасов ЛГМ).

Следовательно, с помощью данной математической модели можно получить критические условия распространения верхового лесного пожара при заданных размерах разрыва, иначе говоря, зависимость скорости распространения от скорости ветра, влагосодержания лесных горючих материалов (ЛГМ) и их запасов, что, в свою очередь, дает возможность применять такой метод расчетов для профилактики и разработки новых методик профилактики и борьбы с верховыми лесными пожарами.

При увеличении скорости распространения верхового лесного пожара происходит уменьшение влагосодержания лесных горючих материалов. И соответственно, если увеличивается скорость ветра (скорость движения воздушных масс), то скорость распространения верхового лесного пожара увеличивается. Кроме того, при увеличении скорости ветра необходимо увеличивать ширину разрыва, а меньшему запасу ЛГМ соответствует большая ширина разрыва.

Литература.

1. Гришин А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – Новосибирск: Наука, 1992, 408 с.
2. Гришин А.М., Грузин А.Д., Зверев В.Г. Математическая теория верховых лесных пожаров // Теплофизика лесных пожаров. - Новосибирск: ИТФ СО АН СССР. 1984. – С.38-75.
3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: Пособие для лесных пожарных. Изд.3-е, перераб. и доп. – М.:ВНИИЛМ, 2002. 104 с.
4. Perminov V. Numerical Solution of Reynolds equations for Forest Fire Spread // Lecture Notes in Computer Science. - 2002. -V.2329. –P.823-832.
5. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 124с.,152 с.