

Список информационных источников

1. Perminov V. Numerical Solution of Reynolds equations for Forest Fire Spread // Lecture Notes in Computer Science. 2002. V. 2329. P. 823-832.
2. Гришин А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. - Новосибирск: Наука, 1997-. 408 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФРОНТА ВЕРХОВОГО ЛЕСНОГО ПОЖАРА С ПРОТИВОПОЖАРНЫМИ РАЗРЫВАМИ

Иванова М.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Перминов В.А, д.т.н., профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

Трудно переоценить важность леса. Это не только материалы для строительства, топливной, химической и бумажной промышленности. Лес – место обитания тысяч видов животных, лес – рекреационная зона. Лес – основной источник кислорода на Земле. К сожалению, издавна леса подвергались уничтожению – вырубались в экономических целях, исчезали из-за природных процессов, выгорали по неосторожности человека. Несмотря на меры предосторожности, в Российской Федерации ежегодно уничтожается более 1 млн. гектар леса. Хотя существуют мнения, что пожар является благом для леса, отрицательных моментов гораздо больше, чем положительных. Например, можно выделить установленную связь глобального потепления с массовыми выбросами CO_2 от лесных пожаров, задымленность городов, возможный переход лесного пожара на постройки, находящиеся недалеко от границы леса. По этим причинам проблема моделирования и предсказания поведения лесного пожара является актуальной и требующей решения. В работе определяются минимальные размеры противопожарного разрыва в зависимости от скорости ветра, влагосодержания и запаса лесных горючих материалов, при которых пожар не преодолевает его.

Постановка задачи

В данной работе приводятся результаты расчетов возникновения и распространения верхового лесного пожара при наличии противопожарных разрывов. Математическая постановка задачи получена на основе общей математической модели пожаров [1].

Пусть очаг зажигания имеет конечные размеры, причем начало системы координат X_1, X_2, X_3 связано с центром очага. Ось OX_3 направлена вертикально вверх, а оси OX_1 и OX_2 – параллельно земной поверхности. Ось OX_1 направлена параллельно направлению ветра. Основные допущения, принятые при выводе системы уравнений начальных и граничных условий.

Ветер направлен вдоль оси x_1 ; течение носит развитый турбулентный характер, и молекулярным переносом пренебрегаем по сравнению с турбулентным; полог леса предполагается недеформируемой пористо-дисперсной средой; среда в пологе леса считается двухтемпературной, т.к. различаются температура газовой и конденсированной фазы; среда находится в локальном термодинамическом равновесии; рассматривается так называемый продуваемый лесной массив, когда объемной долей конденсированной фазы лесных горючих материалов (ЛГМ), состоящей из сухого органического вещества, воды в жидко-капельном состоянии и золы можно пренебречь по сравнению с объемной долей газовой фазы, включающей в себя компоненты воздуха и газообразные продукты пиролиза и горения; плотность газовой фазы не зависит от давления, т.к. скорость течения мала по сравнению со скоростью звука; для описания процесса переноса энергии излучением используется диффузионное приближение.

В области высоты h , расположенной выше уровня шероховатости z_0 и ниже уровня верхней границы полога леса в плоскости xz , имеем уравнения, выражающие законы сохранения для многофазной многокомпонентной сплошной реагирующей среды. Для приземного слоя атмосферы при $z \geq h$ система уравнений и начальные и граничные условия взяты из [1] с некоторыми поправками. В используемом в [1] уравнении, описывающем температуру в приземном слое, внесено условие об однотемпературности конденсированной и газовой фазы. Однако, в описываемой мной системе температуры конденсированной и газовой фазы различаются, поэтому используются уравнения энергии для газовой и конденсированной фаз.

Методика решения и результаты

Для численного интегрирования исходного системы уравнений используется метод контрольного объема. Расчетную область разбиваем на некоторое число непересекающихся контрольных объемов. Затем исходную систему уравнений интегрируем по каждому контрольному

объему. В результате получается система алгебраических уравнений, которая решалась с помощью метода SIP. [2]

Тестовые проверки программы расчета осуществлялись путем сравнения с аналитическими решениями, а также с известными численными решениями задач теории горения. Кроме того, для оценки точности используемых разностных схем и проверки правильности работы программы в целом использовался метод априори задаваемых аналитических решений, состоящий в том, что в используемые уравнения подставлялись аналитические выражения искомых функций, вычислялась неувязка уравнений, которая затем трактовалась как фиктивный источник в каждом уравнении. Затем значения функций восстанавливались. Точность восстановления этих функций составляла не менее 0,5%. Устойчивость и точность полученных решений проверялась также уменьшением шагов по времени и пространству. В серийных расчетах использовался алгоритм автоматического выбора шага по времени.

Критический разрыв определялся при помощи программы wind2, для визуализации использовалась программа MATLAB. Проводились расчеты со следующими параметрами: скорость ветра: 5 м/с, влагосодержание: 0.2-0.8, запас ЛГМ: 0.2-0.8.

В результате расчетов получены значения скорости распространения пожара, а также поля температур, концентраций кислорода и летучих продуктов пиролиза.

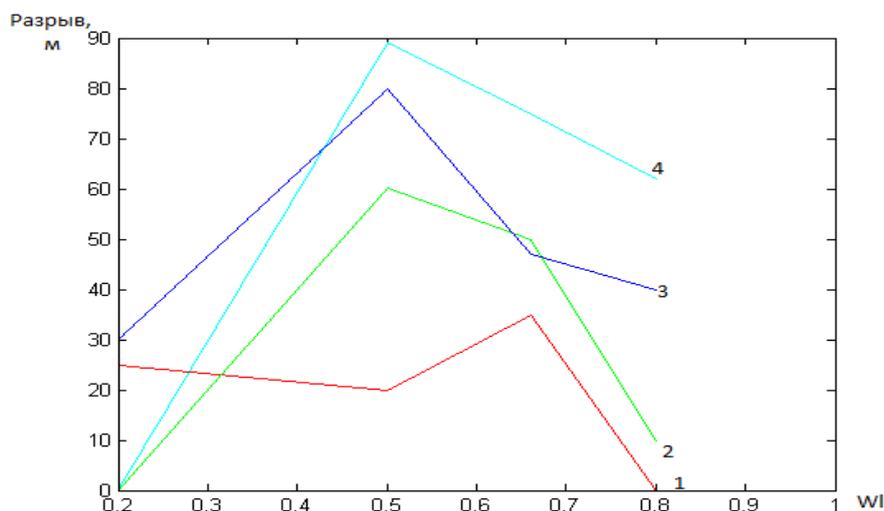


Рис.1 Зависимость размеров критического разрыва от влагосодержания

На рисунке 1 изображена зависимость размеров критического разрыва от влагосодержания. Линии 1, 2, 3, 4 соответствуют запасам 0,2; 0,5; 0,66; 0,8 соответственно. Наглядно видно, что влагосодержание

50% является наиболее благоприятным для распространения пожара, поэтому критический разрыв при этом параметре максимален в каждом случае. При повышении влажности до 80% и более разрывы резко уменьшаются, а при низком запасе ЛГМ (20%) горение полностью прекращается.

Вывод

В данной работе было исследовано влияние запаса и влагосодержания ЛГМ на скорость распространения верховых лесных пожаров и возможность преодоления противопожарного разрыва. Была изучена программа математического моделирования лесных пожаров «wind2», с помощью данной программы получены данные, а на основе этих данных с помощью программы «MATLAB» были построены графики распространения лесных пожаров.

Список информационных источников

1. Гришин А.М. Грузин А.Д, Зверев В.Г. Математическая теория верховых лесных пожаров // В сб. Теплофизика лесных пожаров, Новосибирск, Изд-во ИТФ СО РАН, 1985, С.38-75.

2. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 152 с.

3. Орловский С.Н. Лесные и торфяные пожары, практика их тушения в условиях Сибири: Учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2003.- 163 с.

4. Perminov V.A. Numerical Solution of Reynolds equations for Forest Fire Spread//Lecture Notes in Computer Science. – 2002. –V.2329.– P.823-832.

ОЦЕНКА РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ

Исхакова Е. А.

Томский политехнический университет, Томск

*Научный руководитель: Вторушина А. Н., к.х.н., доцент кафедры
экологии и безопасности жизнедеятельности*

На современном этапе развития нефтяной отрасли был сделан огромный вклад в область строительства и эксплуатации магистральных нефтепроводов, а также обеспечения их надежности и безопасности. Но, несмотря на это, ЧС связанные с транспортированием нефти и