

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРОВ

Воронежский институт высоких технологий

Рассматриваются вопросы, связанные с моделированием пожаров. Отмечены особенности распространения лесных пожаров. Выделены основные характеристики, влияющие на скорость распространения огня. Перечислены некоторые программные продукты, позволяющие проводить оценку распространения пожара. Отмечена роль систем связи в оповещении о пожаре.

Ключевые слова: моделирование, пожары, программирование.

Пожар представляет собой процесс, который может быть описан в рамках социального и экономического ущерба, полученного вследствие воздействия на людей, а также материальные ценности различных характеристик теплового разложения и горения. Этот процесс проходит вне специального очага, а также применяемых огнетушащих веществ.

Уже в течение многих столетий лесные пожары дают человечеству большой вред. По проведенному анализу эти стихийные бедствия находятся на одном из первых мест с точки зрения вреда как в экономической сфере, так и экологии.

После прохождения лесных пожаров значительно ухудшаются свойства древесины, а также усложняются условия восстановления. Помимо всего прочего, меняется как животный состав, так и растений, меняются условия проживания людей в населенных пунктах, изменяются в худшую сторону свойства сельскохозяйственных земель.

Целью данной работы является проведение анализа современных подходов по моделированию пожаров.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд задач:

- рассмотреть основные особенности возникновения пожароопасной ситуации;
- изучить некоторые характеристики подходов по моделированию возникновения пожаров.

С точки зрения классификации, в зависимости от того, какие уровни леса, а также участки территории находятся при наблюдении в распространении огня, лесные пожары могут быть разделены на подземные или почвенные, низовые и верховые.

Когда распространяются почвенные или подземные пожары, то огонь идет по нижнему уровню леса, то есть, по подстилке, торфу. Одной из сложных характеристик при этом является то, что распространение огня очень медленное и его очень сложно увидеть и обнаружить.

Характеристики низовых лесных пожаров связаны с тем, что в них сгорают сухие опавшие листья, небольшая растительность. Можно отметить характерную скорость распространения таких пожаров – 1-1,5м/мин. Эти пожары потом могут перейти в другие виды пожаров, необходимо принимать во внимание наличие других видов веществ.

В верховых пожарах горят верхние части. При этом деревья могут воспламеняться как отдельно (пассивный пожар), так и огонь может распространяться на другую растительность (повальный пожар). Если идет низовой пожар, то верховой также будет идти с его скоростью.

В нашей стране работы по улучшению защиты от пожаров развиваются с середины 20 в., и к настоящему времени создана значительная как теоретическая, так и практическая база. Улучшены методики и алгоритмы оценки пожароустойчивости, разработаны подходы по оценке критериев пожароопасной обстановки.

Существование правильного прогноза движения и отслеживания динамики лесного пожара дает возможность оценить опасные факторы для природной среды, объектам экономики и населенным пунктам, принять необходимые меры по предотвращению ущерба, спланировать работу противопожарных сил [1, 2].

Разработка моделей и методик движения пожара дает возможность спрогнозировать его поведение, что позволяет построить правильную стратегию по борьбе с пожарами. Но одной из проблем является недостаток информационного обеспечения, а также методик работы с разными характеристиками (местность, населенные пункты, горючие материалы и т.д.). Идет комплексное развитие различных информационных составляющих систем для мониторинга противопожарной обстановки.

Полевые модели представляют собой интересную перспективу с точки зрения использования компьютерных технологий. При этом могут быть использованы многие инженерные формулы. Исследователи утверждают, что за полевыми методами большое будущее. Это обусловлено развитием, как вычислительных ресурсов, так и созданием новых методик и подходов, дающих возможность учета многих реальных факторов, имеющих место на пожаре.

Когда проводится реализации методики расчета распространения огня, то важно правильно сформировать несколько видов уравнений для аэрации, тепло- и массообмена. Причем они должны быть рассмотрены не только для отдельных комнат, но и для их комплекса [3].

Опасные факторы пожара определяют выбор основных математических уравнений для анализа [4].

На сегодняшний день существует множество зарубежных программ способных моделировать развитие пожара полевыми методами. Все эти программы можно разделить на две группы:

1. Универсальные пакеты. В первую очередь – это FLUENT, STAR-CD, ANSYS CFX, PHOENICS, которые предназначены для расчета большого класса задач. Однако, подобные программы достаточно дороги, сложны в освоении и их интерфейс не адаптирован под решение пожарных проблем.

2. Специализированные пакеты. К ним относятся: JASMINE, SOFIE, SMARTFIRE, KOBRA-3D, PHOENICS и FDS. Фактически, на данный момент существует два программных комплекса – это SMARTFIRE и FDS. Эти программы специализируются на расчете пожаров. SMARTFIRE является коммерческой программой, FDS свободно распространяемой.

В [5] рассмотрено то, как влияет различные характеристики влажности для горючего материала на его распространение по ландшафты. Показано я влажности на возможность распространения огня.

В [6] рассмотрена модель бегущей волны при оценке распространения огня. В рамках этого подхода существует возможность оценки места горящей кромки пожара с использованием характеристик реальных условий распространения огня. Этот метод опирается на теорию локальных фронтов. В ее рамках могут быть рассмотрены решения практически важных проблем: изменения внутренних параметров пожара, построение адекватного математического вероятностного аппарата для пожара. С другой стороны, указанный подход может быть достаточно легко реализован с точки зрения численной реализации, в том числе для построения рассматриваемых в работе параллельных алгоритмов.

Для решения задачи по повышению обоснованности принятия решений по предупреждению и ликвидации пожаров следует рассмотреть основные вопросы разработки модели системы интеллектуального анализа данных о пожарной обстановке [7].

Так как данная система предусматривает построение модели прогнозирования развития пожарной обстановки, то для определения качества таких моделей пользователем, необходимо применять специальные методы – визуализаторы.

Визуализаторы представляют собой тип программного обеспечения, который предназначен для преобразования различной информации в зрительные образы. Они могут быть или отдельным приложением, или плагином или частью другого приложения [8]. На практике для различных видов разработанных моделей, прежде чем использовать их на практике, требуется оценить их качество, то есть определить, насколько правильно и точно они позволяют решать сформулированные задачи.

Для этого выделяют две составляющие качества модели: адекватность – точность описания моделью исследуемого объекта; корректность – характеристика, определяющая, могут ли внешние данные быть использованы в нашей модели.

В [9] предложена модель годографа скорости (единичного контура горения) распространения лесного низового пожара. Годограф скорости описывается эллипсом, параметры которого определяются скоростями распространения кромки пожара в направлениях по ветру, против ветра и поперек ветра соответственно.

Значения величин скоростей для различных горючих материалов в зависимости от скорости ветра, найденные из полуэмпирических соображений, приведены в [10, 11].

Общая математическая модель лесных пожаров, отражающая современное состояние в данной области представлена в [12], где дается уточненная по сравнению с [13-15] схема физико-химических процессов в зоне лесного пожара и в приземном слое атмосферы и замкнутая система уравнений для математического моделирования. Лес в данной модели рассматривается как многофазная многоярусная пористо-дисперсная, пространственно-неоднородная среда [12].

При оповещении о пожаре большое значение имеет канал связи [16].

Когда радиоволны распространяются в лесу, то могут быть рассмотрены несколько моделей. В порядке нарастания сложности рассматриваются следующие модели леса [17].

1. Трехслойная изотропная модель: однородное диэлектрическое полупространство с потерями, моделирующее Землю, плоский изотропный слой диэлектрика с потерями, моделирующий лес, однородное пространство над лесом.

2. Трехслойная анизотропная модель леса: лес рассматривается, как анизотропный диэлектрик с диагональным тензором ДП. Анизотропия ДП в данной модели вводится, чтобы описать влияние стволов деревьев, которые перпендикулярны поверхности Земли, поэтому такая модель учитывает различную реакцию леса на поля вертикальной и горизонтальной поляризации.

3. Четырехслойная изотропная модель: в этой модели эффективная ДП верхней части леса определяется в основном листвой и ветвями, нижней части леса – стволами деревьев.

4. Четырехслойная анизотропная модель: в этой модели также вводится двухслойное описание леса: в верхней части леса доминируют листва и ветви, в нижней части леса – стволы деревьев, каждый из этих слоев описывается тензором ДП.

При распространении радиоволн в городе достаточно эффективна лучевая модель [18-21].

Вывод. Таким образом, применение математических моделей и компьютерных программ позволяет значительно повысить эффективность прогнозирования пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баровик Д.В., Таранчук В.Б. Состояние проблемы и результаты компьютерного прогнозирования распространения лесных пожаров / Вестник БГУ. Сер. 1. 2011. № 3, с. 78-84.
2. http://www.sibstu.kts.ru/files/nau/zs/2010/mu_t2.pdf
3. <http://www.pogaranet.ru/gi/3043>.
4. <http://pb.ucoz.org/1/1-1-7.pdf>
5. Калиновский А.Я., Созник А.П., Куценко Л.Н. Модель распространения ландшафтного пожара с учетом изменения влажности горючего материала/ Проблемы пожарной безопасности, Сборник научных трудов. Выпуск 29, 2011, с.55-59.
6. Вдовенко М. С. Моделирование процессов распространения лесных пожаров на основе параллельных алгоритмов / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Красноярск, 2009 г, с.1-25.
7. Иванов А.Ю., Чернов С.С. Применение визуализаторов для оценки качества моделей прогнозирования развития пожарной обстановки (<http://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V43/7.pdf>).
8. Визуализатор. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 24.03.2013).
9. Созник А.П., Кириченко И.К., Калиновский А.Я., Гайдим С.В. Глобальная и локальная модели распространения ландшафтного пожара / Проблемы пожарной безопасности. Сборник научных трудов. Выпуск 28, 2010, с.162-165.
10. Телицын Г.П. Зависимость скорости распространения низовых пожаров от условий погоды / Сб. тр. ДальНИИЛХ. – 1965. Вып. 7. – С. 390-405.
11. Коровин Г.Н. Методы расчета некоторых параметров низовых лесных пожаров / Сб. научн.- исслед. работ по лесн. хоз-ву. – М.: Лесная промышленность, 1969. – С. 244 – 262.
12. Гришин А.М. Общая математическая модель лесных пожаров и ее приложения для охраны и защиты лесов // Сопряженные задачи механики и экологии: Избранные доклады международной конференции. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. С. 88–137.
13. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. Новосибирск: Наука, 1992. 407 С.
14. Гришин А.М. Физика лесных пожаров. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1994. 218 с.
15. Mathematical modeling of forest fires and new methods of fighting them. Russia, Tomsk: Publishing House of the Tomsk State University, 1997. 390 P.

16. Родос Л.Я. Электродинамика и распространение радиоволн (распространение радиоволн): Учебно-методический комплекс (учебное пособие). - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. - (<http://window.edu.ru/resource/560/40560>)
17. Пермяков В.А. Электродинамические модели распространения радиоволн в лесу (http://www.mivlgu.ru/conf/armand2012/pdf/S2_17.pdf).
18. Головинов С.О., Преображенский А.П., Львович И.Я. Моделирование распространения миллиметровых волн в городской застройке на основе комбинированного алгоритма / Телекоммуникации. 2010. № 7. С. 20-23.
19. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей для проектирования беспроводных систем связи / Электромагнитные волны и электронные системы. 2012. Т. 17. № 1. С. 32-35.
20. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование методов оптимизации при проектировании систем радиосвязи / Теория и техника радиосвязи. 2011. № 1. С. 5-9.
21. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Телекоммуникации. 2010. № 11. С. 2-6.

O.N. Gorbenko, A.A. Makarova

THE PROBLEMS OF SIMULATION OF FIRE PROPAGATION

Voronezh Institute of High Technologies

The problems associated with the modeling of fires are pointed out. The peculiarities of the spread of forest fires are underlined. The basic characteristics that influence the rate of spread of fire are stressed. Some of the software products that allow the estimation of the fire to spread are given. The role of communication in relation to the fire warning is pointed out.

Keywords: simulation, fire, programming