

## СЕКЦИЯ 5 ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 519.8

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НИЗОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПРИ НАЛИЧИИ ПОЛЯН НА ПУТИ ОГНЯ

*В.Б. Таранчук, Д.В. Баровик*

*Белорусский государственный университет*

*e-mail: taranchuk@bsu.by*

Создание компьютерных моделей лесных пожаров важно для использования подразделениями по устранению чрезвычайных ситуаций, оптимизации их действий, минимизации потерь, оценке предлагаемых решений по профилактическим мерам. Особую важность представляют собой прогнозы возможного развития пожаров вблизи объектов энергетики. С обзором компьютерных моделей лесных пожаров можно ознакомиться по публикациям [1-2]. В настоящей работе предлагается модификация программного комплекса [3] для подготовки типовых сценариев возможного развития пожаров, в частности, вблизи строящейся Белорусской АЭС. В работе обсуждаются дополнения модели, теоретические основы математического описания, приведены примеры качественных оценок динамики процессов для типовых представительных конфигураций лесных массивов. В предложенной математической модели распространения лесных пожаров вычисляется эволюция распределений следующих величин:  $T$  – осредненная по высоте слоя лесного горючего материала (ЛГМ) температура; объемные доли многофазной реагирующей среды, массовые концентрации компонентов газовой фазы. Принятое математическое описание процесса распространения низового пожара, предложенный и реализованный метод численного решения изложены в [4-7].

**Результаты моделирования при наличии лесопожарных разрывов.** Краевая задача для описывающей процесс распространения пожара системы дифференциальных уравнений решалась численно с использованием *Wolfram Mathematica*. Применялись предложенные и обоснованные авторами явные разностные аппроксимации с равномерной сеткой по пространству и переменным временным шагом по времени. Временные шаги выбирались из условий устойчивости численной схемы с учетом специфики и скоростей протекания физико-химических процессов на каждом конкретном шаге.

Отметим представительные результаты вычислительных экспериментов. Рассмотрим квадратную область лесного массива. Считается, что в центре области «возникает» очаг горения, на рисунках слева показаны граница зоны очага (в центре), а сама схема очага – фрагмент в правом верхнем углу. Принято, что скорость ветра в пологе леса направлена слева направо. При этом по направлению ветра, против ветра и перпендикулярно (на верхнем фланге)

имеются участки (поляны) с отсутствием горючего материала (растительности) – границы полян показаны пунктиром. На рис. 1–3 приведены карты распределения температуры в два момента времени: в процессе «огибания» полян, когда фронты размыкаются, и после прохождения полян фронтом. Приведены результаты трех характерных вариантов развития процесса.

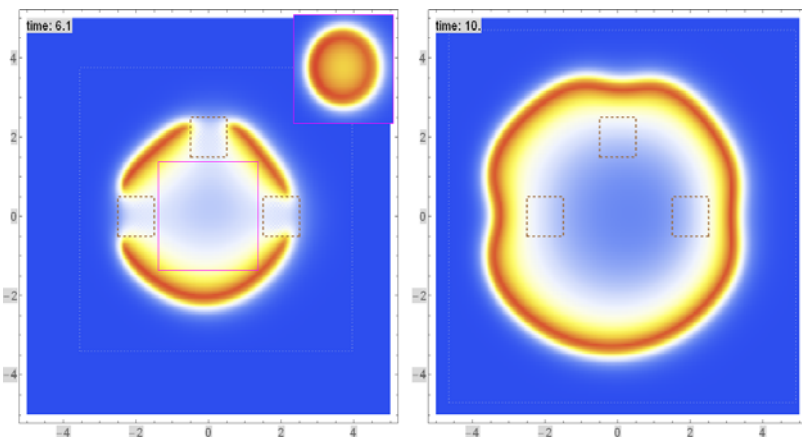


Рисунок 1 – Скорость ветра 1 м/с. Огибание фронтом пожара трех полян

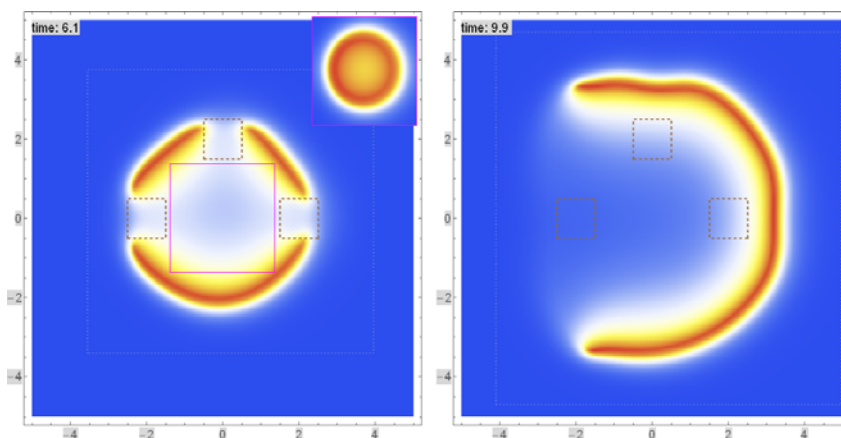


Рисунок 2 – Скорость ветра 1.5 м/с.  
Прекращение распространения пожара «против» ветра

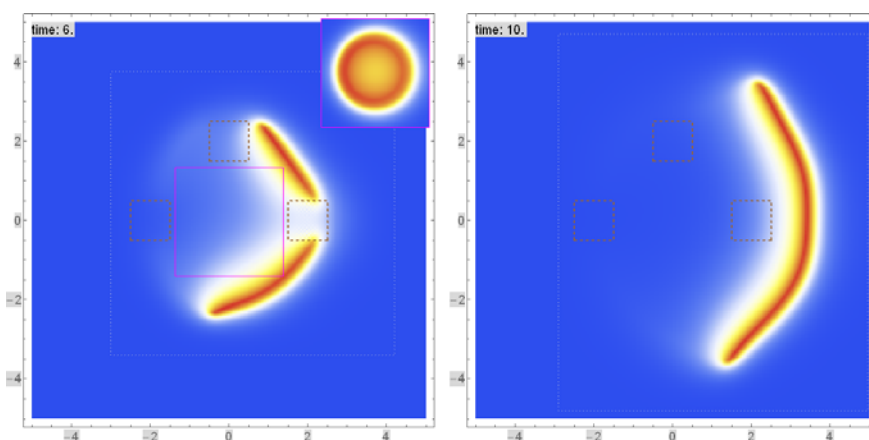


Рисунок 3 – Скорость ветра 2 м/с.  
Фронт пожара распространяется только по направлению ветра

Для приведенных вариантов моделирования отличие было только в величине равновесной скорости ветра на уровне середины высоты пламени, а именно, расчеты проводились для значений скорости  $V = 1, 1.5, 2$  м/с. Очаг пожара распространяется эллипсом, достигает полей и начинает огибать их. При скорости ветра 1.5 м/с имеет место прекращение распространения пожара «против» ветра после «разрыва» фронта поляной. Далее эволюция фронта пламени разная.

Результаты показывают и можно сделать выводы, прогнозировать три разных сценария развития процесса на финальной стадии. Варианты:

- смыкание фронта пожара независимо от направления ветра (рис. 1);
- при увеличении скорости ветра смыкание фронта против ветра не происходит (рис. 2);
- при достаточно сильном ветре встреча препятствия на пути фронта приводит к его остановке во всех направлениях кроме направления по ветру (рис. 3).

Надо понимать, что отмеченные сценарии реализуются в природе при разных значениях скорости ветра, а соответствующие значения могут определяться в вычислительных экспериментах, они будут зависеть от влажности и состава лесного горючего материала, температуры и влажности окружающей воздушной среды.

#### **Список использованных источников**

1. Mathematical models and calculation systems for the study of wildland fire behaviour / E. Pastor [et al] // Progress in Energy and Combustion Science, 2003. – Vol. 29. – P. 139-153.

2. Баровик Д.В. Состояние проблемы и результаты компьютерного прогнозирования распространения лесных пожаров / Д.В. Баровик, В.Б. Таранчук // Вестник БГУ. Серия 1, Физика, Математика, Информатика, 2011. – № 3. – С. 78-84.

3. Баровик Д.В. Методические и алгоритмические основы программного комплекса «Расчет и визуализация динамики лесного пожара» / Д.В. Баровик, В.И. Корзюк, В.Б. Таранчук // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2011. – № 2 (30). – С. 22-33.

4. Баровик Д.В. Об особенностях адаптации математических моделей вершинных верховых лесных пожаров / Д.В. Баровик, В.Б. Таранчук // Вестник БГУ. Серия 1, Физика, Математика, Информатика, 2010. – № 1. – С. 138-143.

5. Barovik D.V. Mathematical Modelling of Running Crown Forest Fires / D.V. Barovik, V.B. Taranchuk // Mathematical Modelling and Analysis, 2010. – Vol. 15. – № 2. – P. 161-174.

6. Баровик Д.В. К обоснованию математических моделей низовых лесных пожаров / Д.В. Баровик, В.И. Корзюк, В.Б. Таранчук // Труды института математики. – 2013. – Том 21. – № 1. – С. 3-15.

7. Баровик Д.В. О корректности одной математической модели низовых лесных пожаров / Д.В. Баровик, В.И. Корзюк, В.Б. Таранчук // Докл. НАН Беларуси. – 2013. – Т. 57, – № 4. – С. 5-9.

УДК 621.9.015

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЗРЫВООПАСНЫМИ СРЕДАМИ В АТОМНОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

*Д.А. Осминко, В.В. Максаров*

*Санкт-Петербургский горный университет*

*e-mail: dart\_main@mail.ru, maks78.54@mail.ru*

***Аннотация.** Статья посвящена проблемам безопасности, связанных с ненадежной герметизацией внутренней полости электромагнитных клапанов, используемых в атомной, тепловой и нефтегазовой промышленности, и сложностям при производстве таковых на примере растачивания глубокого ступенчатого отверстия в детали «Втулка» клапана, работающего в широком диапазоне рабочих сред, давлений и температур. В статье предлагается надёжный способ по растачиванию таких отверстий с использованием нового инструмента, который позволит повысить точность поверхностного слоя и снизит уровень высокочастотного колебательного процесса во время обработки, не прерывая процесс на каждом из участков. Предложенный способ позволит сократить технологический процесс, что как следствие, повысит производительность и позволит производить изделия без использования специализированного дорогостоящего оборудования.*

***Ключевые слова:** безопасность, электромагнитный клапан, тепловая энергетика, герметичность, точность изготовления, лезвийная обработка.*

В различных отраслях промышленности достаточно широкое применение находят детали с комбинированными поверхностями, состоящие из разнородных конструкционных материалов. В изготовлении подобных деталей главной технологической проблемой является инструментальное обеспечение и выбор способа обработки для воспроизводства заданных точностных и качественных показателей. Для тепловой, атомной и нефтегазовой промышленности подобные изделия получили распространение в области производства 2-ходовых электромагнитных запорных клапанов, отличающихся взрывозащищенностью и работой в широком диапазоне рабочих давлений, температур и проходных сечений.

Использование электромагнитных клапанов продиктовано, прежде всего, долговечностью и надежностью конструкции изделия, связанного с тем что в аналогичных (пневмоприводных и электромеханических) клапанах с подобными техническими параметрами, используется сальниковое уплотнение в выдвижном рабочем штоке, который не может обеспечить требуемую долговременную надежную герметизацию внутренней полости