

Краевой конкурс творческих работ учащихся  
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Математическое моделирование

**Применение клеточных автоматов для моделирования процесса  
распространения пожара в лесном массиве с использованием  
методов фрактальной математики**

Васенин Игорь,

11 кл., МБОУ «Лицей №1» г. Перми,

Нечаева Елена Сергеевна,

доцент ПНИПУ, к.ф.-м. н.

Пермь. 2012.

Содержательная постановка:

Объектом исследования является лесной массив, в котором происходят пожары. Разработка математических моделей распространения пожара будет позволять предсказать его поведение, что будет способствовать более эффективной борьбе со стихией огня. Данное исследование будет актуальным, так как в России ежегодно сгорает огромное количество гектар леса. Модель будет показывать распространение пожара в зависимости от разных условий, что поможет разработать план по тушению пожара.

Концептуальная постановка:

- В качестве поля клеточного автомата рассмотрим прямоугольник размером  $100 \times 200$  ячеек
- Так как рассматривается ограниченный лесной массив, то поле клеточного автомата будем считать ограниченным
- Размер одной ячейки (в физическом пространстве) предполагается равным  $n \text{ м}^2$  ( $n=1$ )
- В качестве окрестности ячейки будем рассматривать 8 ячеек вокруг нее
- Ячейки могут быть четырех типов:

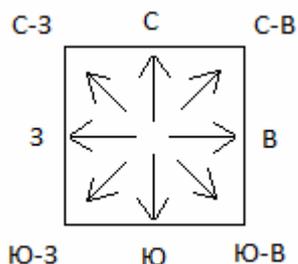
Зеленого цвета – здоровый лес

Желтого цвета – высушенный лес, более склонный к пожару

Красного цвета – пожар леса

Черного цвета – сгоревший лес или пустое пространство, которое не подвергается горению

- Пусть в модели время измеряется дискретно с шагом  $\Delta t$ , которое соответствует физическому времени  $\Delta t$  часов ( $\Delta t = 12$  или  $24$  часа)
- Состояние системы на следующем шаге по времени зависит только от предыдущего и меняется скачком
- Пусть реальное направление распространение пожара зависит от направления ветра
- Будем считать, что бывает 8 разных видов ветров:



- Примем следующую совокупность правил, характеризующую распространение пожара. Рассмотрим окрестность ячейки являющимся источником пожара (красная ячейка).

В зависимости от направления ветра будем считать, что клетка взаимодействует с тремя соседними ячейками (заштрихованная часть) как изображено на рисунках ниже.

Например:

Если ветер северный, то ячейка К (красная) взаимодействует с ячейками 1,2,3

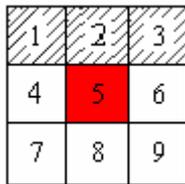


Рис.1

Если ветер восточный.

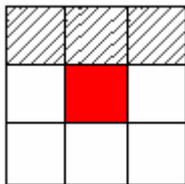


Рис.2

Если ветер западный.

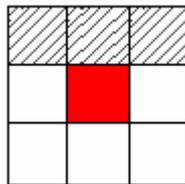


Рис.3

Если ветер южный

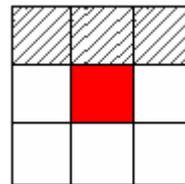


Рис.4

Если ветер северо-восточный, то ячейка К (красная) взаимодействует с ячейками 2,3,6

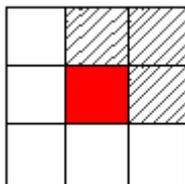


Рис.5

Если ветер северо-западный.

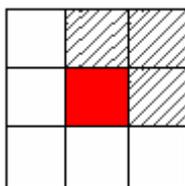


Рис.6

Если ветер юго-восточный.

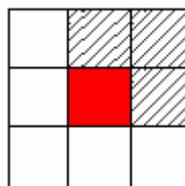


Рис.7

Если ветер юго-западный

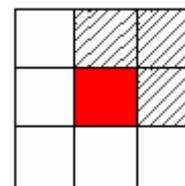


Рис.8

- Взаимодействие ячеек между собой:

Черная ячейка ни на что не влияет и ничто не влияет на нее, так как это пустое пространство в массиве.

Зеленая ячейка ни на что не влияет, но на нее влияет красная ячейка так, что зеленая ячейка преобразуется в желтую.

Желтая ячейка ни на что не влияет, но на нее влияет красная ячейка так, что желтая ячейка преобразуется в красную.

Красная ячейка влияет на зеленую и желтую ячейку, но ничто на нее не влияет.