

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»  
Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии**

**СОГЛАСОВАНО**  
Научный руководитель, к.т.н., доцент  
ДПИ ФКН

**УТВЕРЖДАЮ**  
Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия», к.т.н.,  
профессор ДПИ ФКН

\_\_\_\_ *RARodr* \_\_\_\_ Р.А. Родригес Залепинос  
«21» \_\_\_\_ 11 \_\_\_\_ 2020 г.

\_\_\_\_ В. В. Шилов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 2020 г.

**ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА С ПОМОЩЬЮ**

**КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ**

**Техническое задание**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1-ЛУ 1**

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл	

**Исполнитель**  
\_\_\_\_ *Seif* \_\_\_\_ Студент группы БПИ96  
\_\_\_\_ / М. И. Филиппова/  
«21» \_\_\_\_ 11 \_\_\_\_ 2020 г.

**УТВЕРЖДЕН**

**RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1 ЛУ**

**ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА С ПОМОЩЬЮ  
КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ**

**Техническое задание**

**RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1**

**Листов 18**

Инв. №подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**Москва 2020**

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.1	Наименование программы.....	4
1.2	Краткая характеристика области применения программы .....	4
2.	ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ.....	5
2.1	Документы, на основании которых ведется разработка.....	5
2.2	Наименование темы разработки.....	5
3.	НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ .....	6
3.1	Функциональное назначение.....	6
3.2	Эксплуатационное назначение.....	6
4.	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ.....	7
4.1	Требования к функциональным характеристикам .....	7
4.1.1	Требования к составу функций .....	7
4.1.2	Требования к интерфейсу.....	7
4.1.3	Требования к входным данным.....	7
4.1.4	Требования к выходным данным .....	7
4.2	Требования к надежности.....	7
4.2.1	Требования к обеспечению устойчивой работы программы.....	8
4.2.2	Время восстановления после отказа.....	8
4.2.3	Отказы из-за некорректных действий оператора.....	8
4.3	Условия эксплуатации .....	8
4.3.1	Климатические условия эксплуатации.....	8
4.3.2	Требования к видам обслуживания.....	8
4.3.3	Требования к численности и квалификации персонала .....	9
4.4	Требования к составу и параметрам технических средств .....	9
4.5	Требования к информационной и программной совместимости.....	9
4.5.1	Требования к информационным структурам и методам решения .....	9
4.5.2	Требования к программным средствам, используемым программой .....	9
4.5.3	Требования к исходным кодам и языкам программирования.....	9
4.5.4	Требования к защите информации и программы.....	9
4.6	Требования к маркировке и упаковке .....	10
4.7	Требования к транспортированию и хранению.....	10
4.8	Специальные требования.....	10
5.	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5.1	Состав программной документации.....	11
5.2	Специальные требования к программной документации .....	11
6.	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	<b>12</b>
6.1	Предполагаемая потребность .....	12
6.2	Ориентировочная экономическая эффективность.....	12
6.3	Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами .....	12
7.	СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ.....	<b>14</b>
7.1	Стадии и этапы разработки с учетом ГОСТ 19.102-77.....	14
7.2	Сроки разработки и исполнители.....	15
8.	ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ .....	<b>16</b>
8.1	Виды испытаний .....	16
8.2	Общие требования к приемке работы .....	16
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	<b>17</b>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1.1 Наименование программы

Название программы: «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов» («Program for Modelling Fire Spread using Cellular Automata»).

### 1.2 Краткая характеристика области применения программы

Программа предназначена для моделирования развития природных пожаров, оценки степени их распространения на определенной территории. Кроме того, программа может являться инструментом, облегчающим управление контролируемого пожара в аграрных целях и решение вопросов землепользования. Программа также может использоваться в учебных симуляторах пожарных бригад и в научных целях.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 2. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

### 2.1 Документы, на основании которых ведется разработка

Программа выполняется в рамках темы курсового проекта – «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов» согласно учебному плану подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия».

Основанием для разработки является приказ декана факультета компьютерных наук И.В. Аржанцева «Об утверждении тем, руководителей курсовых работ студентов образовательной программы «Программная инженерия» факультета компьютерных наук» № XXX от XXX.

### 2.2 Наименование темы разработки

Наименование темы разработки: «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов» («Program for Modelling Fire Spread using Cellular Automata»).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

#### 3.1 Функциональное назначение

Основным назначением программы является моделирование распространения пожара с помощью клеточных автоматов на основании метеорологических и пространственно-географических параметров. На основе входного значения фронта пожара спутникового снимка в определенный момент времени и на основании погодных условий и особенностях рельефа и растительного покрова данной местности программа прогнозирует расположение огня в момент времени, больший начального. Кроме того, программа визуализирует процесс распространения пожара, а также предоставляет возможность сравнить полученный результат с реальным результатом в случае моделирования действительно произошедшей пожарной ситуации.

#### 3.2 Эксплуатационное назначение

Программа может использоваться при мониторинге эволюции пожарного фронта. Эффективное прогнозирование развития пожара может быть полезно при разработке стратегии обеспечения безопасности, а также при выборе и внедрении средств противопожарной защиты. Кроме того, программа может быть полезна при планировании землепользования, а также при обучении пожарных бригад и при проведении научных экспериментов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

### 4.1 Требования к функциональным характеристикам

#### 4.1.1 Требования к составу функций

Программа должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- составлять матрицы состояния интенсивности и типа растительности, особенностей рельефа (высоты поверхности), метеорологических данных на основе цифровых географических данных: формировать при необходимости файл формата SHP на основе спутниковых снимков;
- отображать на карте местности слои состояния растительности, рельефа и других параметров как вместе, так и по отдельности;
- учитывать природные факторы (скорость и направление ветра, тип и интенсивность растительности, особенности рельефа, температура, влажность) при работе модели распространения пожара;
- использовать GPU при реализации математической модели распространения пожара;
- прогнозировать изменение территории поражения пожаром с течением времени на основе реализуемой математической модели;
- визуализировать процесс распространения пожара на карте местности;
- предоставлять возможность оценить правдоподобность используемой математической модели путем сравнения полученной области поражения пожаром с данными о результатах деятельности реальных пожаров;
- предоставлять возможность смоделировать как реально произошедшие пожары. так и собственный эксперимент;
- в зависимости от потребностей пользователя генерировать ряд релевантных выходных данных: карты эволюции пожара с различными временными разрешениями точности, сетки интенсивности возгораний;

#### 4.1.2 Требования к интерфейсу

Программный продукт должен представлять собой интерактивную карту.

#### 4.1.3 Требования к входным данным

Параметры модели: разрешение сетки, интенсивность растительности, метеорологические данные. Программа должна поддерживать такие форматы входных данных как NetCDF, GeoTIFF, CSV, JSON, SHP.

#### 4.1.4 Требования к выходным данным

Файлы формата JPEG, представляющие карты эволюции пожара.

### 4.2 Требования к надежности

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



#### 4.2.1 Требования к обеспечению устойчивой работы программы

Для устойчивого функционирования программы требуется:

- обеспечить бесперебойное питание технического устройства;
- обеспечить защиту технического устройства от вмешательства вредоносного программного обеспечения;
- обеспечить использование лицензионного программного обеспечения;
- регулярно выполнять проверку оборудования и программного обеспечения для выявления сбоев и неполадок;
- не менять состав папок с файлами, используемыми программой;

#### 4.2.2 Время восстановления после отказа

При отказе, вызванном воздействием внешних факторов и отсутствием непоправимых сбоев операционной системы время восстановления не должно превышать времени, необходимого для перезагрузки операционной системы и запуска программы.

При отказе, вызванном неисправностью технических средств или непоправимым сбоем операционной системы, время восстановления не должно превышать времени, необходимого для устранения этих неисправностей.

#### 4.2.3 Отказы из-за некорректных действий оператора

Во избежание отказа программы по причине ввода некорректных данных оператором, следует рассмотреть обработку случаев несоответствия входных данных формату, указанному в п.4.1.3 данного документа.

### 4.3 Условия эксплуатации

#### 4.3.1 Климатические условия эксплуатации

Климатические условия эксплуатации должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к персональным компьютерам в части условий их эксплуатации. Персональный компьютер предназначен для работы в закрытом отапливаемом помещении со стабильными климатическими условиями категории 4.1 согласно ГОСТ 15150-69.

#### 4.3.2 Требования к видам обслуживания

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

На компьютере, где проводится эксплуатация программы, необходимо обеспечить регулярные проверки оборудования и программного обеспечения на предмет неполадок, а также обеспечить защиту от воздействия вредоносного программного обеспечения.

#### **4.3.3 Требования к численности и квалификации персонала**

Количество персонала, необходимого для работы программы, составляет не менее 1 штатной единицы:

- 1) конечный пользователь – оператор ЭВМ.

Оператор ЭВМ должен обладать практическими навыками работы с пользовательским интерфейсом операционной системы

#### **4.4 Требования к составу и параметрам технических средств**

Для надежной и бесперебойной работы программы требуется следующий состав технических средств:

- персональный компьютер с 32-разрядным или 64-разрядным процессором с тактовой частотой 1.8 ГГц или выше и с операционной системой Windows 7 и выше
- 2.5 ГБ или больше оперативной памяти (ОЗУ)
- клавиатура
- мышь

#### **4.5 Требования к информационной и программной совместимости**

##### **4.5.1 Требования к информационным структурам и методам решения**

Использование клеточных автоматов при составлении и реализации математической модели распространения пожара.

##### **4.5.2 Требования к программным средствам, используемым программой**

Системные программные средства, используемые программой, должны быть представлены лицензионной локализованной версией операционной системы не ниже Windows 7.

##### **4.5.3 Требования к исходным кодам и языкам программирования**

Требования к исходным кодам и языкам программирования не предъявляются.

##### **4.5.4 Требования к защите информации и программы**

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Требования к защите информации и программы не предъявляются.

#### **4.6 Требования к маркировке и упаковке**

Программа представляется в виде программного изделия, хранящегося в облачном хранилище, где должны находиться программная документация, приложение (исполняемый файл и прочие, необходимые для функционирования программы файлы, примеры входных данных) и презентация проекта.

Программное изделие должно иметь маркировку с обозначением наименования изделия, темы разработки, фамилии, имени и отчества исполнителя и руководителя разработки, учебной группы и года выпуска изделия.

#### **4.7 Требования к транспортированию и хранению**

Программное изделие хранится в облачном хранилище.

#### **4.8 Специальные требования**

К данной программе не предъявляются специальные требования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

### 5.1 Состав программной документации

- «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов». Техническое задание (ГОСТ 19.201-78);
- «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов». Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-78);
- «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов». Текст программы (ГОСТ 19.401-78);
- «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов». Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79);
- «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов». Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79);

### 5.2 Специальные требования к программной документации

Документы к программе должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 19.106-78 и ГОСТами к каждому виду документа (см. п. 5.1.);

Пояснительная записка должна быть загружена в систему Антиплагиат через LMS «НИУ ВШЭ».

Документация и программа сдаются в электронном виде в формате .pdf или .docx. в архиве формата .zip или .rar;

За один день до защиты комиссии все материалы курсового проекта:

- техническая документация,
- программный проект,
- исполняемый файл,
- отзыв руководителя,
- лист Антиплагиата

должны быть загружены одним или несколькими архивами в проект дисциплины «Курсовой проект 2020-2021» в личном кабинете в информационной образовательной среде LMS (Learning Management System) НИУ ВШЭ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

### 6.1 Предполагаемая потребность

Программа может быть востребована в управлении контролируемого пожара в аграрных целях и решении вопросов землепользования. Программа также может использоваться в учебных симуляторах пожарных бригад или в научных целях.

### 6.2 Ориентировочная экономическая эффективность

В рамках данной работы расчёт экономической эффективности не предполагается.

### 6.3 Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами

	Cell2Fire	A Cellular Automata Wildfire Spread Model	Prometheus
язык	английский	английский	английский
доступность	доступно	нет	доступно
использование клеточных автоматов	+	+	-
форма клеток	квадратные	квадратные	-
число состояний клеток	5	2	-
возможность сравнить с реальными результатами	-	-	-
возможность работы с реальными случаями	+	-	+
возможность смоделировать свою ситуацию на существующей карте	-	+	-
возможность создать свой ландшафт	-	+	-
выходные данные	изображение выжженных клеток, график распространения пожара, статистика (среднее число сожженных клеток, процент поражения пожаром)	изображение области поражения пожаром	отображение распространения пожара на карте
параметры при расчетах:			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**13**  
**RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1**

скорость ветра	+	-	+
направление ветра	+	-	+
влажность	+	-	-
температура	+	-	-
тип объектов возгорания	+	-	+
рельеф	+	-	+
эффект переносимости легких горящих материалов в места, не прилегающие фронту пожара, например, с помощью ветра	-	-	-
коэффициент распространения огня	+	-	+
осадки	+	-	+

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

### 7.1 Стадии и этапы разработки с учетом ГОСТ 19.102-77.

Стадии разработки	Этапы работ	Содержание работ
<b>1. Техническое задание</b>	Обоснование необходимости разработки программы	Постановка задачи
		Сбор исходных материалов
	Научно – исследовательские работы	Определение структуры входных – выходных данных
		Предварительный выбор методов решения задач
	Разработка и утверждение технического задания	Определение требований к программе
		Определение стадий, этапов, сроков разработки программы и документации
		Согласование и утверждение технического задания
<b>2. Рабочий проект</b>	Разработка рабочего проекта	Уточнение структуры входных и выходных данных
		Разработка алгоритма решения задачи
		Определение формы представления входных и выходных данных
		Разработка структуры программы
		Программирование и отладка программы
	Разработка программной документации	Разработка программных документов согласно требованиям ГОСТ 19.101-77

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

	Испытание программы	Разработка, согласование и утверждение программ и методики испытаний
		Проведение испытаний программы в соответствии с утвержденной программой и методикой
		Корректировка программы и программной документации по результатам испытаний
<b>3. Внедрение</b>	Подготовка и передача программы	Утверждение даты защиты программного продукта
		Подготовка программы и программной документации для презентации и защиты
		Представление разработанного программного продукта руководителю и получение отзыва
		Загрузка Пояснительной записки в систему Антиплагиат через ЛМС НИУ ВШЭ
		Загрузка материалов курсового проекта в ЛМС, проект дисциплины «Курсовой проект 2020-2021» (п. 5.2)
		Защита программного продукта (курсового проекта) перед комиссией

## 7.2 Сроки разработки и исполнители

Разработка должна закончиться к XX.XX.XX.

Исполнитель: Филиппова Мария Игоревна, студент группы БПИ196 факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



## 8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

### 8.1 Виды испытаний

Проверка функциональных характеристик программы производится в соответствии с документом «Программа моделирования распространения пожара с помощью клеточных автоматов». Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79).

Осуществляется визуальная проверка интерфейса на соответствие пункту 4.1.2. данного документа.

### 8.2 Общие требования к приемке работы

Проверка программного продукта, в том числе и на соответствие техническому заданию, осуществляется исполнителем вместе с заказчиком согласно «Программе и методике испытаний», а также п. 5.2. настоящего документа.

Защита выполненного проекта осуществляется комиссии, состоящей из преподавателей департамента программной инженерии, в утверждённые приказом декана ФКН сроки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alexandridis, A., Vakalis, D., Siettos, C.I., Bafas, G.V. A cellular automata model for forest fire spread prediction: The case of the wildfire that swept through Spetses Island in 1990 [Электронный ресурс]: Applied Mathematics and Computation, 2008 – Режим доступа: [http://people.ding.unisannio.it/continillo/didattica/corsi/Processi\\_di\\_combustione/A%20cellular%20automata%20model%20for%20forest%20fire%20spread%20predictionAMC.pdf](http://people.ding.unisannio.it/continillo/didattica/corsi/Processi_di_combustione/A%20cellular%20automata%20model%20for%20forest%20fire%20spread%20predictionAMC.pdf), свободный. (дата обращения: 12.11.20).
2. Hernandez Encinas, L., Hoya White, S., Martin del Rey, A., Rodriguez Sanchez, G. Modelling forest fire spread using hexagonal cellular automata [Электронный ресурс]: Applied Mathematical Modelling, 2007. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X06000916>, свободный. (дата обращения: 12.11.20).
3. Pais, C., Carrasco, J., Martell, D.L., Weintraub, A., Woodruff, D.L. Cell2Fire: A Cell Based Forest Fire Growth Model [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1905.09317.pdf>, свободный. (дата обращения: 12.11.20).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.16-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]