

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа «Программная инженерия»

**СОГЛАСОВАНО**  
Научный руководитель,  
канд. техн. наук, доцент департамента  
программной инженерии факультета  
компьютерных наук

— Родригес Р.А. Родригес Залепинос  
«25» \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2021 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»  
профессор департамента программной  
инженерии, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ В.В. Шилов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.


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

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

**Техническое задание**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1-ЛУ**

Исполнитель  
студент группы БПИ196  
 / М. И. Филиппова/  
«25»\_\_09\_\_ 2021 г.

**Москва 2021**

УТВЕРЖДЕН  
RU.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1-ЛУ

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

**Техническое задание**

**RU.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1**

**Листов 18**

<i>Инв. № подл</i>	
<i>Подп. и дата</i>	
<i>Взам. инв. №</i>	
<i>Инв. № дубл.</i>	
<i>Подп. и дата</i>	

**Москва 2021**

**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.....	7
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 .....	8
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 .....	9
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.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 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 учебный план подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» и утверждение академическим руководителем тема курсового проекта.

### 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.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 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;
- прогнозировать изменение территории поражения пожаром с течением времени на основе реализуемой математической модели;
- визуализировать процесс распространения пожара на карте местности;
- предоставлять возможность смоделировать как реально произошедшие пожары, так и собственный эксперимент;
- 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, метеорологические данные. Программа должна поддерживать такие форматы входных данных как GeoTIFF, CSV, JSON, SHP.

#### 4.1.4 Требования к выходным данным

Файлы формата GeoTIFF, представляющие карты эволюции пожара.

### 4.2 Требования к надежности

#### 4.2.1 Требования к обеспечению устойчивой работы программы

Для устойчивого функционирования программы требуется:

- обеспечить бесперебойное питание технического устройства;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



- 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**

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**

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

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**

Требования к защите информации и программы не предъявляются.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

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.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**13**  
**RU.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 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 комиссией, состоящей из преподавателей департамента программной инженерии, в утверждённые приказом декана ФКН сроки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.06-01 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.17701729.05.06-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

