

An aerial photograph of a forest fire. The fire is visible as a bright orange and yellow area on the left side of the image, with dark smoke rising from it. The surrounding forest is green. A red rectangular box is overlaid on the top left of the image, containing white text.

ПРОТОТИП ВЕБ-СЕРВИСА С REST АРХИТЕКТУРОЙ
ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОГНОЗОВ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА
БАЗЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РОТЕРМЕЛА

Выполнил: Антонов Никита Андреевич

Руководитель: Заковряшин Юрий Дмитриевич

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка прототипа веб-сервиса для расчета прогнозов распространения лесных пожаров на территории Республики Крым, основанных на математической модели с применением методик симуляции динамических процессов.

ЗАДАЧИ

- Исследовать область применения проекта;
- Выбрать подходящие под требования Заказчика и ориентированные на программную реализацию методики моделирования;
- Спроектировать архитектуру прототипа;
- Выполнить программную реализацию;
- Провести тестирование разработанной программы;
- Проанализировать и оценить возможность реализации полностью функционального веб-сервиса.

ОСНОВНЫХ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Модуль обмена данными <<web>>

Предоставление функционала, доступного веб-клиенту, для удаленного вызова процедур веб-сервиса

2. Модуль хранения данных <<db>>

Доступ к информации, хранимой в базе данных, для создания новых записей и редактирования существующих

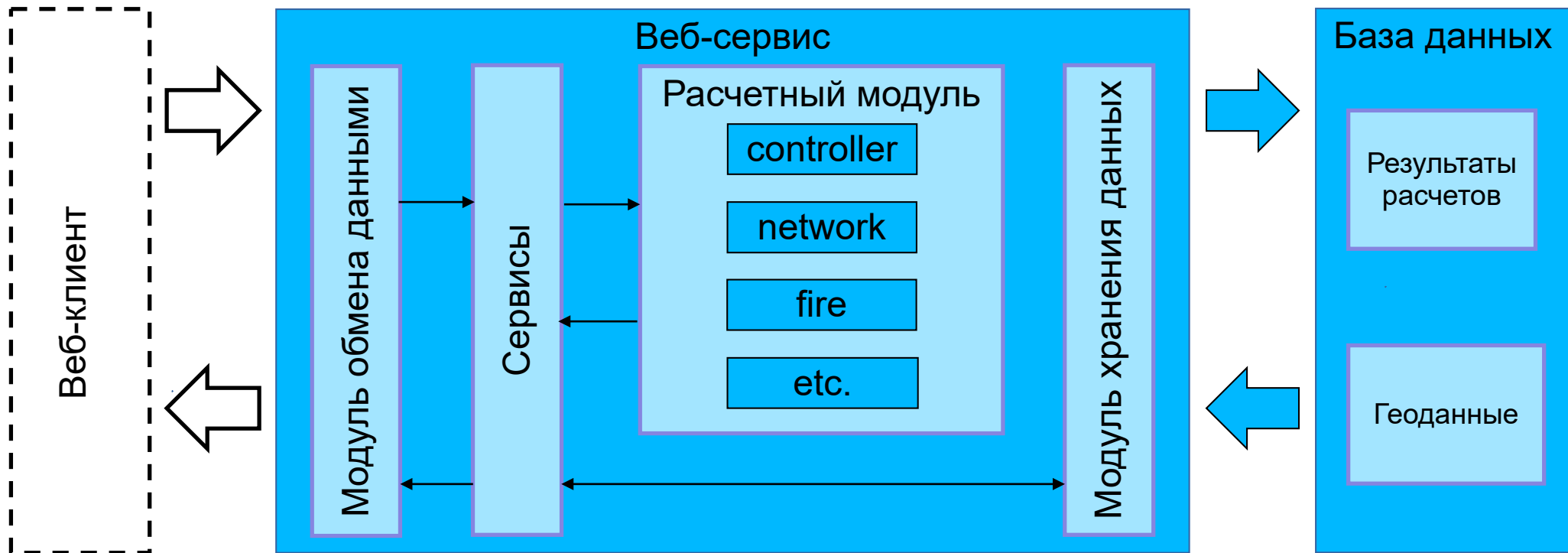
3. Расчетный модуль <<core>>

Симуляция модели пожара на основании полученных от веб-клиента данных

4. Банк данных

Организация хранения результатов расчетов и данных, необходимых для их выполнения

ОБЩАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ



- ❑ Клиент-серверная модель в архитектурном стиле REST
- ❑ Обмен данными в виде JSON-объектов
- ❑ Вызов удаленных процедур веб-сервиса через HTTP-запросы

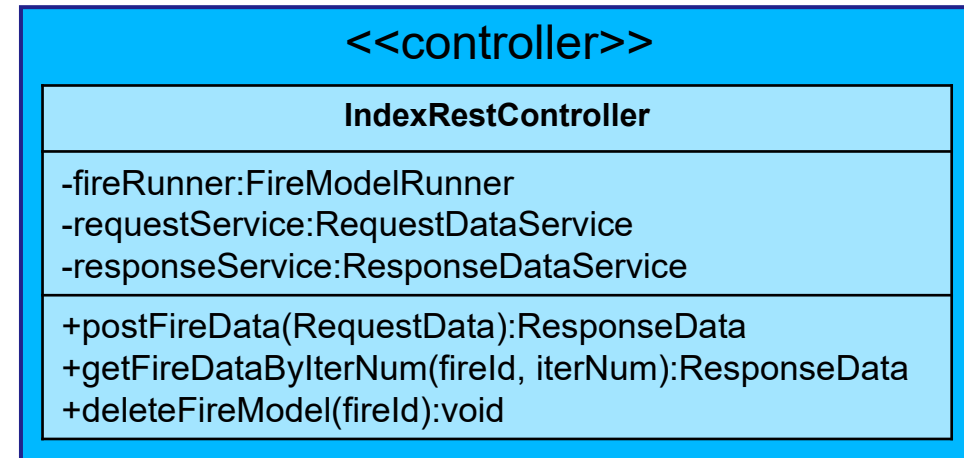
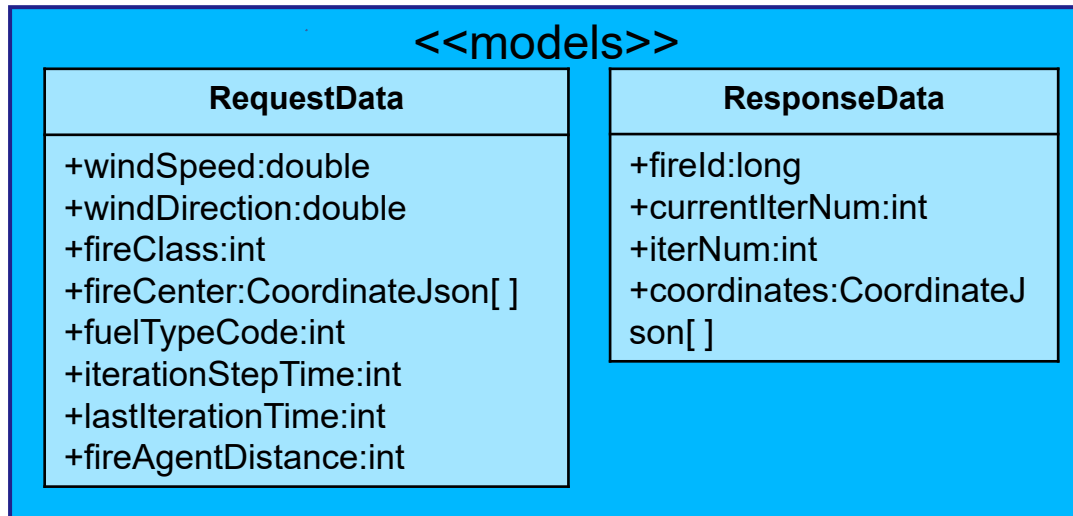
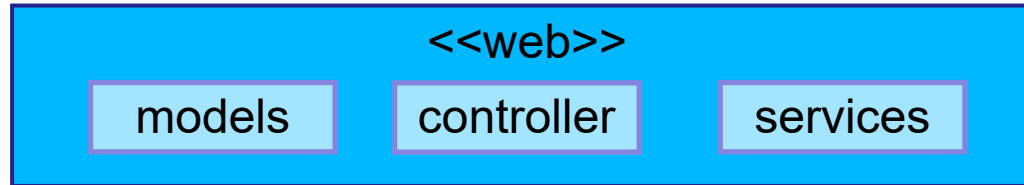
МОДУЛЬ ОБМЕНА ДАННЫМИ

Ресурсы, доступные веб-клиенту

URI ресурса	HTTP-метод	Реализуемая функция
*/fires	POST	Создание новой модели и запуск симуляции
*/fires/{fireId}/{iterNum}	GET	Получение состояния модели (fireId) на требуемую итерацию (iterNum)
*/fires/{fireId}	DELETE	Удаление информации о модели (fireId) из базы данных

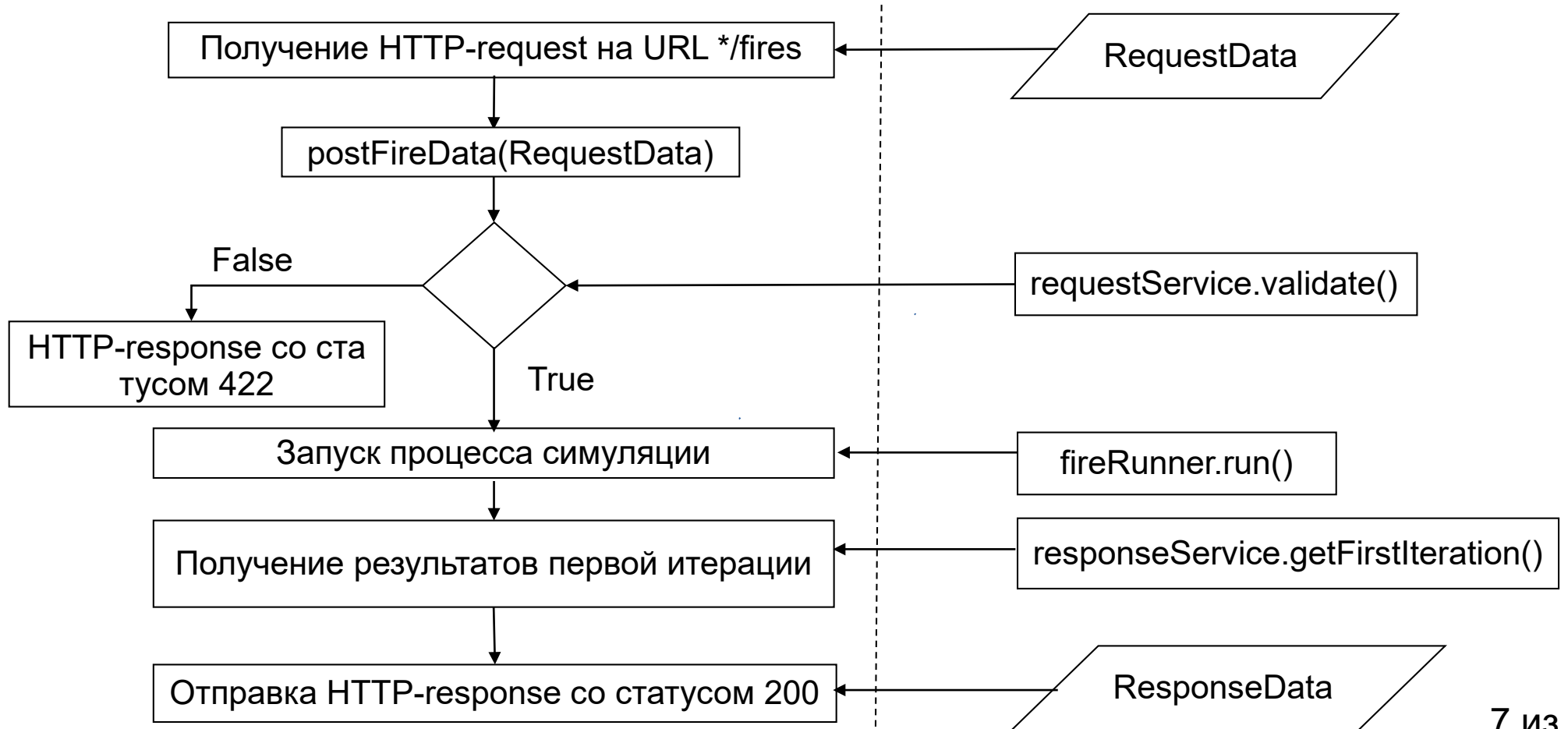
МОДУЛЬ ОБМЕНА ДАННЫМИ

Структура пакета



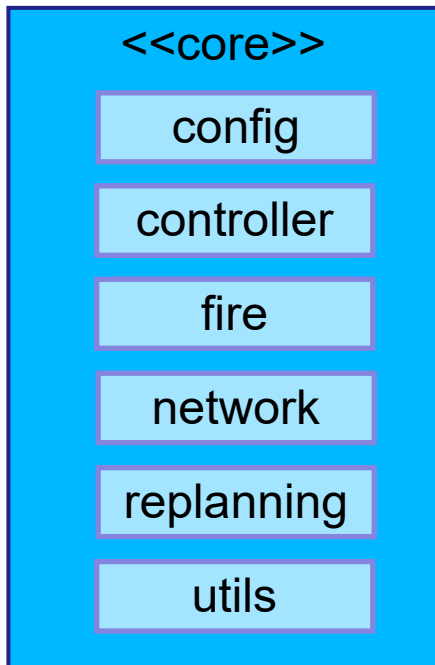
МОДУЛЬ ОБМЕНА ДАННЫМИ

Алгоритм обработки запроса на создание модели

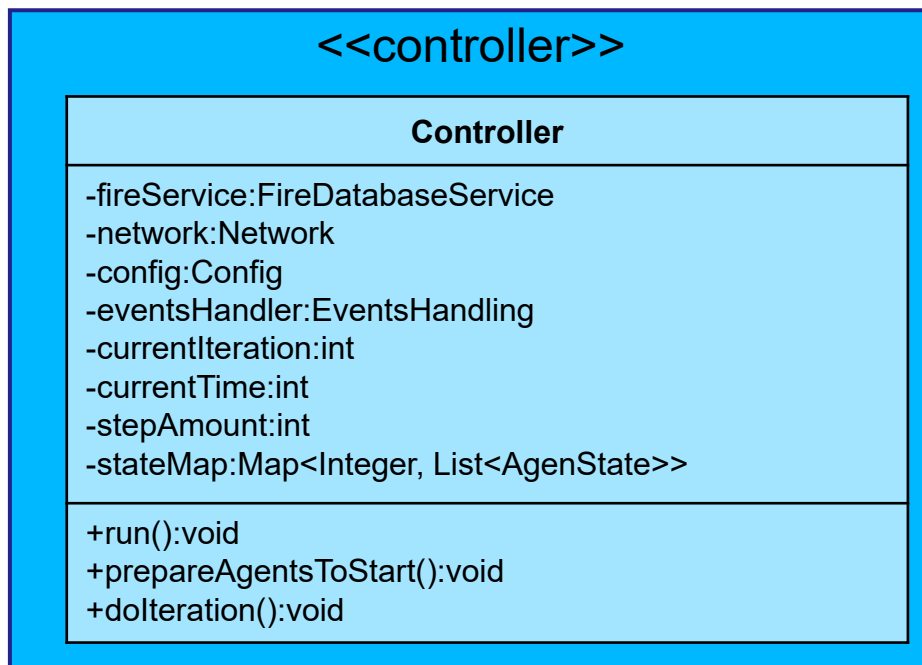


РАСЧЕТНЫЙ МОДУЛЬ

Структура пакета



Основной класс модуля, в котором происходит симуляция (М-агент)

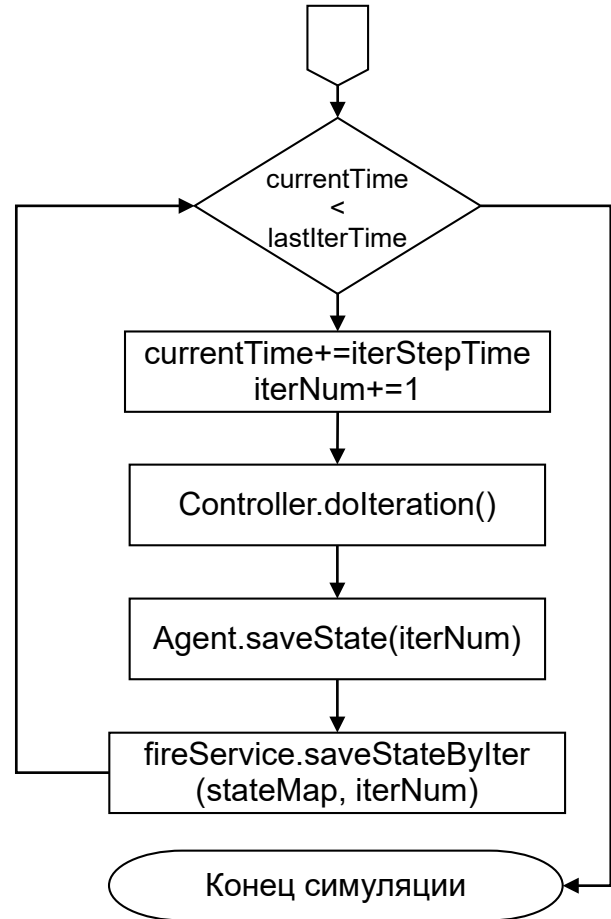
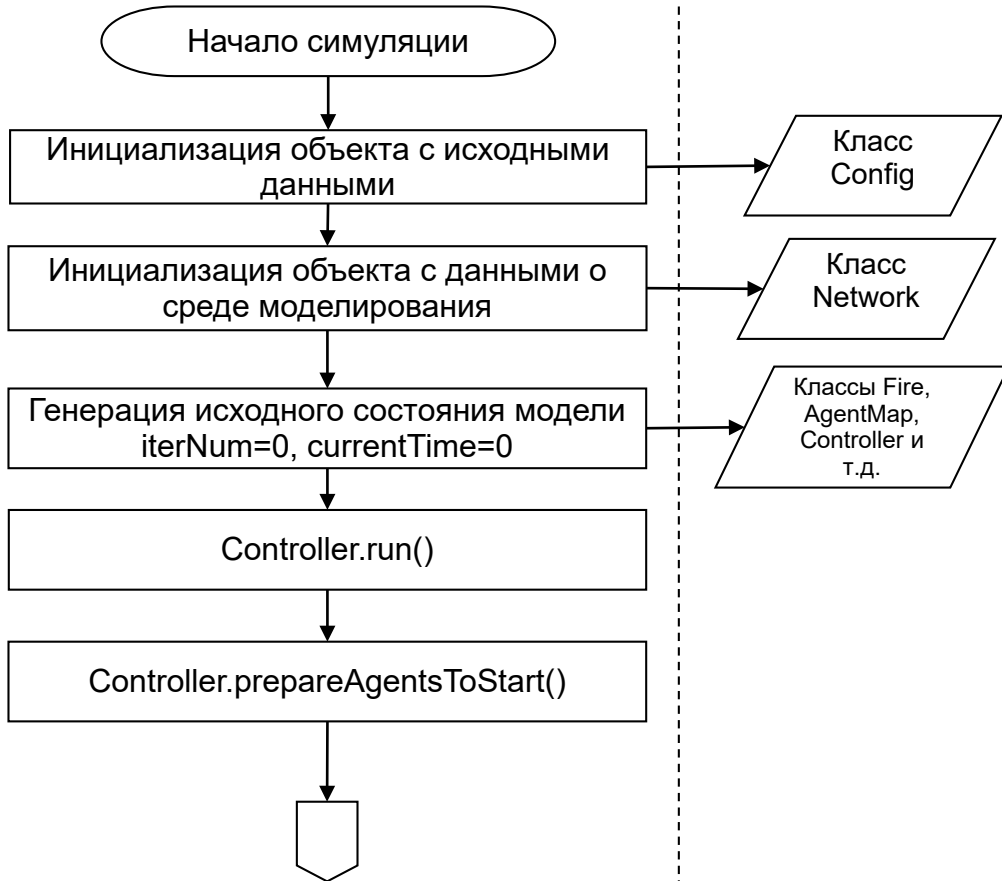


Класс, представляющий участок фронта пожара (А-агент)



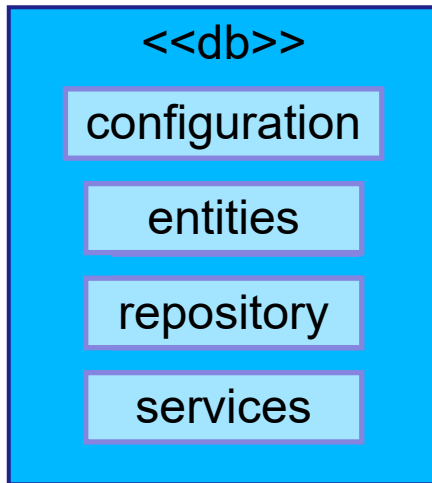
РАСЧЕТНЫЙ МОДУЛЬ

Алгоритм процесса симуляции



МОДУЛЬ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Структура пакета



В пакете configuration создано два конфигурационных класса для Spring JPA для разделения настроек подключения к базам геоданных и рассчитанным моделям.

БАНК ДАННЫХ

osm_line			
id	int8		U
osm_id	int8	N	U
amenity	text	N	
area	text	N	
landuse	text	N	
natural	text	N	
water	text	N	
waterway	text	N	
way_line	geometry(LineString, 4326)	N	

osm_polygon			
id	int8		U
osm_id	int8	N	U
amenity	text	N	
area	text	N	
landuse	text	N	
natural	text	N	
water	text	N	
waterway	text	N	
way_polygon	geometry(Polygon, 4326)	N	

osm_point			
id	int8		U
osm_id	int8	N	U
amenity	text	N	
area	text	N	
landuse	text	N	
natural	text	N	
water	text	N	
waterway	text	N	
way_point	geometry(Point, 4326)	N	

contour_lines			
id	int8		U
elevation	float8		
horizontal	geometry(LineString, 4326)	N	

База геоданных

fire_iterations			
id	int8		U
iter_number	int4	N	
iter_amount	int4	N	
polygon	geometry(Polygon, 4326)	N	
fire_id	int8		

fires			
id	int8		U
name	text	N	
date	timestamp with time zone	N	
fire_info_id	int8		
forest_type_id	int4		

fire_info			
id	int8		U
direction	float8	N	
area	float8	N	
fire_speed	int4	N	
fire_class	int4	N	
center_ignition	geometry(Polygon, 4326)	N	

forest_type			
id	int8		U
type_id	int4		U
middle_reserve	float8	N	
specific_area	int4	N	
heat	int4	N	
density_fuel	int4	N	
depth_layer	float8	N	
moisture	float8	N	
max_moisture	float8	N	
tree_height	int4	N	
canopy_wood	float8	N	
capacity_density	float8	N	
mineral_matter	float8	N	
mineral_consistency	float8	N	
type_name	text	N	

База результатов расчетов

ТЕСТИРОВАНИЕ

Функциональное тестирование

Оценивалась точность прогноза по совокупности показателей ошибок:

□ MSE (среднеквадратичная ошибка) = 1,712

□ MAE (средняя абсолютная ошибка) = 0,67

□ MAPE (средняя относительная ошибка) = 4,190%

□ MPE (средняя процентная ошибка) = -5% < -1,22% < 5%

Сравнение прогнозируемой площади пожара по модели с фактическими показателями		
№	S _{факт} , Га	S _{пр} , Га
1	1,1	1,301
2	2,9	2,69
3	12,2	12,28
4	26	27,128
5	38	38,709
6	41	42,21
7	58	60,249
8	90	91,001

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведены исследования в области моделирования динамических процессов

2. Спроектирована архитектура программы

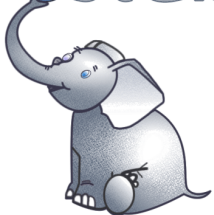
3. Выбраны технологии для реализации проекта

4. Выполнена разработка программного обеспечения

5. Проведено тестирование разработанной программы

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

PostGIS



PostGIS 2.4



Spring boot 2.0



Java SE 8



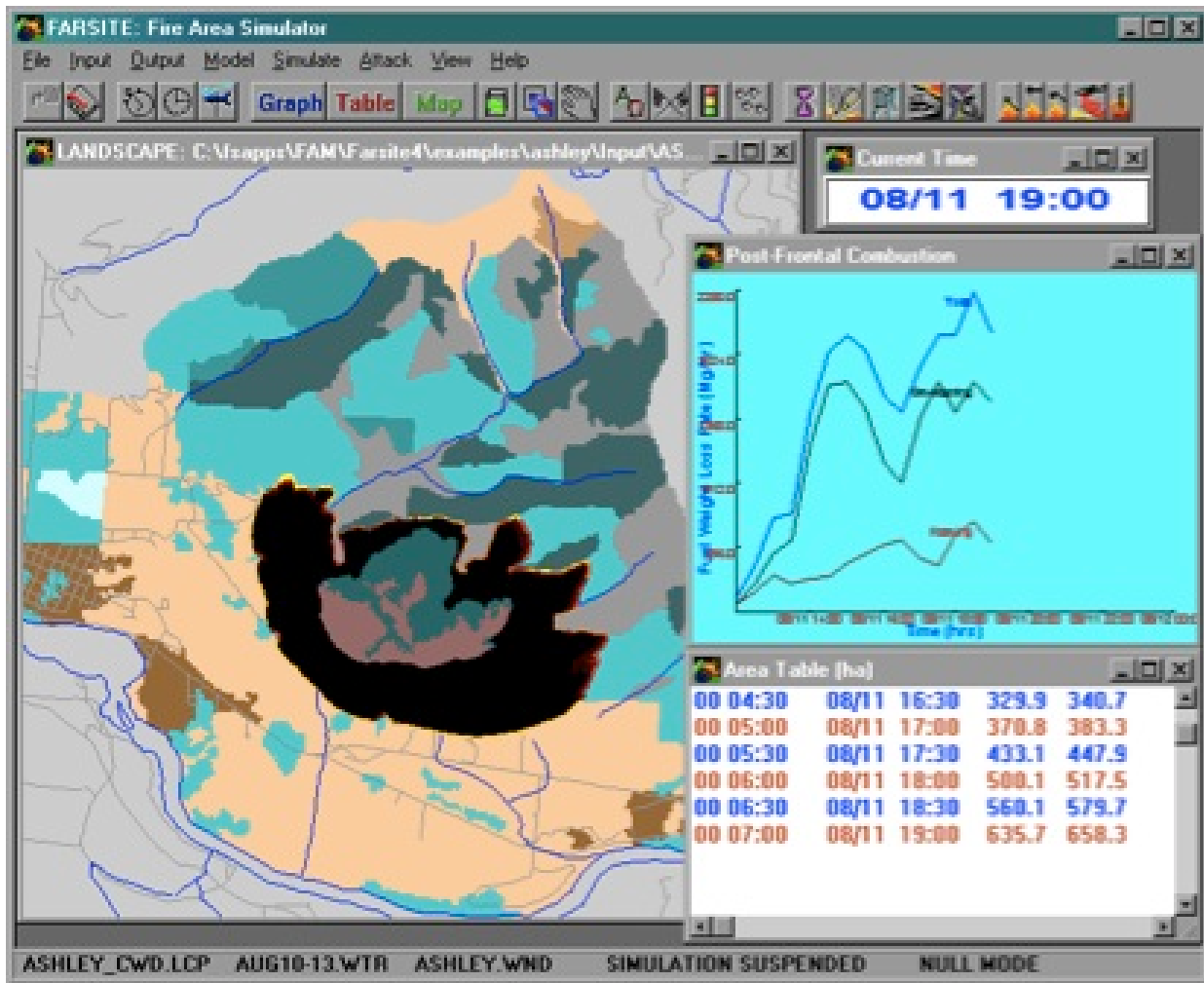
PostgreSQL 9.5



GeoTools 14.0



Apache Maven 4.0



Пример интерфейса программы FARSITE

<дата/время>

<нижний колонтитул>

ПРИМЕР ФРАГМЕНТА application.properties

#Spatial data

app.datasource.osm.url=jdbc:postgresql://185.124.188.247:5432/model

app.datasource.osm.username=model

app.datasource.osm.password=password

app.database.osm.srid=3857

#Models results

app.datasource.fires.url=jdbc:postgresql://localhost:5432/fires

app.datasource.fires.username=admin

app.datasource.fires.password=admin

app.database.fires.srid=4326