

Мультиагентный подход в имитационном моделировании распространения эпидемии

Быкова Юлия Сергеевна

Научный руководитель:

ст. преп. Сартасов Станислав Юрьевич

Рецензент:

доцент Графеева Наталья Генриховна

Введение

- Эпидемии — важная социально-экономическая проблема человечества
- Качественный прогноз распространения заболевания достижим на основе адекватных математических моделей

Степень
детализации

?

Вычислительные
ресурсы

Цель работы

Создание различных моделей распространения инфекционных заболеваний на примере лихорадки Эбола, позволяющей выполнить прогноз изменения уровня заболеваемости на основе текущих статистических данных

Задачи:

- собрать, проанализировать и структурировать информацию о процессе заражения вирусом Эбола;
- выбрать среду моделирования для реализации моделей;
- реализовать базовую модель, внутреннее состояние агентов;
- на основе базовой модели создать модели более высокой детализации;
- провести тестирование и быстроедействие.

Геморрагическая лихорадка Эбола

- Болезнь , вызванная вирусом Эбола, представляет собой тяжелое, смертельное заболевание с коэффициентом смертности, достигающим до 90 %
- В настоящее время зафиксирована вспышка лихорадки Эбола в странах Западной Африки
- По официальной информации ВОЗ на 30.04.2015 от лихорадки Эбола пострадало 26312 человек, 10899 случая закончились летальным исходом
- Инфицирование происходит при прямом контакте (через повреждения кожи или слизистую оболочку)
- Люди повышенного риска:
 - медработники;
 - члены семьи;
 - лица, участвовавшие в похоронах и в ходе церемонии погребения;
 - охотники, которые имели контакты с обнаруженными в лесу трупами животных;

Исходные данные

Страна: Сьерра-Леоне

Источник: Министерство Здравоохранения Сьерра-Леоне

Период: с 23 мая 2014 по 12 декабря 2014

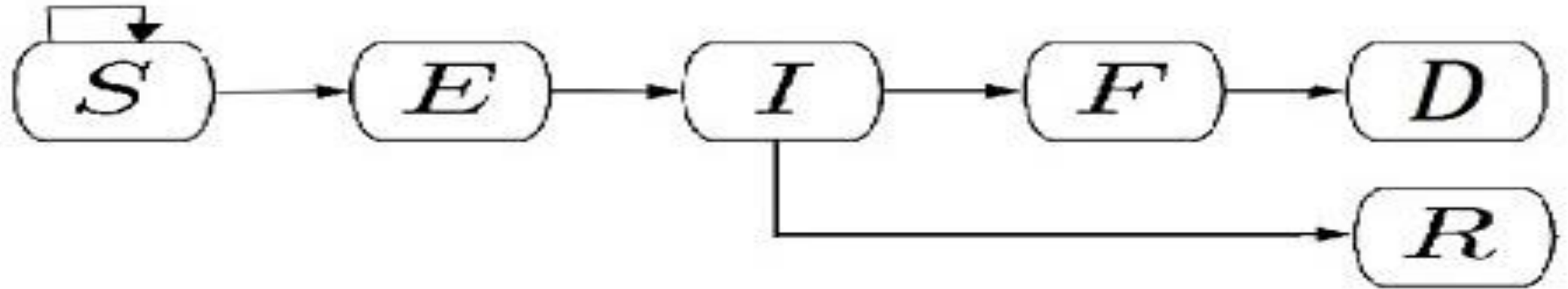
Параметры:

- число болеющих с начала периода
- число умерших с начала периода
- число выздоровевших с начала периода

Существующие подходы по моделированию лихорадки Эбола

- FRED (A Framework for Reconstructing Epidemiological Dynamics)
- Система государственного научного центра Вирусологии и Биотехнологии
 - + Хорошая проработанность моделей
 - + Универсальная модель для расчета любого патогенного вируса
 - Ограниченность выбора моделируемой территории
- Centers for Disease Control and Prevention (U.S.)
 - + Долгосрочный прогноз (300 дней)
 - Слабо настраиваемая система

Модель SIR



Состояния:

S (Susceptible) – здоров, но подвержен заражению

E (Expose) – заражен, но протекает инкубационный период

I (Infectious) – заражен

F (Funeral) – мертв, но все еще источник заражения

D (Died) – погребен

R (Recovered) – здоров

Мультиагентное моделирование распространения заболевания

3 модели распространения заболевания

Агенты:

- Человек (6 типов на все модели)
- Локация (2 типа на все модели)

Базовая модель

- Одна общая локация
- Вся популяция имеет одинаковые параметры
- Протекание заболевания с помощью SIR

Модификации моделей

1. Возрастной параметр для агентов:

1. Дети от 0 до 4 лет;
2. Подростки 5 – 14 лет;
3. Молодежь 15 – 24 года;
4. Взрослые 25 – 54 лет;
5. Люди преклонного возраста от 55 лет.

2. Множество локаций:

- Контакт происходит в пределах одной локации;
- Параметр вместимости локации;
- Перемещение агентов между локациями в течение дня.

Выбор среды моделирования

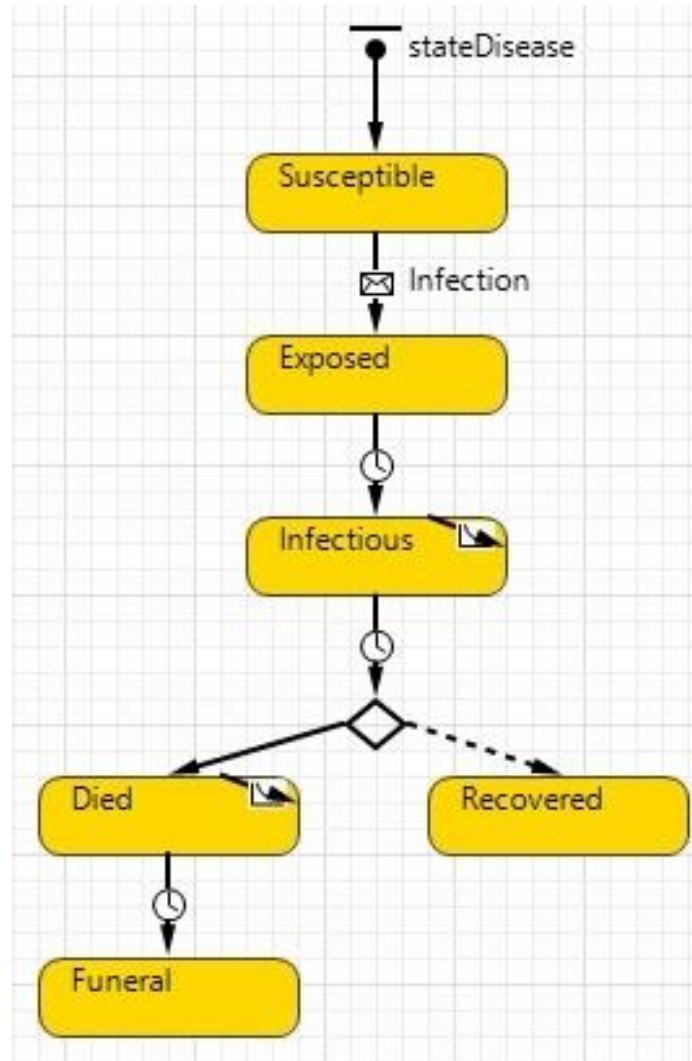
- SOARS
- NetLogo
 - Только для дискретных моделей
- AnyLogic

Разработка. AnyLogic

Среда визуального компьютерного моделирования – AnyLogic

- Временной фактор
- Основан на Java
- Ускоряет разработку модели

Процесс протекания заболевания

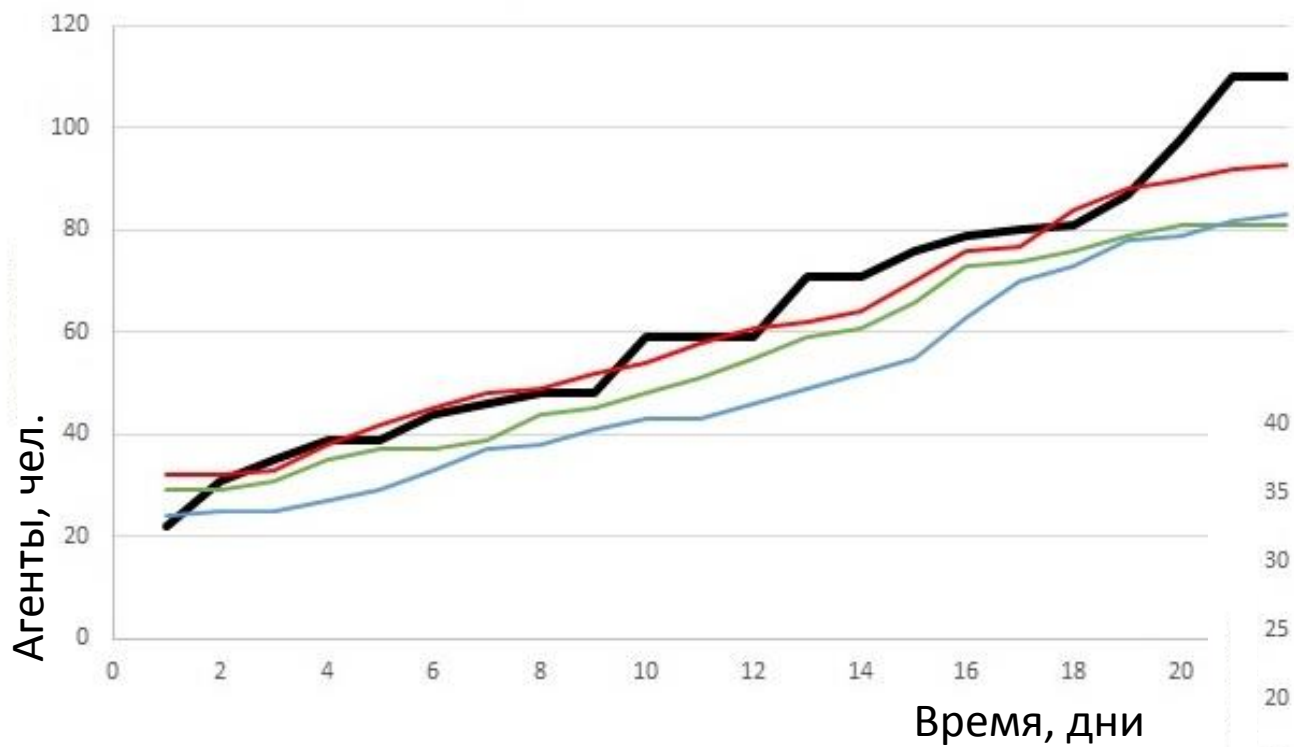


Эксперименты

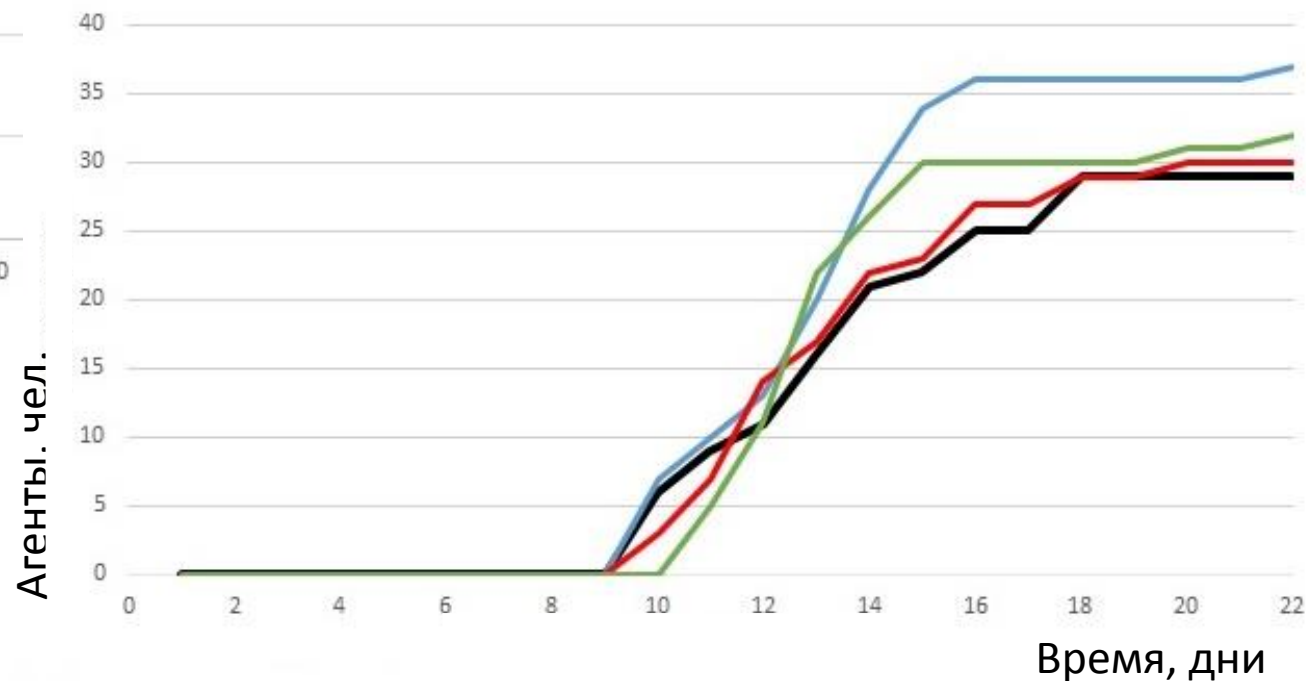
Обучение моделей на городе **Кенема**:

- Исполнение модели – одна из реализаций случайного процесса;
- Модель исполняется многократно;
- Уточняются параметры модели;
- Выбирается итерация, наиболее близкая к реальным данным;
- Уточняются параметры применяются к городу **Калайхун**.

Общее число заболевших

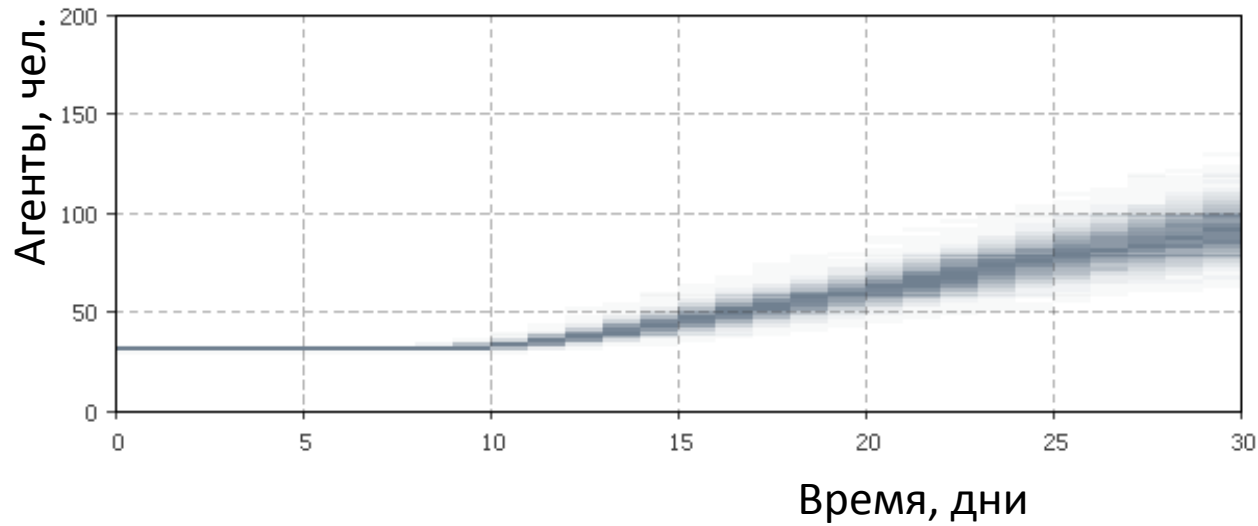


Общее число умерших



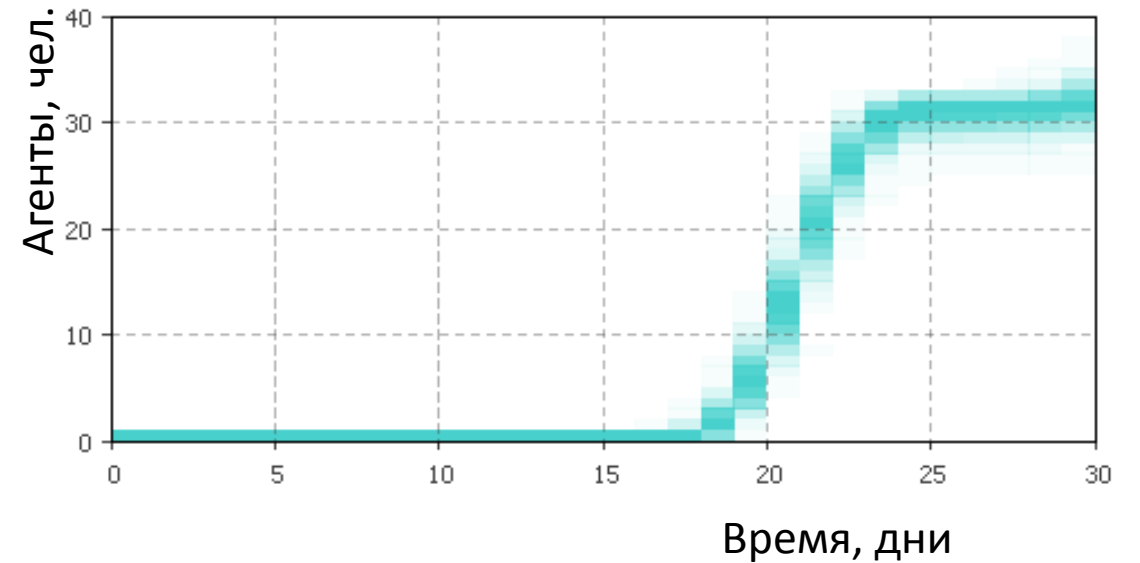
— Real — 1 Model — 2 Model — 3 Model

Разброс числа заболевших



Модель	Значение целевой функции	Время работы, сек	Разброс модели, чел
1	12,826	24,2	22
2	11,523	28,6	26
3	10,548	34,3	36

Разброс числа умерших



Результаты

- реализована модель SIR и ее модификация SEIFDR в общем виде;
- собраны, проанализированы и структурированы статистические данные по лихорадке Эбола;
- реализована базовая модель, внутренние состояния агентов;
- на основе базовой модели реализованы модели с более высокой детализацией;
- сделаны модификации модели для лихорадки Эбола;
- проведено тестирование и сравнение моделей.

Статистика смертности в городе Kailahun

