

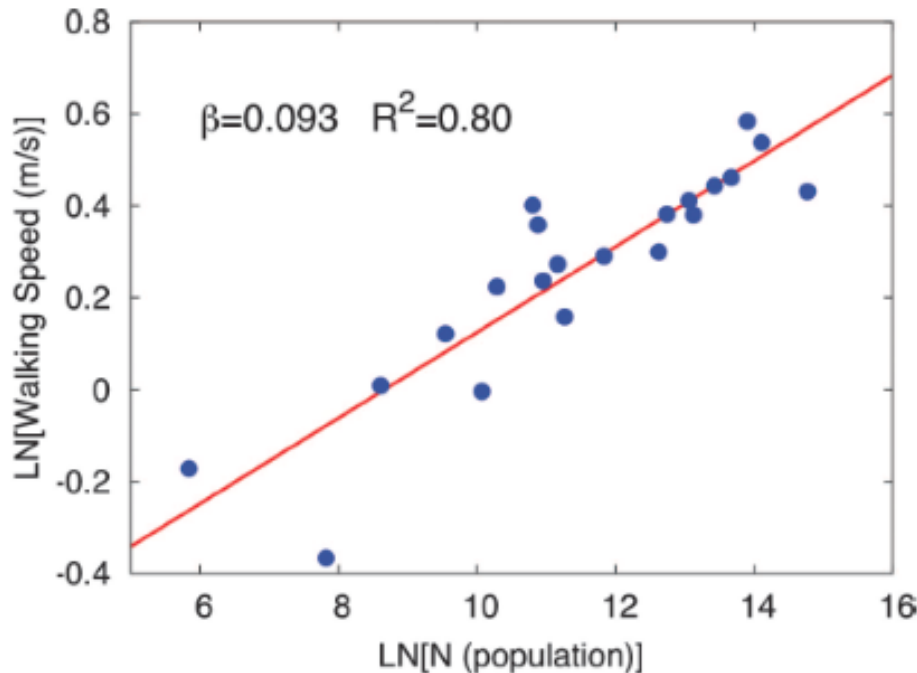


УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Технологии распределенных вычислений для решения задач большого города

Александр Валерьевич Бухановский

Large City Science: новый потребитель технологий распределенных вычислений



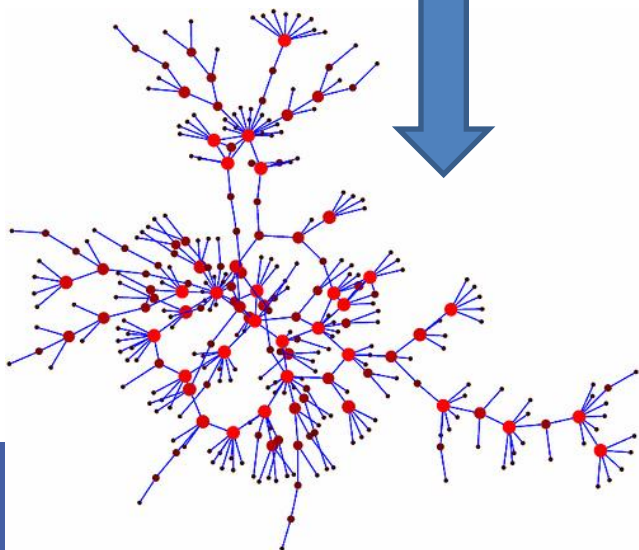
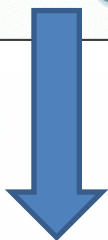
LMA Bettencourt, J Lobo, D Helbing, C Kühnert, GB West. Proceedings of the National Academy of Sciences 104 (17), 7301-7306, 2007.

Мегаполис как глобальная система (Global System)

- 1) Многомасштабность
- 2) Неоднородность
- 3) Нестационарность (эволюционная и циклостационарная)
- 4) Самоорганизация
- 5) Свойство сложности (complexity)
- 6) Критические явления по типу фазового перехода



«Городские» вызовы для распределенных вычислений



Экстенсивные:

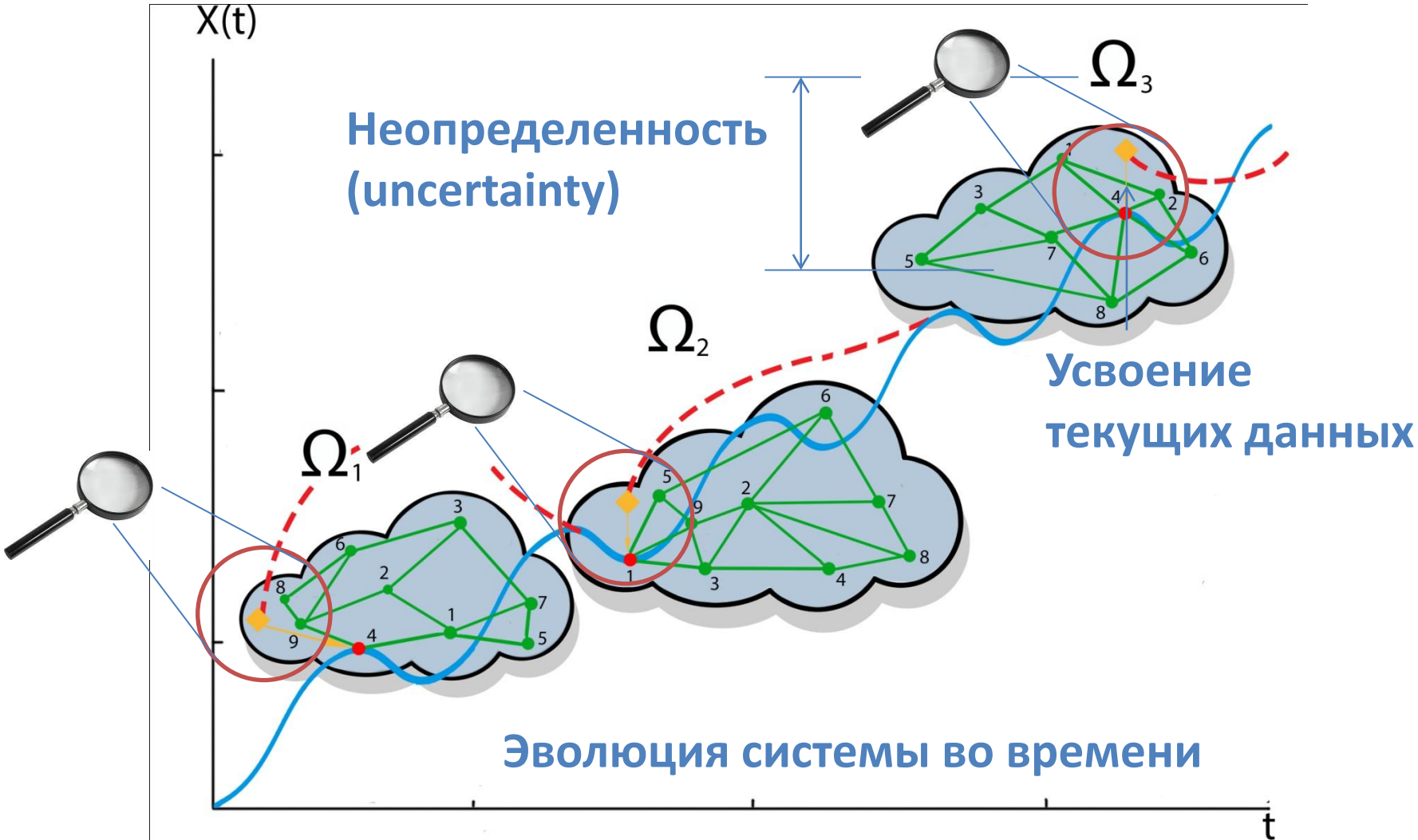
- увеличение детализации моделируемых объектов;
- учет взаимосвязей между различными процессами.

Интенсивные:

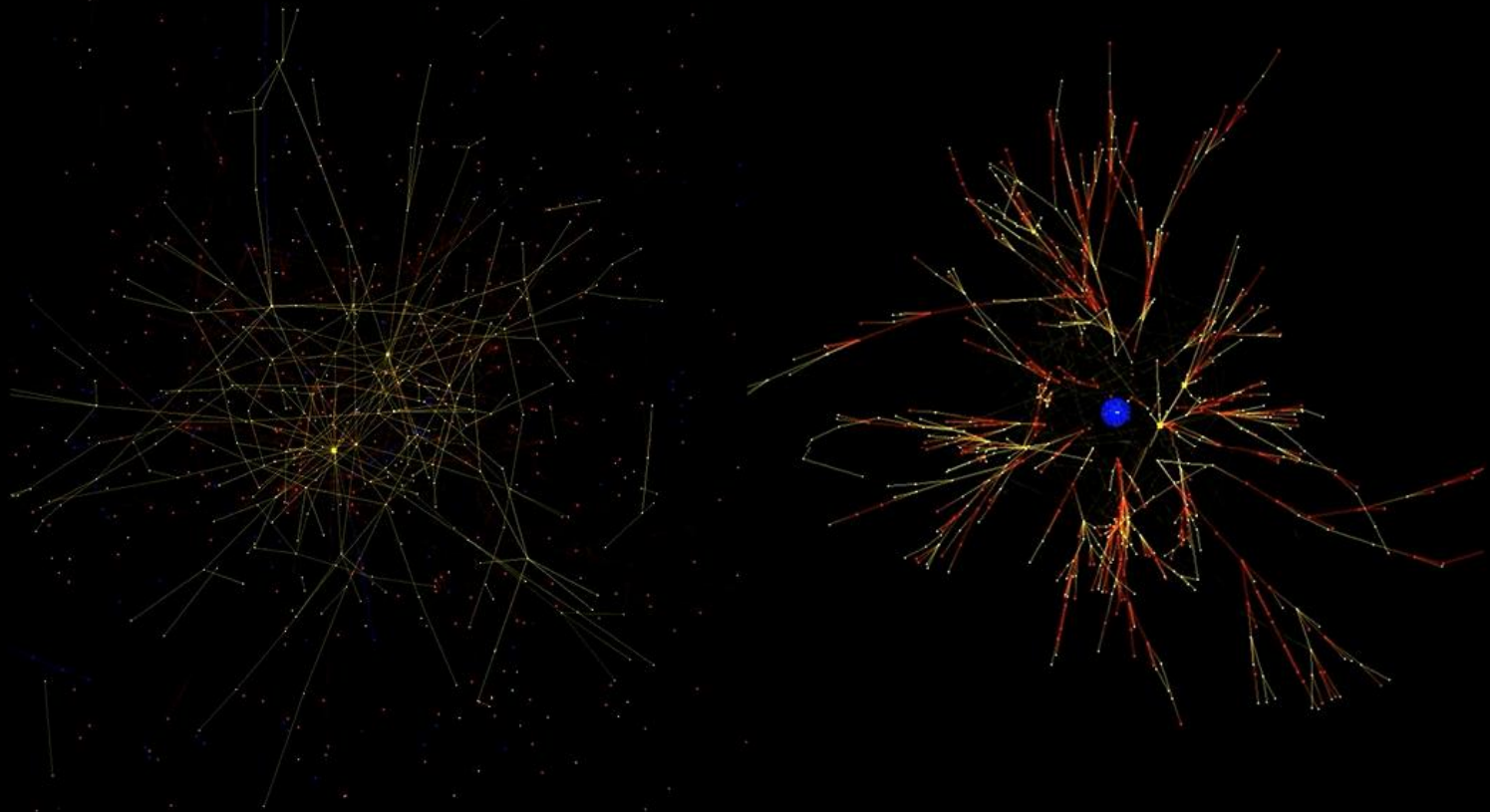
- индивидуум-ориентированные модели (все зависит от поведения жителей);
- учет множественных связей и предпочтений;
- учет вложенности масштабов и подсистем.



Особенности эволюции процессов на сетях



Потенциал распараллеливания динамических моделей процессов на контактных сетях (на примере распространения информации в сети)



Как построить реалистичную контактную сеть: моделирование мобильности населения



Проблемы моделирования:

- многомасштабность;
- слабая формализация;
- фрагментарность наблюдений;
- эволюционность.

Формы мобильности:

- территориальная (в т.ч. мультитранспортная);
- социальная;
- информационная

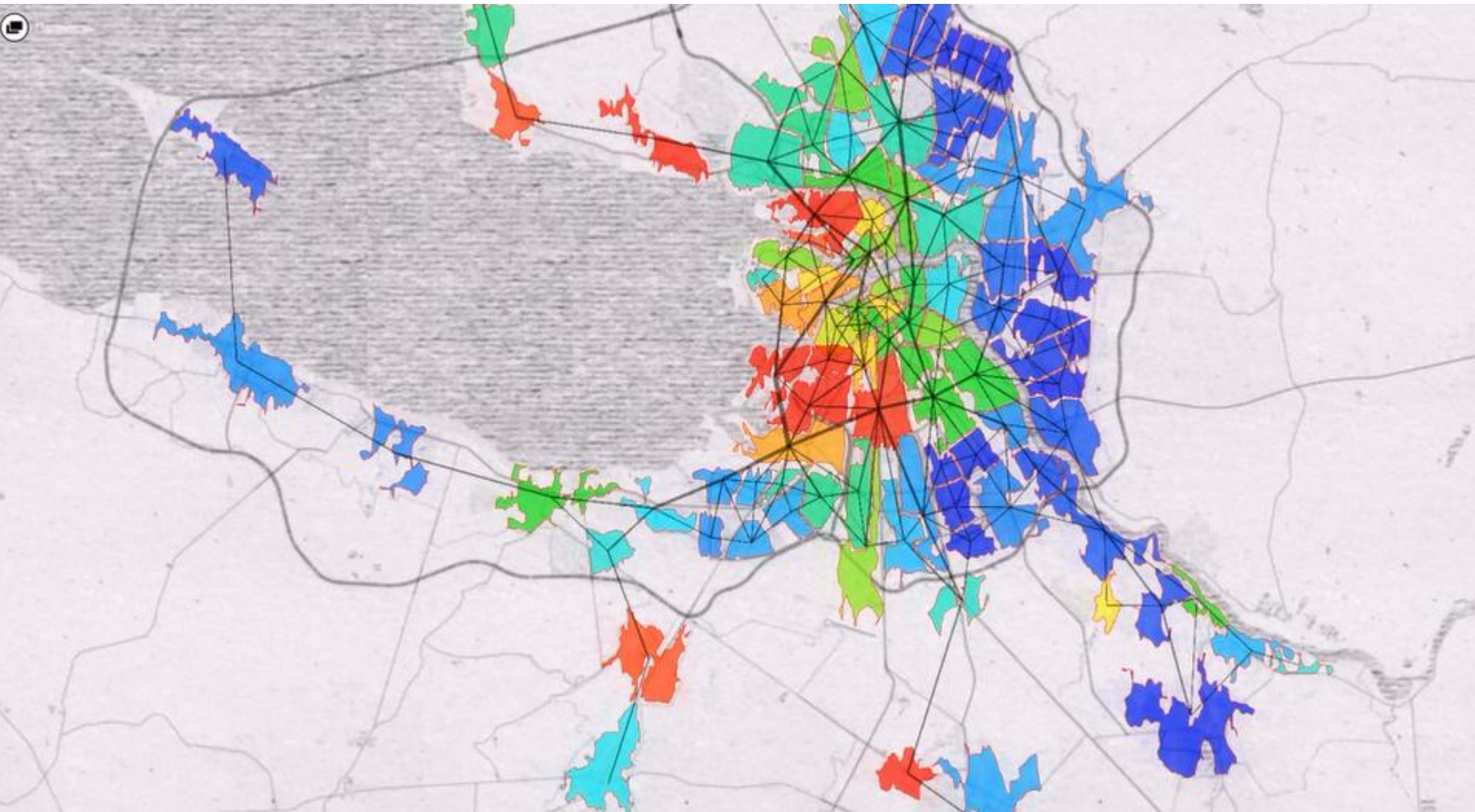
Математический аппарат:

сопряжение математических моделей разных классов (от дифференциальных уравнений – до клеточных автоматов, мультиагентных моделей и комплексных сетей)

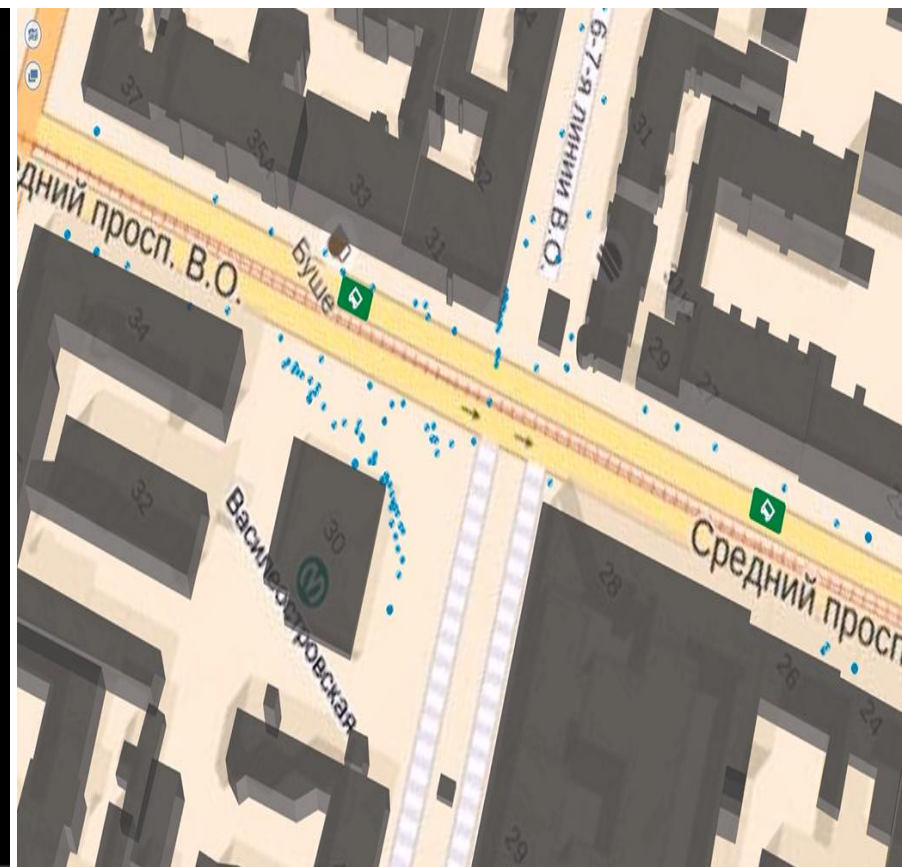


Моделирование городской мобильности населения (макро-уровень)

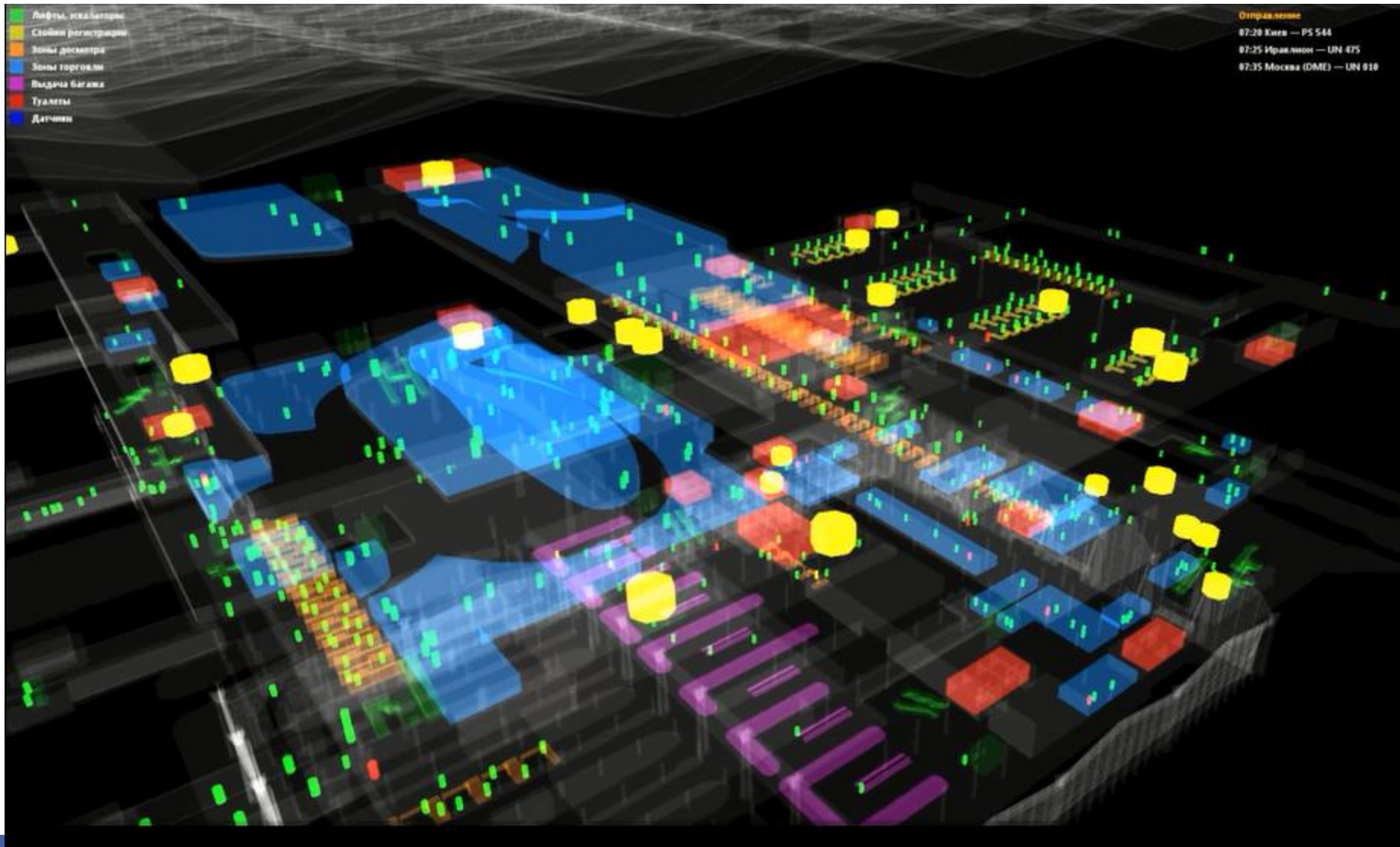
(внутрисуточная динамика населения в Санкт-Петербурге)



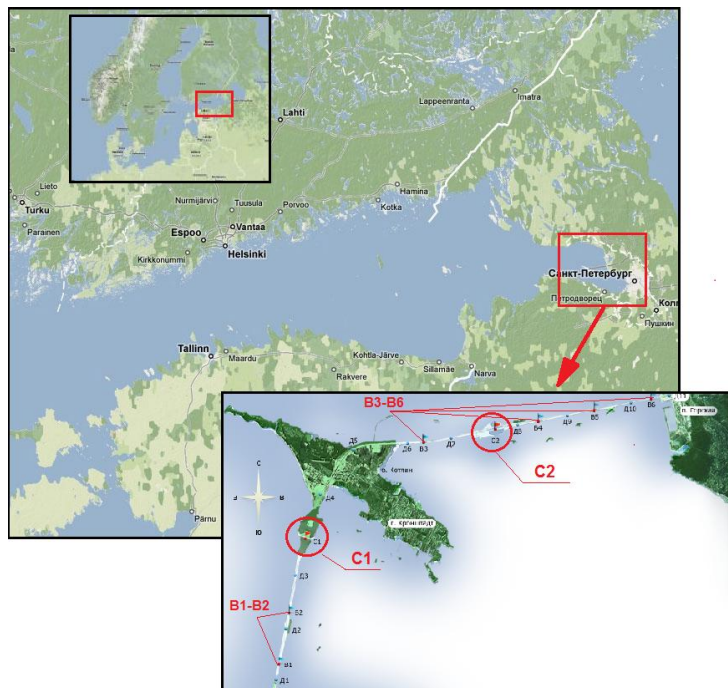
Моделирование городской мобильности населения (мезо- и микро-уровни) (Василеостровский р-н Санкт-Петербурга)



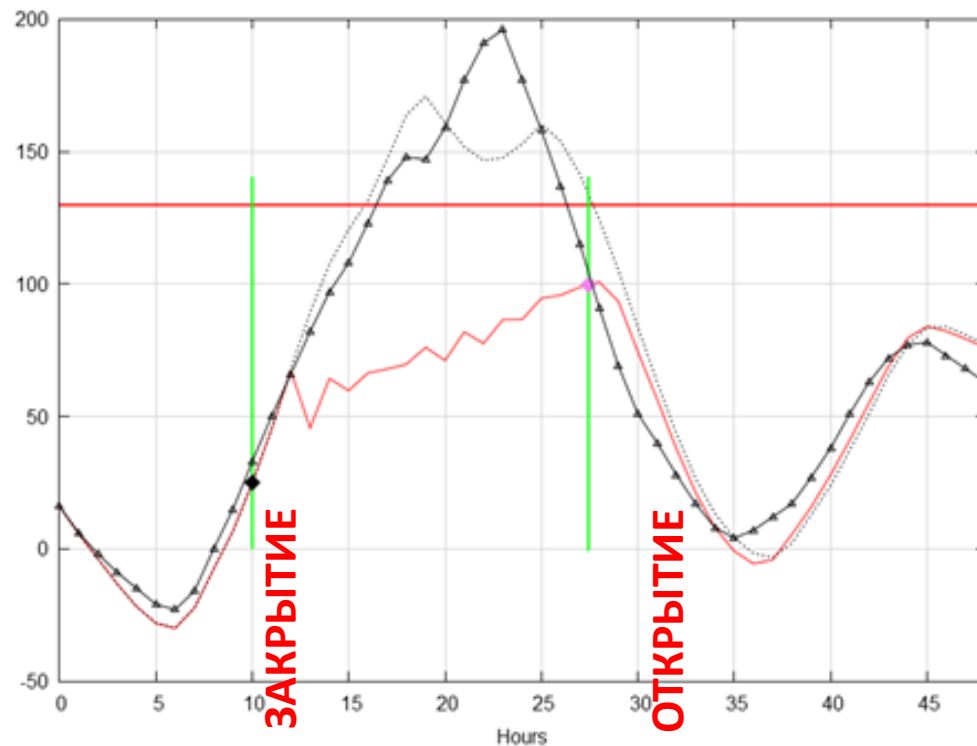
Моделирование пешеходной мобильности (Пулково)



Предотвращение наводнений и их последствий



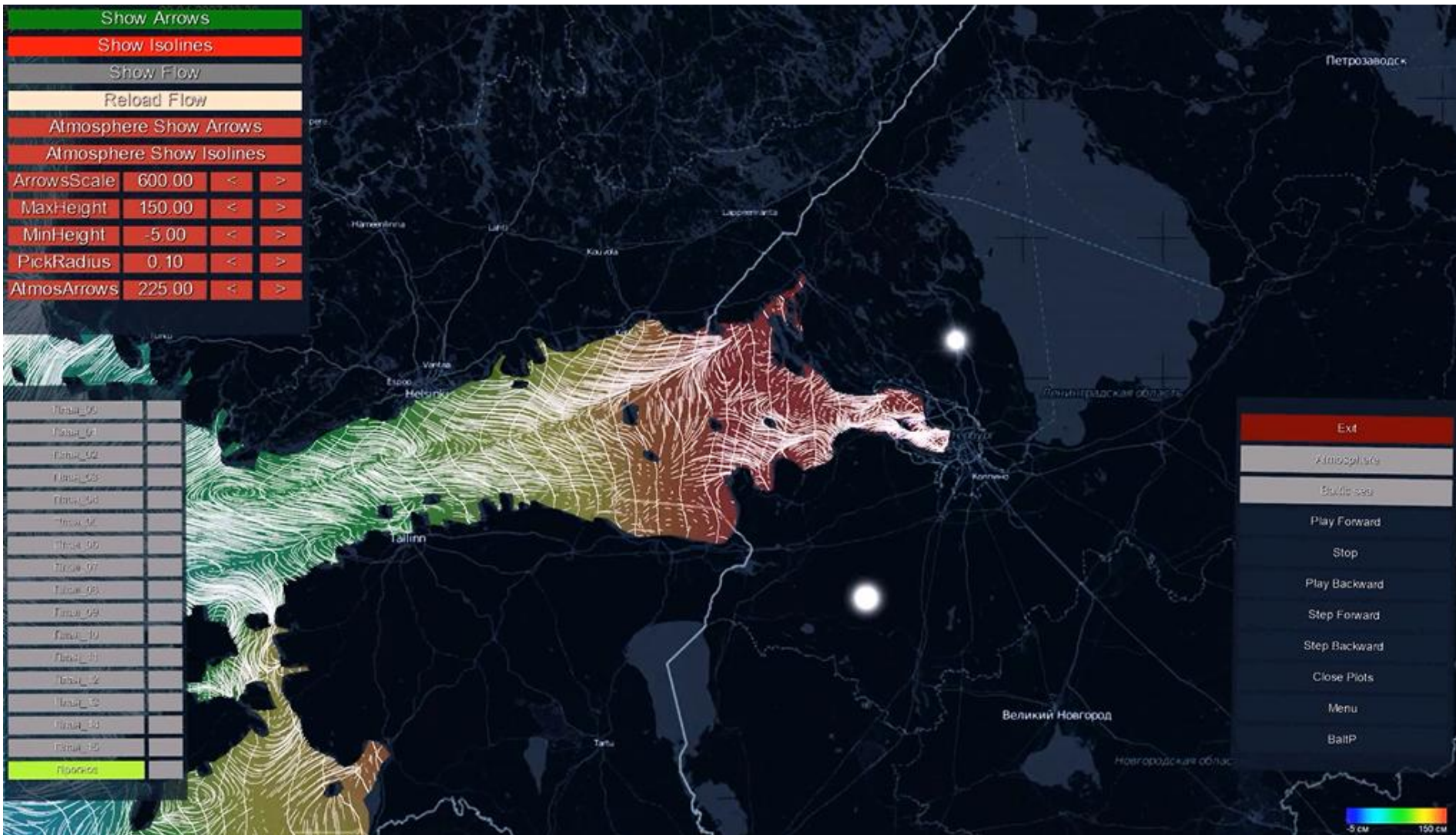
Уровень воды, см.



- 1) Спрогнозировать наводнение
- 2) Предотвратить наводнение
- 3) Удовлетворить интересы многочисленных «абонентов» (город, порт, экологи, ВМБ и пр.)



Моделирование наводнений в Санкт-Петербурге



Система поддержки принятия решений по предотвращению наводнений в Санкт-Петербурге: (коллаборативный интерфейс)

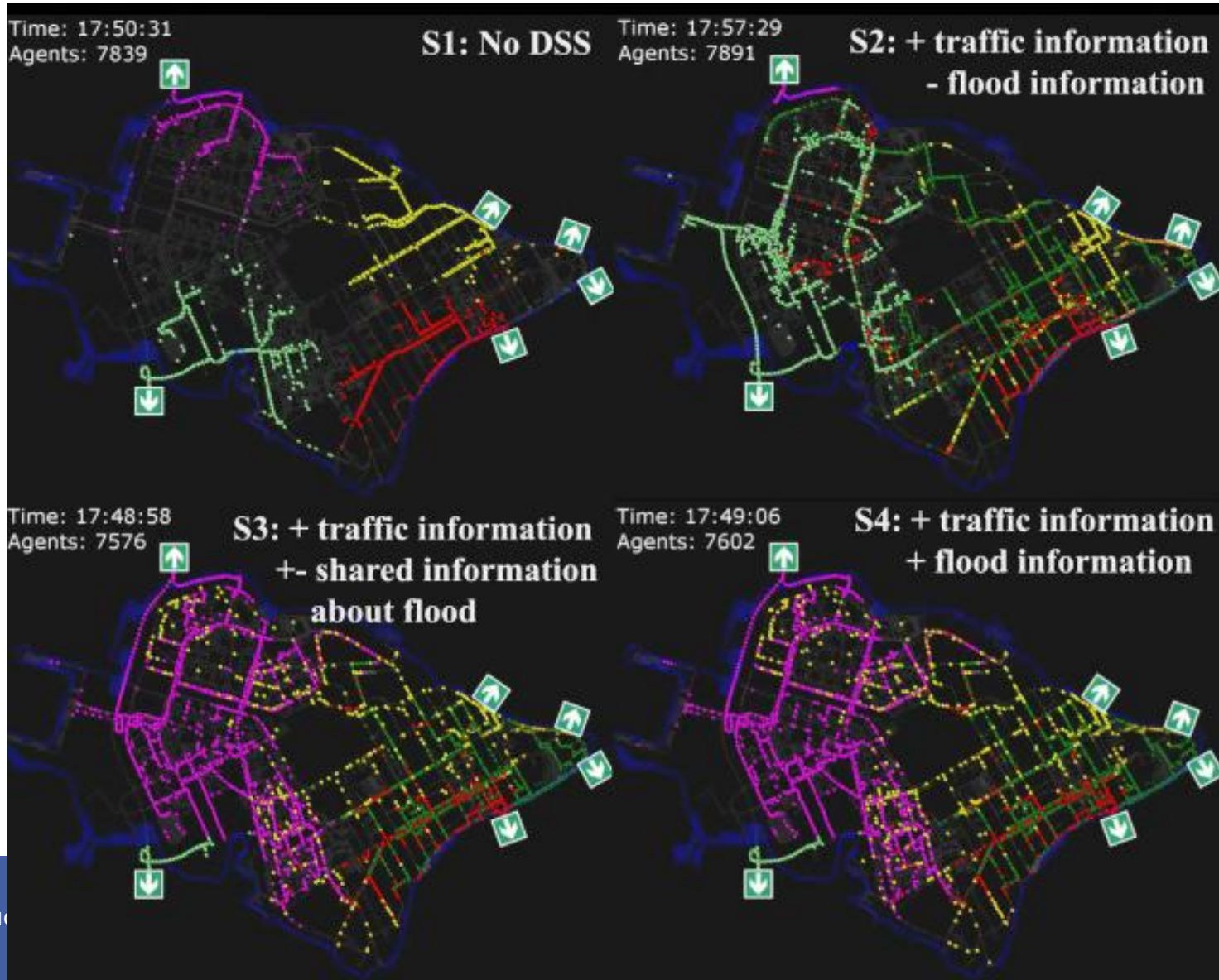


Персональная поддержка принятия решений при угрозе затопления: мобильный сервис

- 1) Поддержка мобильной инфраструктуры (высокопроизводительный сервер мобильных приложений)
- 2) Динамическое выделение ресурсов в зависимости от числа абонентов
- 3) Учет обратной связи (положения абонентов) при моделировании



Поддержка принятия решения при эвакуации на личном транспорте



Источники данных для идентификации и усвоения в модели мобильности

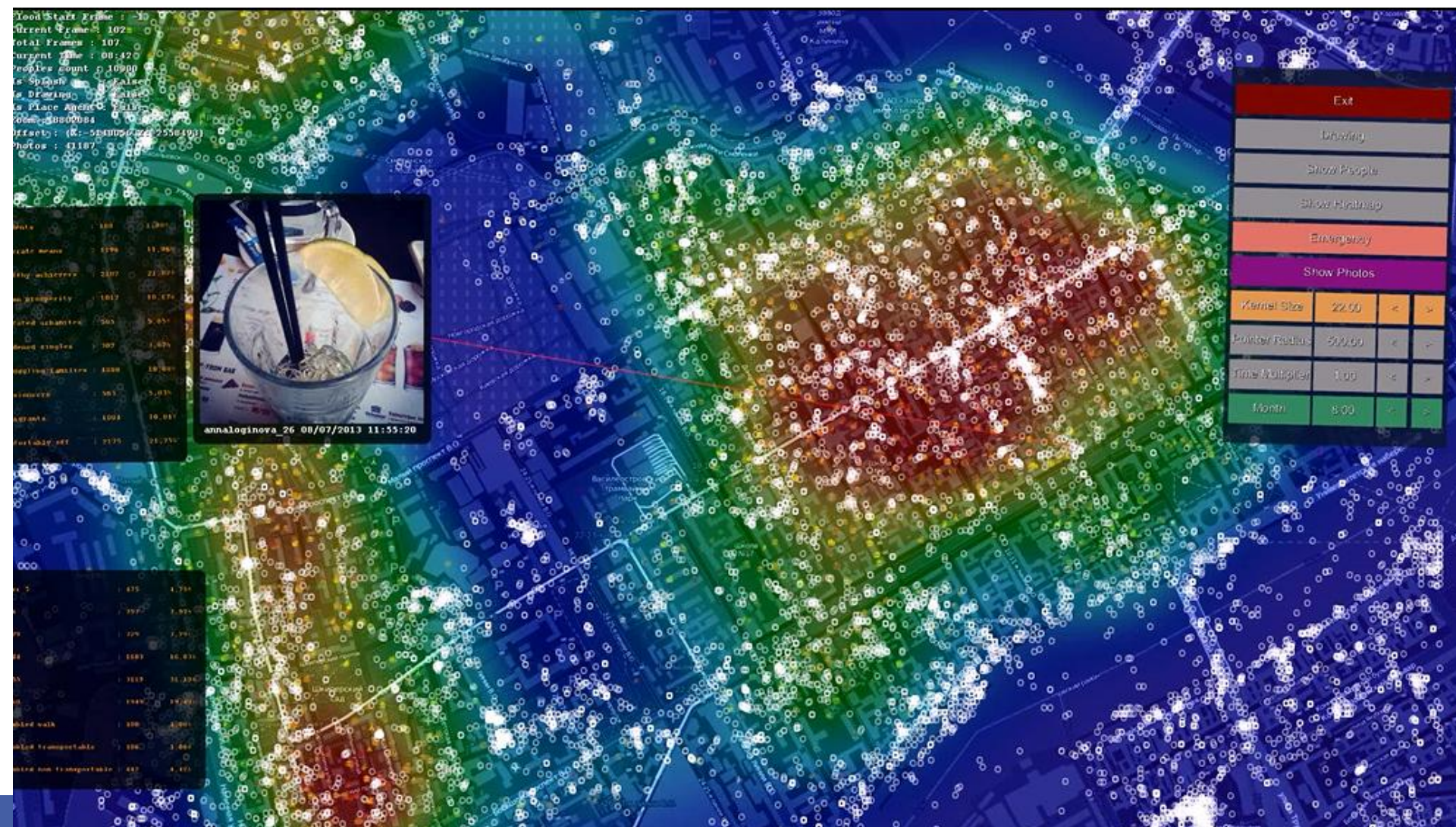
- 1) Данные государственной статистики (УФМС и пр.)
- 2) Данные операторов сотовой связи
- 3) Публичные видеорекамеры в реперных точках города
- 4) Неогеографические сервисы
- 5) Социальные медиа с геолокационными тэгами



Основная проблема: скачивание, обработка и агрегация данных в режиме времени, близком к реальному



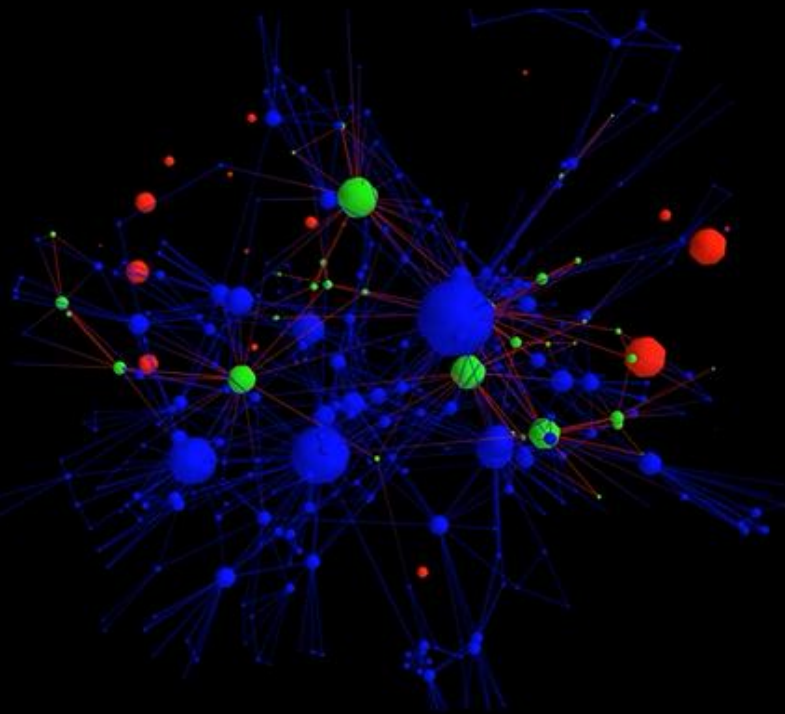
Неогеография и идентификация моделей (на примере Instagram)



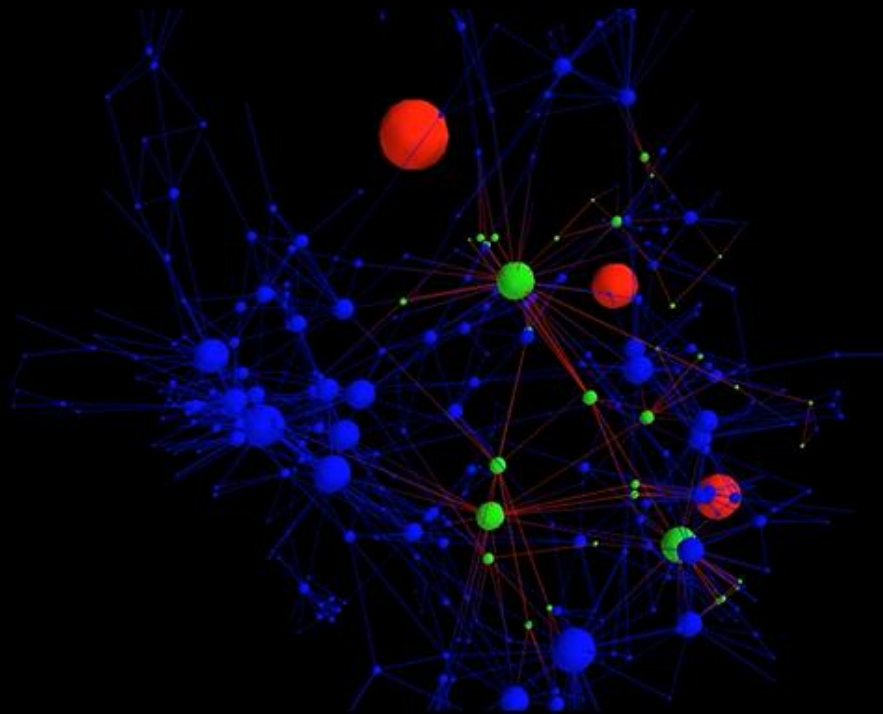
Городские криминальные сети (производство и распространение наркотиков)

Сценарий 1: Удаление 20 случайных вершин

Сценарий 2: Удаление трех ключевых вершин



Частичное восстановление связей
12376 цепочек поставок

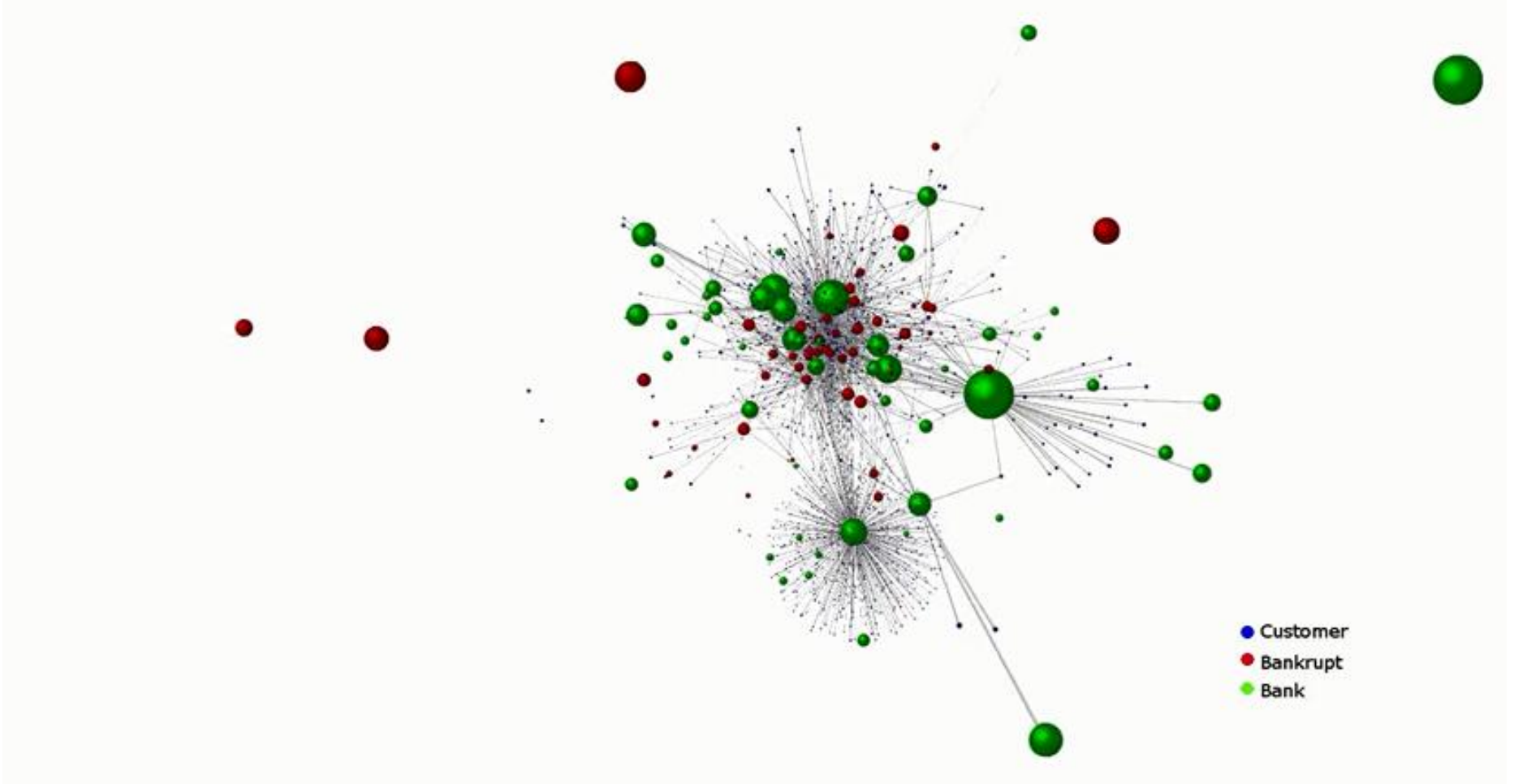


Частичное восстановление связей
10120 цепочек поставок



Моделирование финансовых сетей

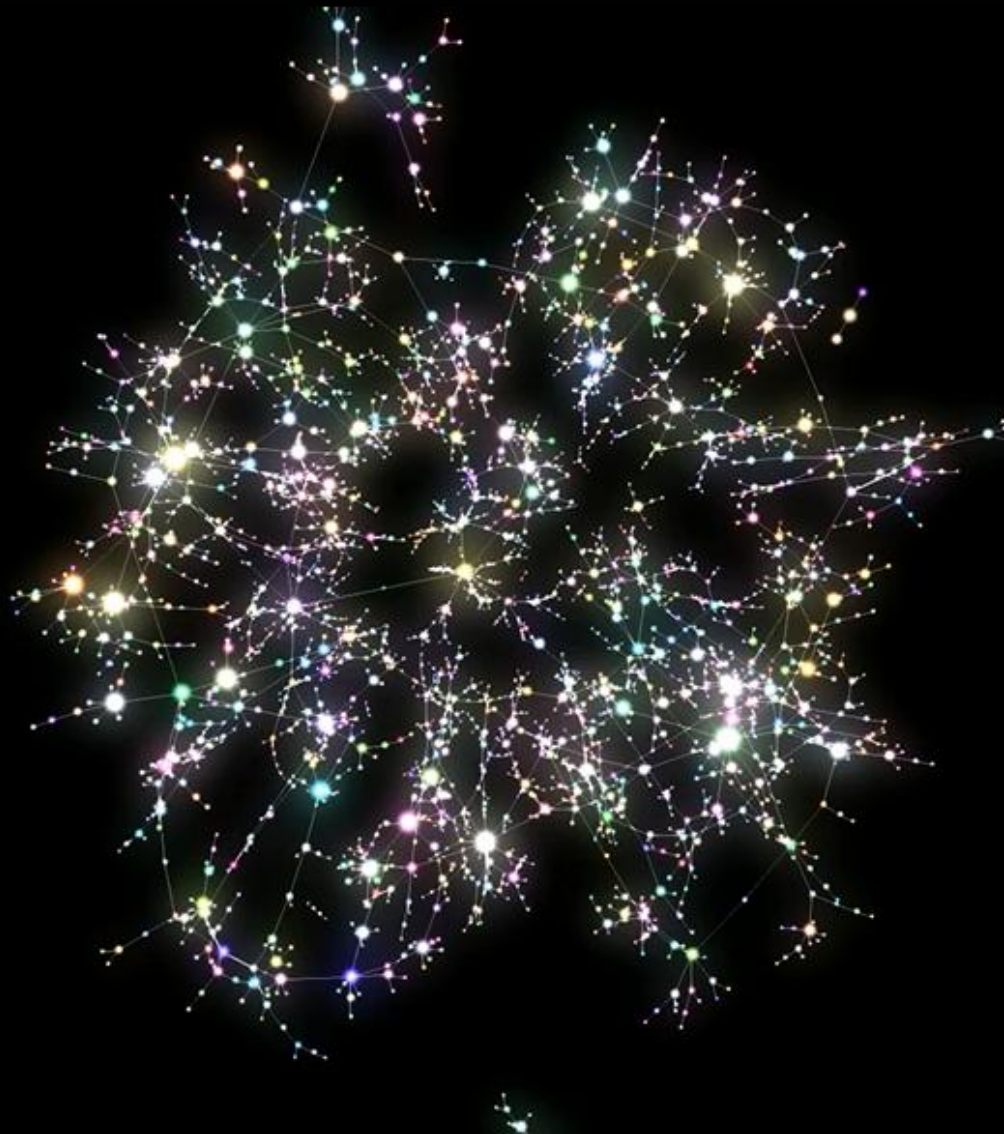
```
FRANCE 2 00 000000 0000000000  
FRANCE 3 00 000000 0000000000  
FRANCE 4 00 000000 0000000000  
FRANCE 5 00 000000 0000000000  
FRANCE 6 00 000000 0000000000  
FRANCE 7 00 000000 0000000000  
FRANCE 8 00 000000 0000000000  
FRANCE 9 00 000000 0000000000  
FRANCE 10 00 000000 0000000000  
FRANCE 11 00 000000 0000000000  
FRANCE 12 00 000000 0000000000  
FRANCE 13 00 000000 0000000000  
FRANCE 14 00 000000 0000000000  
FRANCE 15 00 000000 0000000000  
FRANCE 16 00 000000 0000000000  
FRANCE 17 00 000000 0000000000  
FRANCE 18 00 000000 0000000000  
FRANCE 19 00 000000 0000000000  
FRANCE 20 00 000000 0000000000  
FRANCE 21 00 000000 0000000000  
FRANCE 22 00 000000 0000000000  
FRANCE 23 00 000000 0000000000  
FRANCE 24 00 000000 0000000000  
FRANCE 25 00 000000 0000000000  
FRANCE 26 00 000000 0000000000  
FRANCE 27 00 000000 0000000000  
FRANCE 28 00 000000 0000000000  
FRANCE 29 00 000000 0000000000  
FRANCE 30 00 000000 0000000000  
FRANCE 31 00 000000 0000000000  
FRANCE 32 00 000000 0000000000  
FRANCE 33 00 000000 0000000000  
FRANCE 34 00 000000 0000000000  
FRANCE 35 00 000000 0000000000  
FRANCE 36 00 000000 0000000000  
FRANCE 37 00 000000 0000000000  
FRANCE 38 00 000000 0000000000  
FRANCE 39 00 000000 0000000000  
FRANCE 40 00 000000 0000000000  
FRANCE 41 00 000000 0000000000  
FRANCE 42 00 000000 0000000000  
FRANCE 43 00 000000 0000000000  
FRANCE 44 00 000000 0000000000  
FRANCE 45 00 000000 0000000000  
FRANCE 46 00 000000 0000000000  
FRANCE 47 00 000000 0000000000  
FRANCE 48 00 000000 0000000000  
FRANCE 49 00 000000 0000000000  
FRANCE 50 00 000000 0000000000  
FRANCE 51 00 000000 0000000000  
FRANCE 52 00 000000 0000000000  
FRANCE 53 00 000000 0000000000  
FRANCE 54 00 000000 0000000000  
FRANCE 55 00 000000 0000000000  
FRANCE 56 00 000000 0000000000  
FRANCE 57 00 000000 0000000000  
FRANCE 58 00 000000 0000000000  
FRANCE 59 00 000000 0000000000  
FRANCE 60 00 000000 0000000000  
FRANCE 61 00 000000 0000000000  
FRANCE 62 00 000000 0000000000  
FRANCE 63 00 000000 0000000000  
FRANCE 64 00 000000 0000000000  
FRANCE 65 00 000000 0000000000  
FRANCE 66 00 000000 0000000000  
FRANCE 67 00 000000 0000000000  
FRANCE 68 00 000000 0000000000  
FRANCE 69 00 000000 0000000000  
FRANCE 70 00 000000 0000000000  
FRANCE 71 00 000000 0000000000  
FRANCE 72 00 000000 0000000000  
FRANCE 73 00 000000 0000000000  
FRANCE 74 00 000000 0000000000  
FRANCE 75 00 000000 0000000000  
FRANCE 76 00 000000 0000000000  
FRANCE 77 00 000000 0000000000  
FRANCE 78 00 000000 0000000000  
FRANCE 79 00 000000 0000000000  
FRANCE 80 00 000000 0000000000  
FRANCE 81 00 000000 0000000000  
FRANCE 82 00 000000 0000000000  
FRANCE 83 00 000000 0000000000  
FRANCE 84 00 000000 0000000000  
FRANCE 85 00 000000 0000000000  
FRANCE 86 00 000000 0000000000  
FRANCE 87 00 000000 0000000000  
FRANCE 88 00 000000 0000000000  
FRANCE 89 00 000000 0000000000  
FRANCE 90 00 000000 0000000000  
FRANCE 91 00 000000 0000000000  
FRANCE 92 00 000000 0000000000  
FRANCE 93 00 000000 0000000000  
FRANCE 94 00 000000 0000000000  
FRANCE 95 00 000000 0000000000  
FRANCE 96 00 000000 0000000000  
FRANCE 97 00 000000 0000000000  
FRANCE 98 00 000000 0000000000  
FRANCE 99 00 000000 0000000000  
FRANCE 100 00 000000 0000000000
```



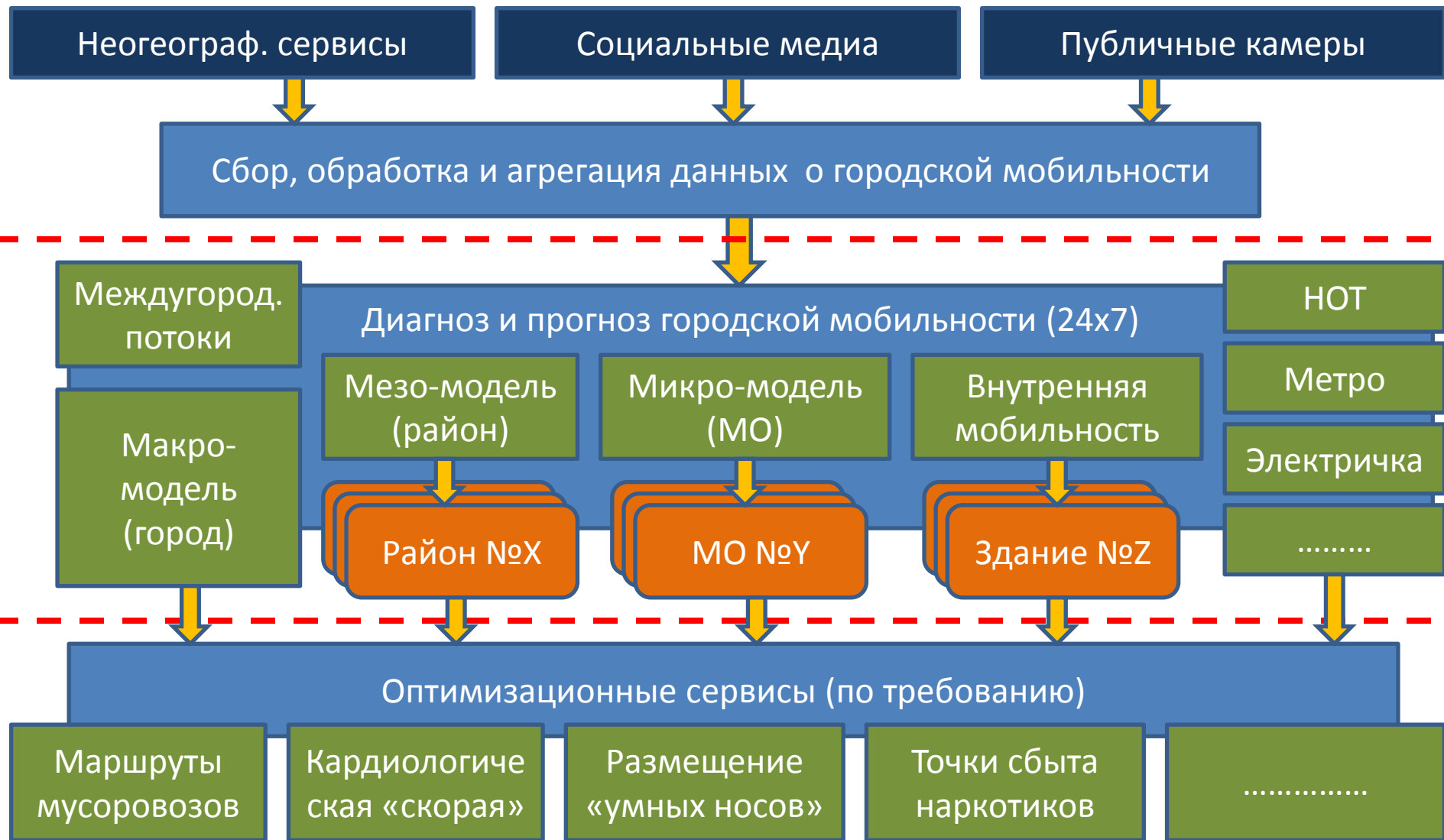
- Customer
- Bankrupt
- Bank



Моделирование эпидемиологической ситуации (контактная сеть распространения ОРВИ)



Предметная архитектура распределенной системы моделирования



В чем здесь «камень преткновения» для традиционных технологий распределенных вычислений

- 1) Большое количество задач **разной ресурсоемкости**, которые **должны выполняться параллельно**
- 2) Различные требования к вычислительным **архитектурам** и операционным **системам**
- 3) **Динамический** характер условий выполнения задач (в том числе, **нерегулярность поступления данных**)
- 4) Неструктурированные **асинхронные** коммуникации
- 5) Ограничение сверху на **время получения результата**
- 6) Сопряжение суперкомпьютерных технологий и **Big Data**



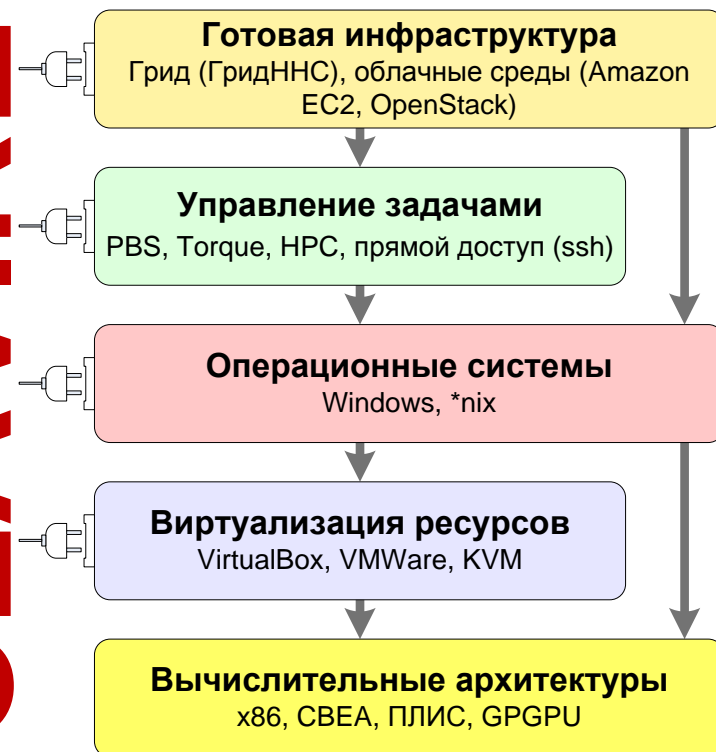
Необходима интеграционная суперкомпьютерная технология, которая позволит «...впрячь в одну телегу... коня и трепетную лань»



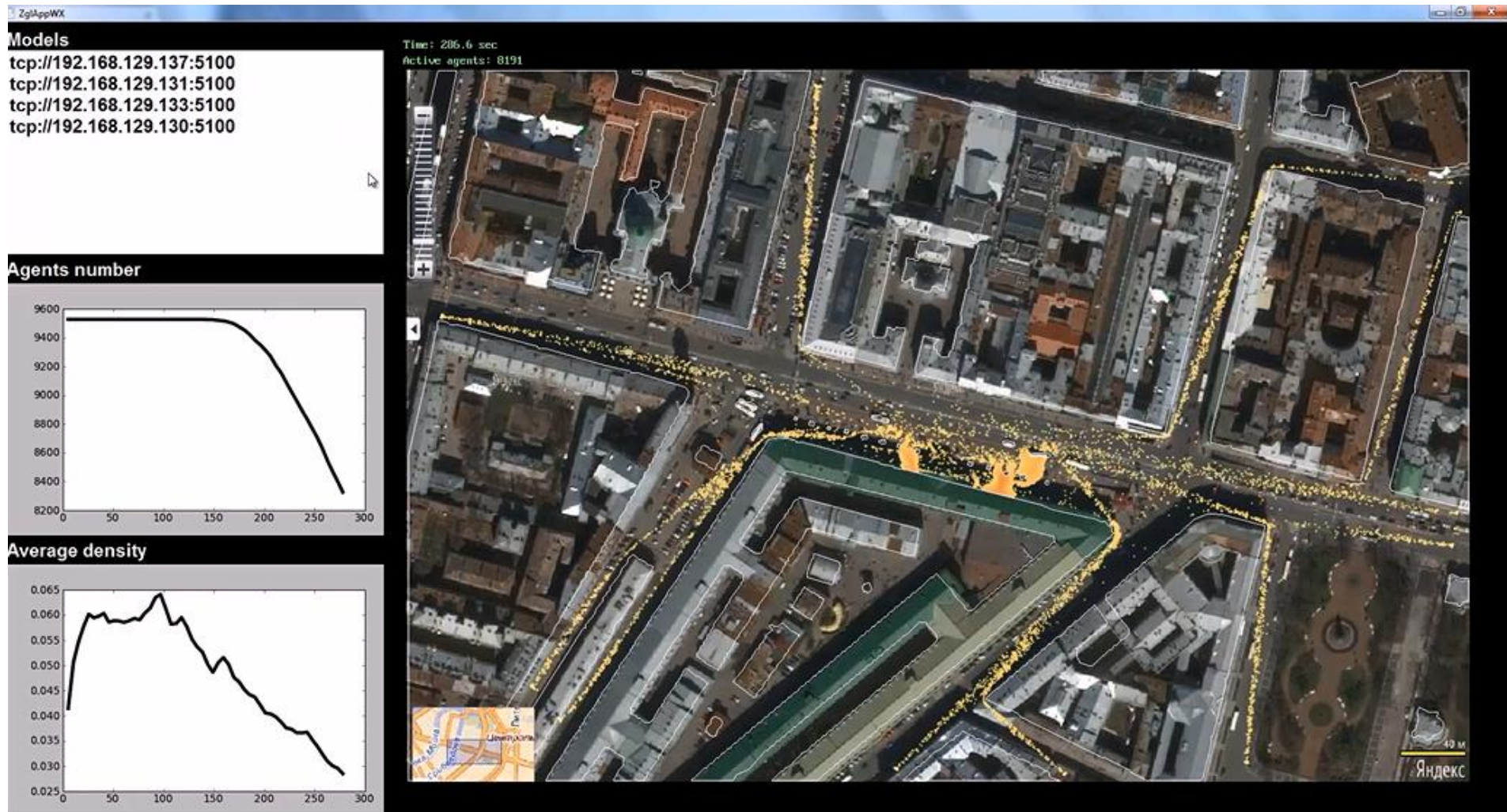
Использование платформы CLAVIRE для создания системы городского моделирования

- **Интегрируемые архитектуры:** рабочие станции, суперкомпьютеры, Грид (ГридННС, EGI), облачные инфраструктуры (SARA, Amazon EC2*, OpenStack*)
- **Доступ к ресурсам:** прямой доступ (SSH), клиентское ПО, web-сервисы, системы управления задачами (PBS), PsExec*
- **Операционные системы:** Windows - на ядре NT 5.2 (XP) и выше, *nix (Linux)
- **Системы управления задачами:** Torque, Windows HPC 2008, Sun Grid Engine, Condor*
- **Виртуальные машины:** VirtualBox, KVM, VMWare*
- **Системы обработки больших данных:** Hadoop, Yarn

CLAVIRE



Моделирование паники в ходе флэшмоба (от структуры социальной сети – до пешеходной мобильности)



Открытые вопросы: что (**пока**) не может CLAVIRE

- 1) Адекватное оценивание времени работы композитных приложений, зависящих от (а) нерегулярного поступления данных и (б) действий оператора
- 2) Эффективное планирование вычислительных ресурсов для выполнения композитных приложений, зависящих от нерегулярного поступления данных, в режиме экстренных вычислений
- 3) Поддержка коллаборативных приложений на основе LRWF + IWF модели (основная модель 24x7 и сервисы по требованию)
- 4) Оптимизация работы с поступающими данными за счет развертывания виртуальных ресурсов непосредственно для нужд облачного хранилища



Международная магистерская программа “Urban Supercomputing”

<http://hpc-magistr.escience.ifmo.ru>

2 диплома (ИТМО и Университета Амстердам) – за 2 года

Специальность:
«Прикладная математика и информатика» /
Computational Science

Учебный план магистерской программы

“Суперкомпьютерные технологии в исследовании процессов большого города”





SJR=0.28

Тематический выпуск журнала Procedia Computer Science

Advances and Challenges in Modeling & Simulation: Computing, Infrastructuring, Data Handling

1. Mathematical modeling and simulation of real-world systems
2. Modern numerical analysis and their applications
3. Computational technologies, problem-oriented software and virtual environments
4. Systems, methods and models based on the data-driven approach
5. Supercomputing @ network computing for large problem simulation
6. Big Data and eScience infrastructures
7. Advanced scientific visualization

До 1 августа – полный текст (на англ. языке)

