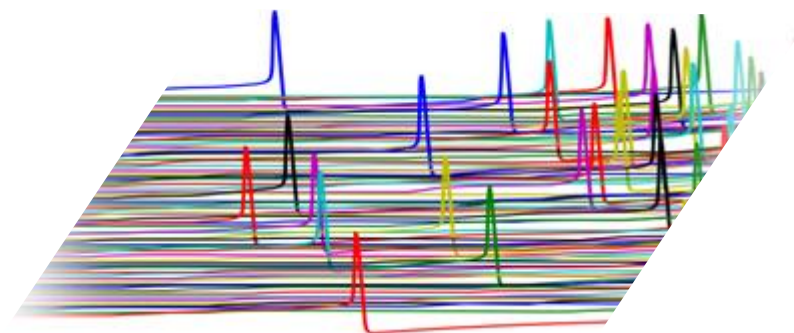


Нелинейная динамика сложных осцилляторных систем: решёточная модель экситонно-поляритонного конденсата, рекуррентные сети импульсных нейронных генераторов

Канаков О.И., Симонов А.Ю

Лаб. «Высокопроизводительные вычисления в задачах моделирования нелинейной динамики сложных осцилляторных систем и сред»

Руководитель В.В. Матросов



Нижний Новгород
6 ноября 2014 г.

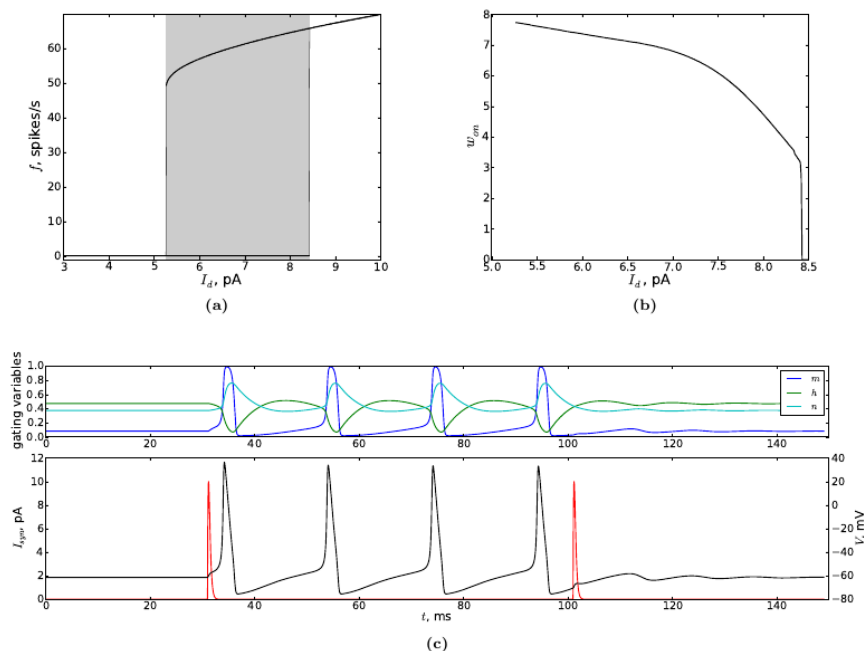
Задачи:

- Метастабильные состояния в рекуррентных сетях биофизически детализированных нейронов
- Динамика эпилептогенеза в моделях спайковых нейронных сетей
- Формирование пространственных структур в виртуально растущих сетях мозга

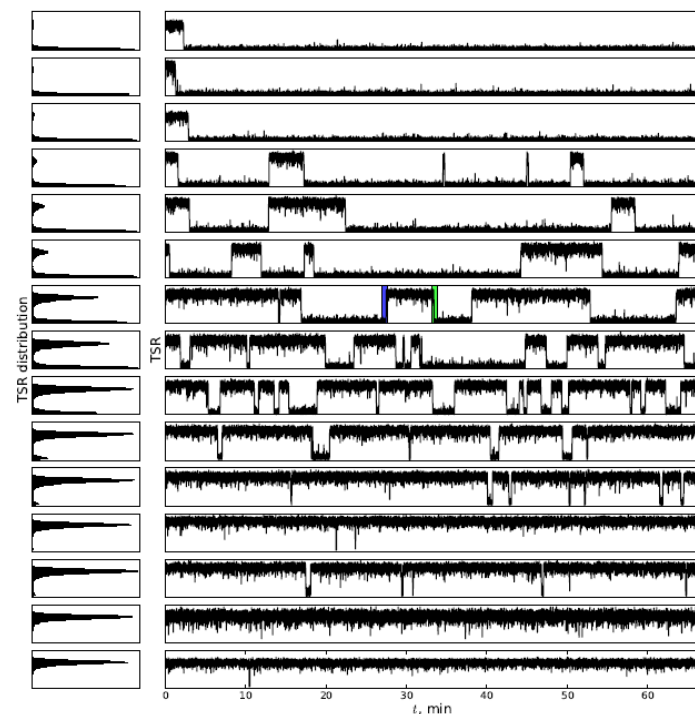
Технологии:

- OpenMP
- MPI
- *CUDA*
- NEST

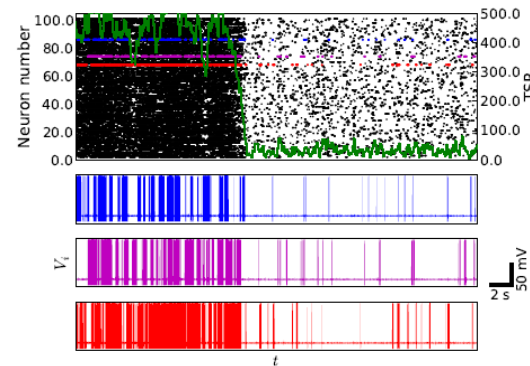
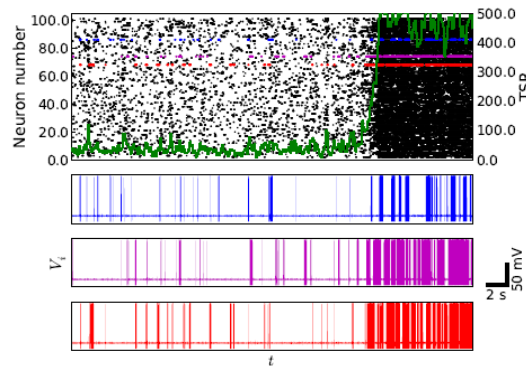
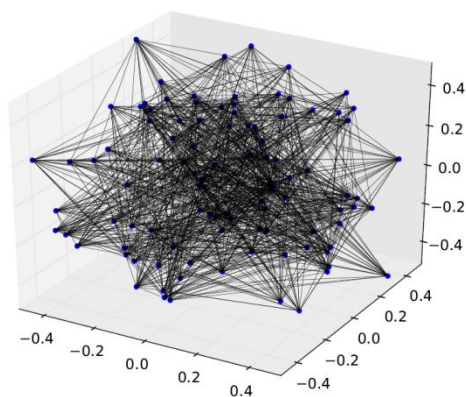
Единичный элемент — модель Ходжкина-Хаксли в бистабильном режиме



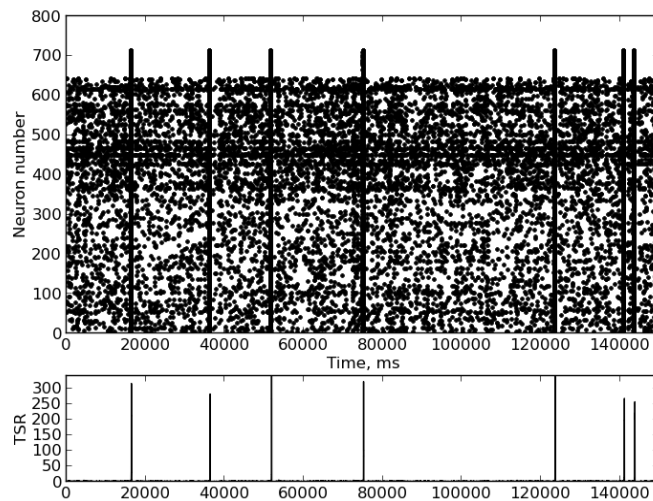
Динамика метастабильных состояний нейронной сети



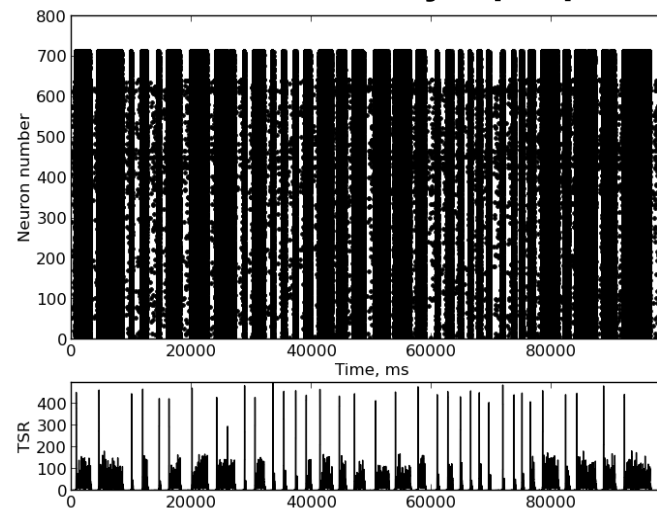
Топология нейронной сети



Обычные бёрсты

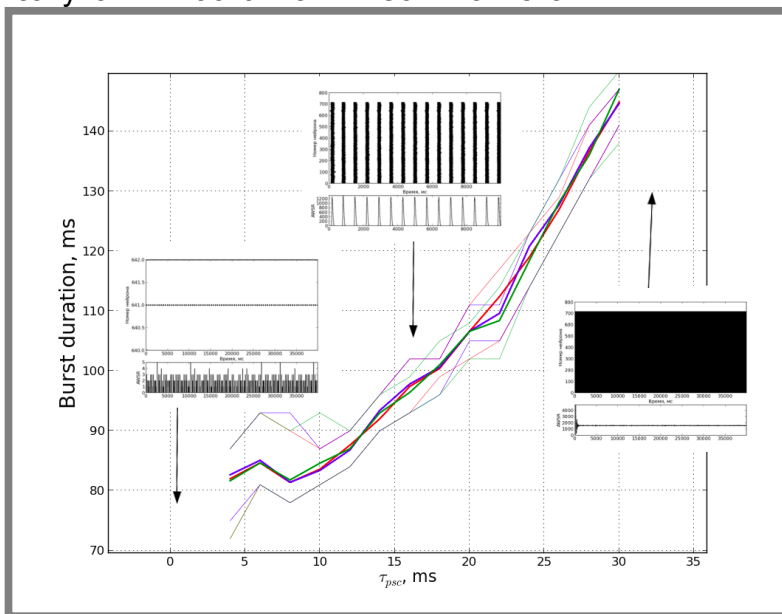


Супербёрсты

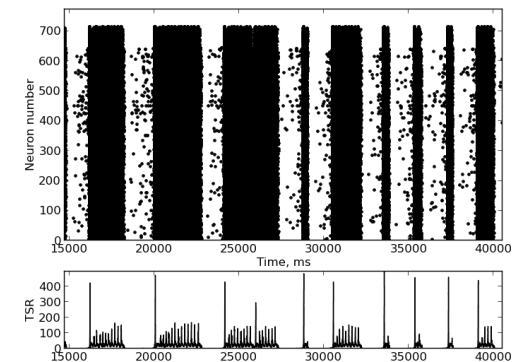
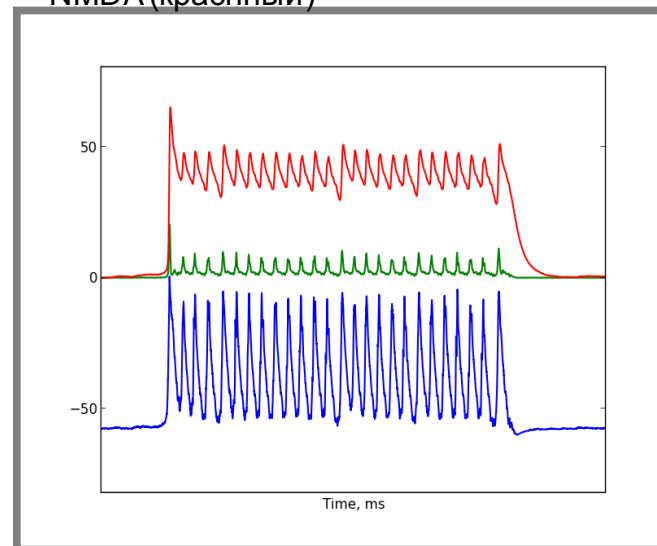


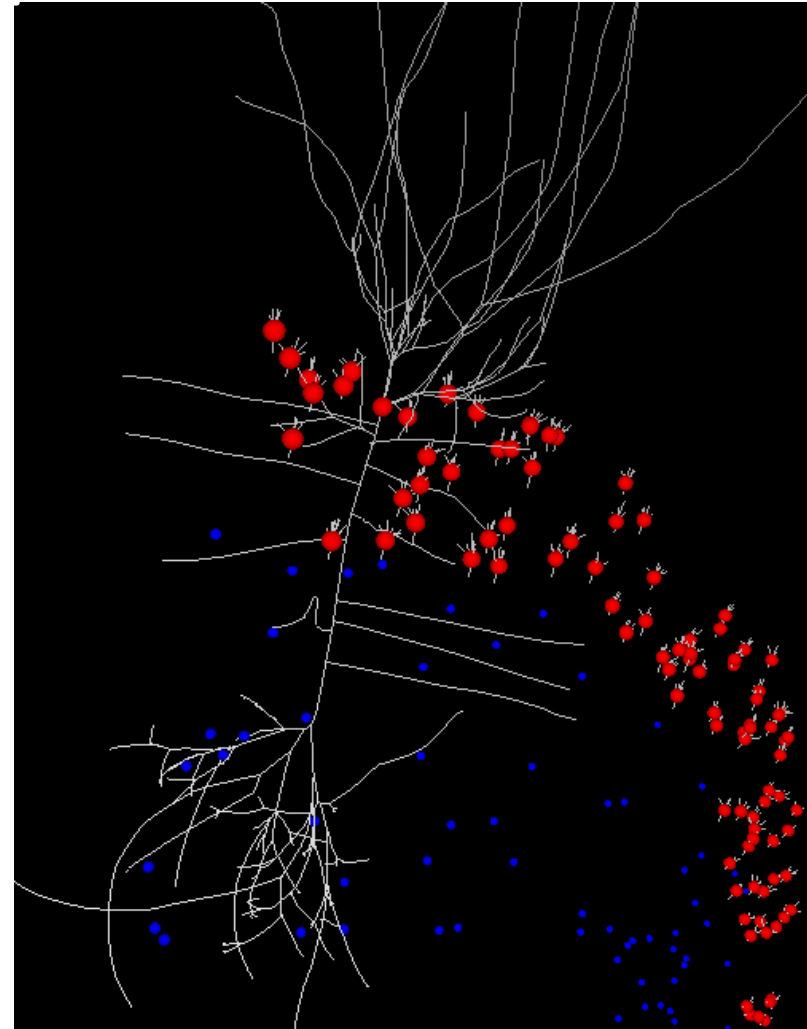
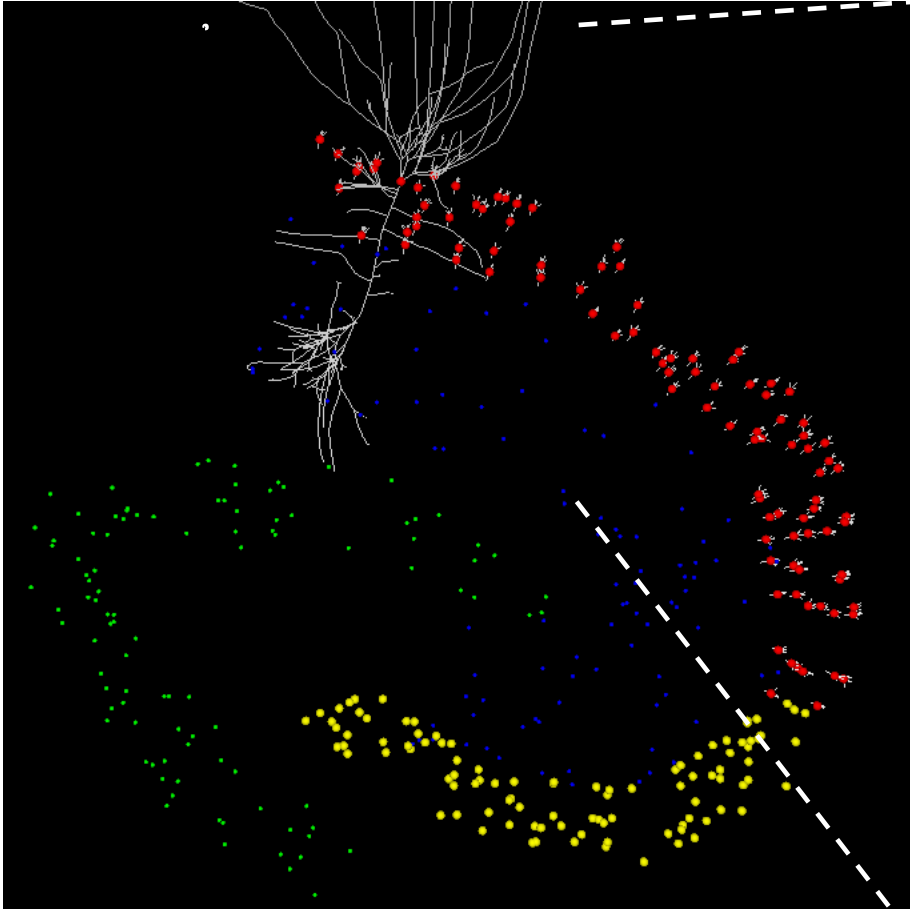
Пример супербёрстовой активности в модели. Супербёрсты, следующие друг за другом состоят из простых бёрстов.

Длительность бёрста в зависимости от времени затухания постсинаптических ответов



Средний уровень деполяризации сети (синий) и возбуждающие проводимости AMPA (зел.) и NMDA (красный)





- Расчет эволюции морфологии нейронов осуществляется с использованием Open MP
- Состояние отростков нейрона не зависит от внутриклеточных процессов элементов остальной сети. Зависимостей по данным нет. Задача пригодна для расчета на вычислительных системах, поддерживающих экстремально параллелизм

```
calculate_synapses<<<NumConn/BlkSize, BlkSize>>>(float* synParam1, float* synVar1, ..., unsigned int* pre, unsigned int* post,
float* Isyn, unsigned int* spikeTimes, unsigned int* time);

cudaDeviceSynchronize();

calculate_neurons<<<NumNeur/BlkSize, BlkSize>>>(float* neurParam1, ..., unsigned int* spikeTimes, unsigned int time);

cudaDeviceSynchronize();

.....

calculate_synapses( float* synParam1, float* synVar1, ..., unsigned int* pre, unsigned int* post, float* Isyn, unsigned int* spikeTimes,
unsigned int* time){

... (тут неблокирующие операции с синхронным обращением к глобальной памяти)...

    if (spikeTimes[pre[c]] - delay[c] == time){
atomicAdd(&Isyn[post[c]], weight[c];
}
}
```

Обращения к глобальной памяти синхронны, только в моменты спайков может происходить одновременное обращение к одной ячейке памяти

Потоки когерентны {выполняют примерно одинаковое число флопсов}

Возможно запускать счёт сразу для нескольких реализаций с различными параметрами

Поэтому ускорение может достигать прироста в 40 раз, в случае НН для 100 нейронов с 20 реализациями = 2000

Для сети Ижикевича с 500 нейронами и 2500 связями с моделью синапса Цодыкса Марккрама, прирост 6-8 раз

Другие задачи, требующие использование суперкомпьютеров

- Синхронизация в нейронных системах мозга
- Структурные и функциональные перестройки в основе нейровычислений, обучения и памяти
- Модуляция динамики нейронных сетей мозга астроцитами и молекулами ВКМ
- Обработка и анализ экспериментальных данных

	2013	2014	2015
Использование суперкомпьютера Лобачевский	-	-	+
Использование других суперкомпьютеров		NSG	NSG

NSG — NeuroScience Gateway <http://www.nsgportal.org/>