

72-е Дни науки студентов **НИТУ «МИСиС»**
Институт ИТАСУ
Кафедра Инженерной Кибернетики



Компьютерный анализ динамики безмасштабной сети и ее макроскопических характеристик

Студент:
Группа:
Руководитель:

Мазлов И.А.
ММ-13-1
доц., к.ф.-м. Шихеева В.В.

Сложные сетевые структуры – для чего?

- › Сети знакомств
- › Семантические сети
- › Сети научного сотрудничества
- › Сотовые сети
- › Сети электростанций
- › Компьютерные сети
- › Нейронные сети мозга
- › Сети авиалиний
- › Дорожное сообщение



Рис.1 Примеры реальных сетей

Безмасштабные сети

› Характерное распределение вершин

$$p = cd^{-k} \quad (1)$$

- › p – вероятность того, что вершина имеет степень d
- › c – нормирующий множитель
- › k – разный для разных систем

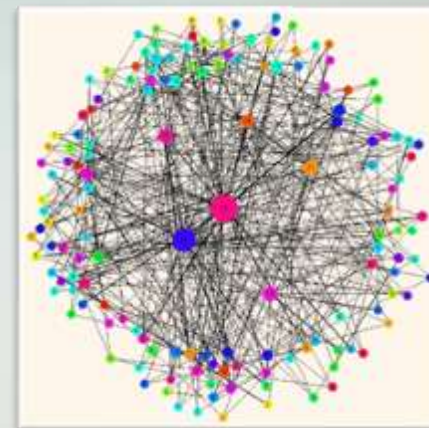
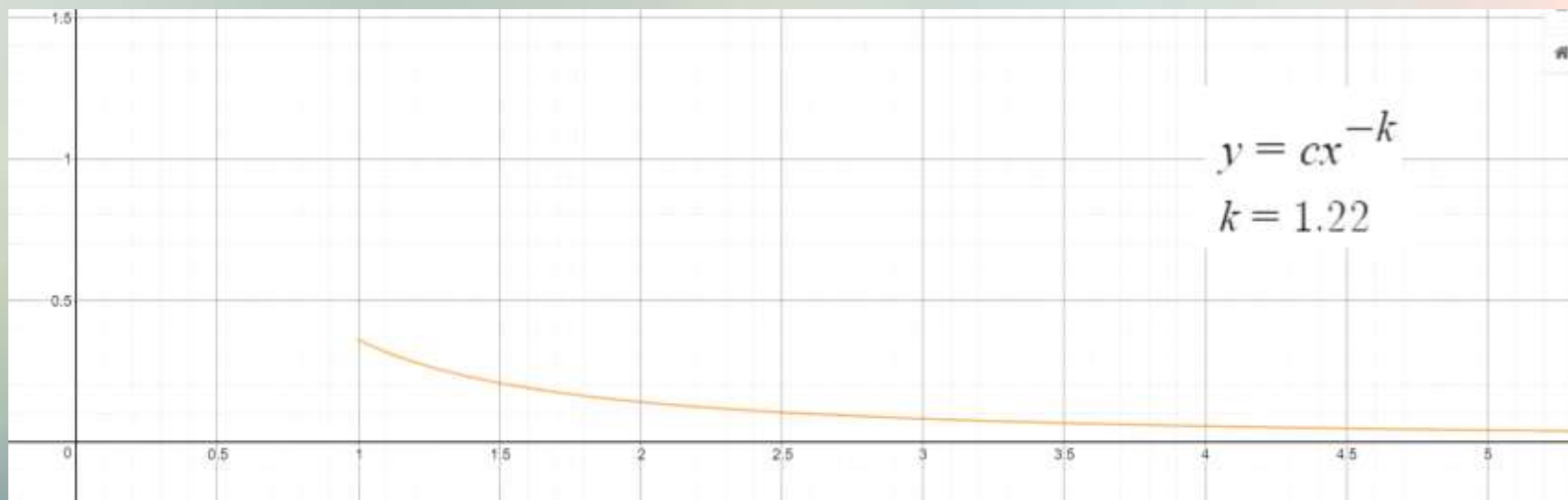


Рис.2 Пример безмасштабной сети



Цель работы

- › Исследовать поведение безмасштабной сети при условии динамики в ее узлах

Динамика на узлах сети

- › Динамика фазы каждого узла определяется дифференциальным уравнением:

$$\forall i \in V: \dot{\varphi}_i = \omega_i + \lambda \sum_{j \in V} w_{ij} \sin(\varphi_j - \varphi_i), \quad (2)$$

- ω_i – собственная частота i -ого осциллятора
- w_{ij} - число связей между i -ым и j -ым узлами,
- $\lambda = \text{const}$ – **сила связи**

- › Суммарный сигнал, порожденный системой,

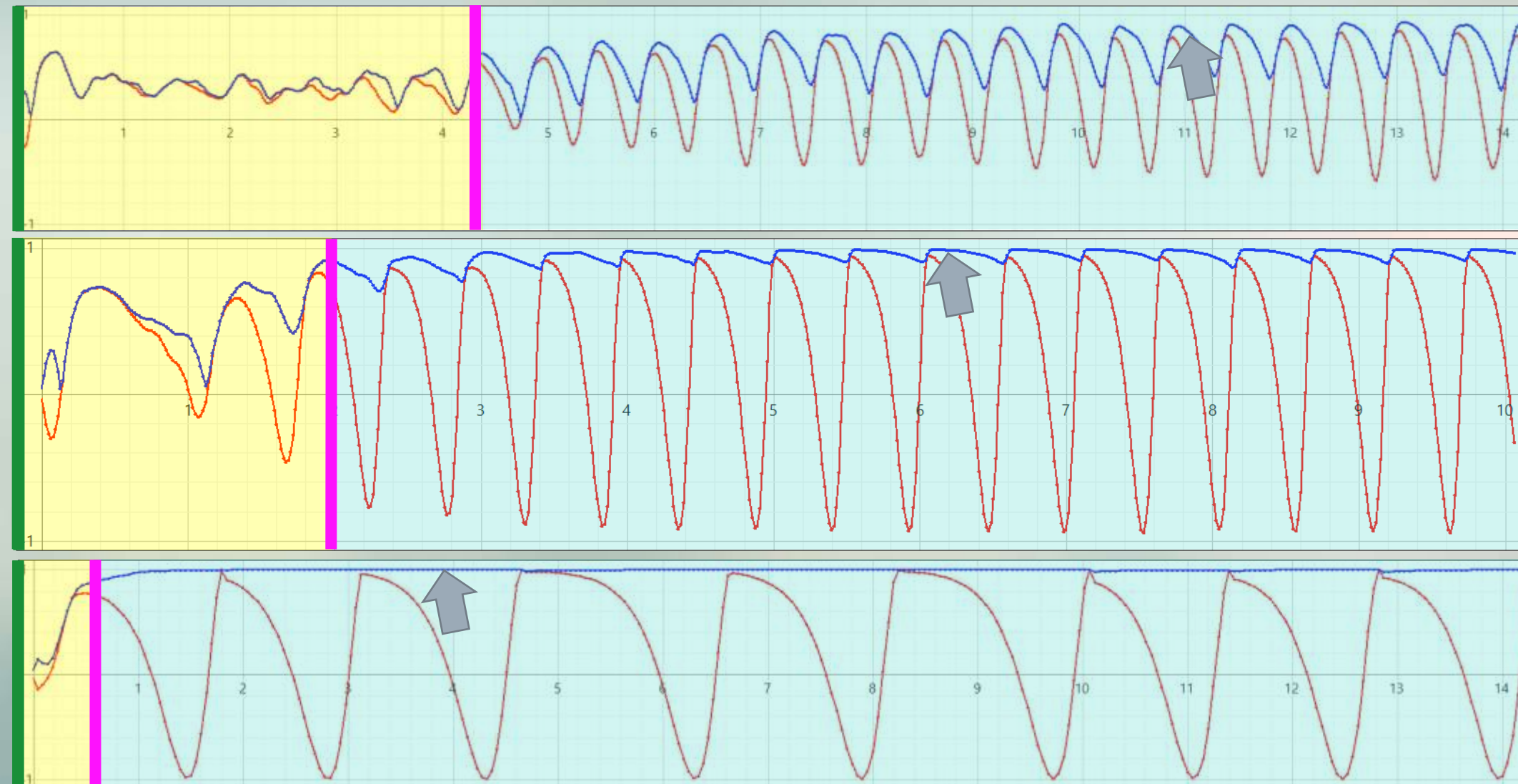
$$X(t) = A \sum_{i \in V} \cos(\varphi_i(t)) \quad (3)$$

- где A – нормирующий множитель

- › Степень согласованности узлов

$$r(t) = \frac{1}{n} \sum_{j \in V} e^{i\varphi_j(t)} \quad (4)$$

Макро-характеристики: $N = 200$



$\lambda = 0,1$

$\lambda = 0,35$

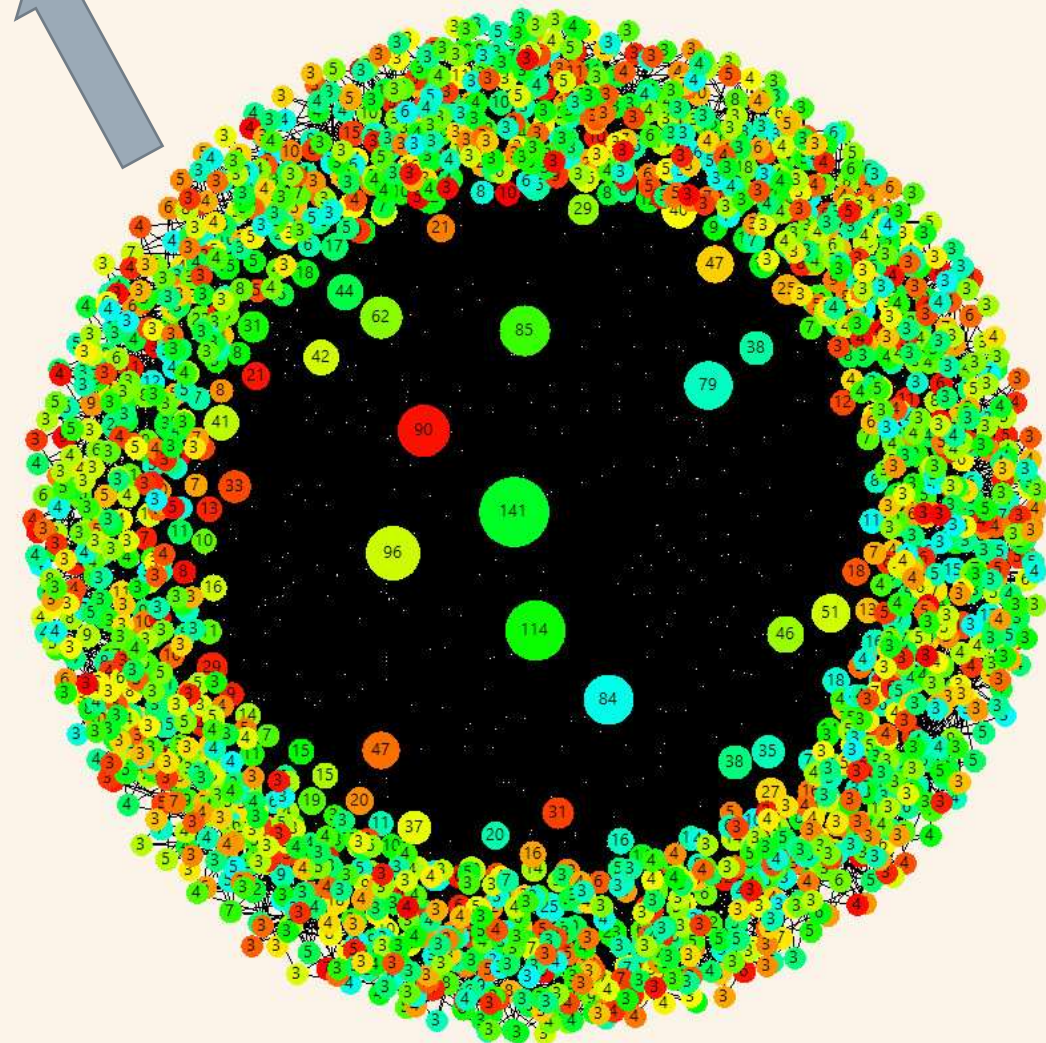
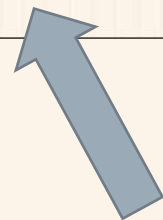
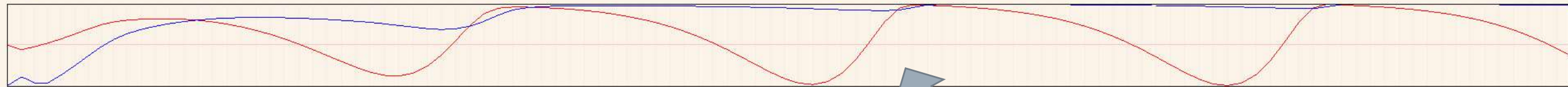
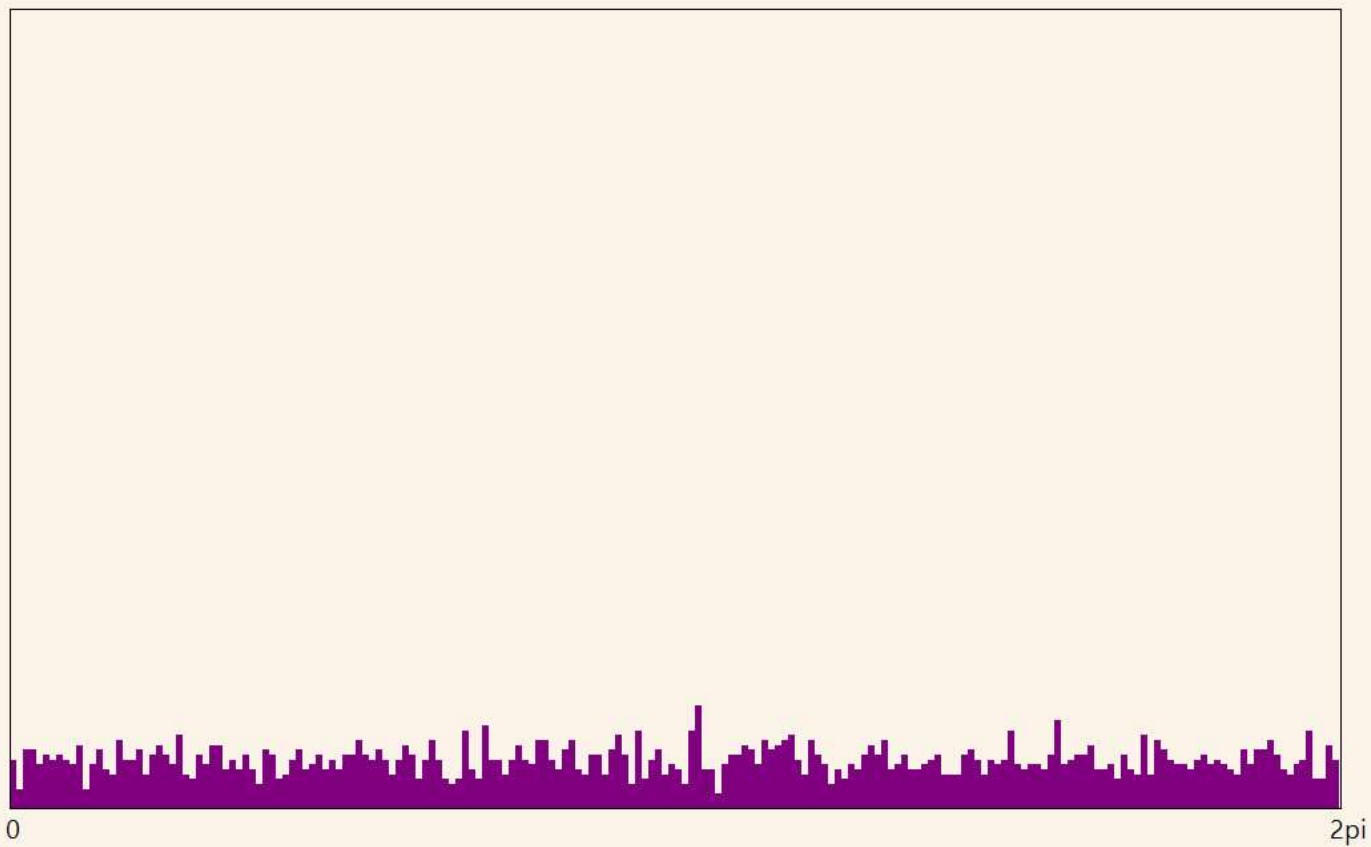
$\lambda = 0,8$

■ - сигнал

■ - согласованность

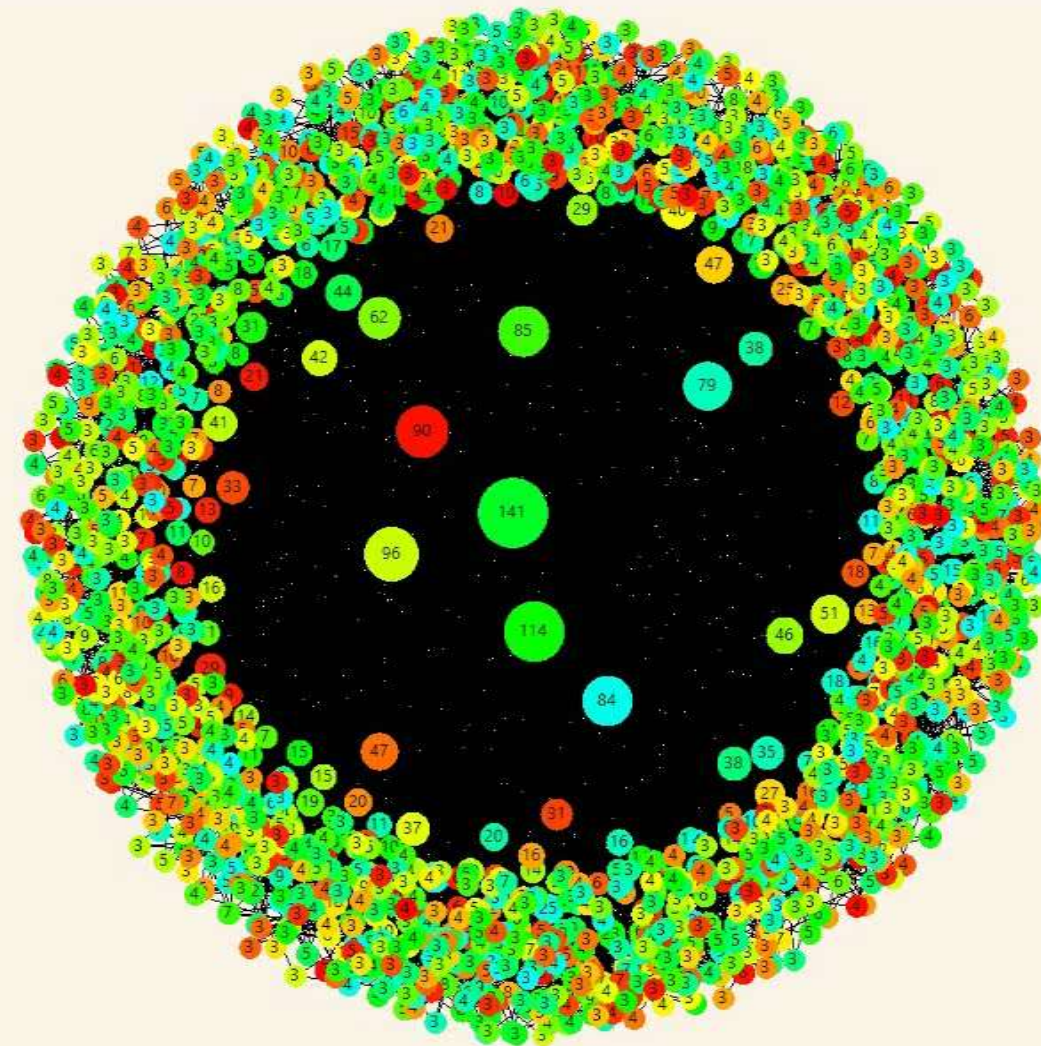
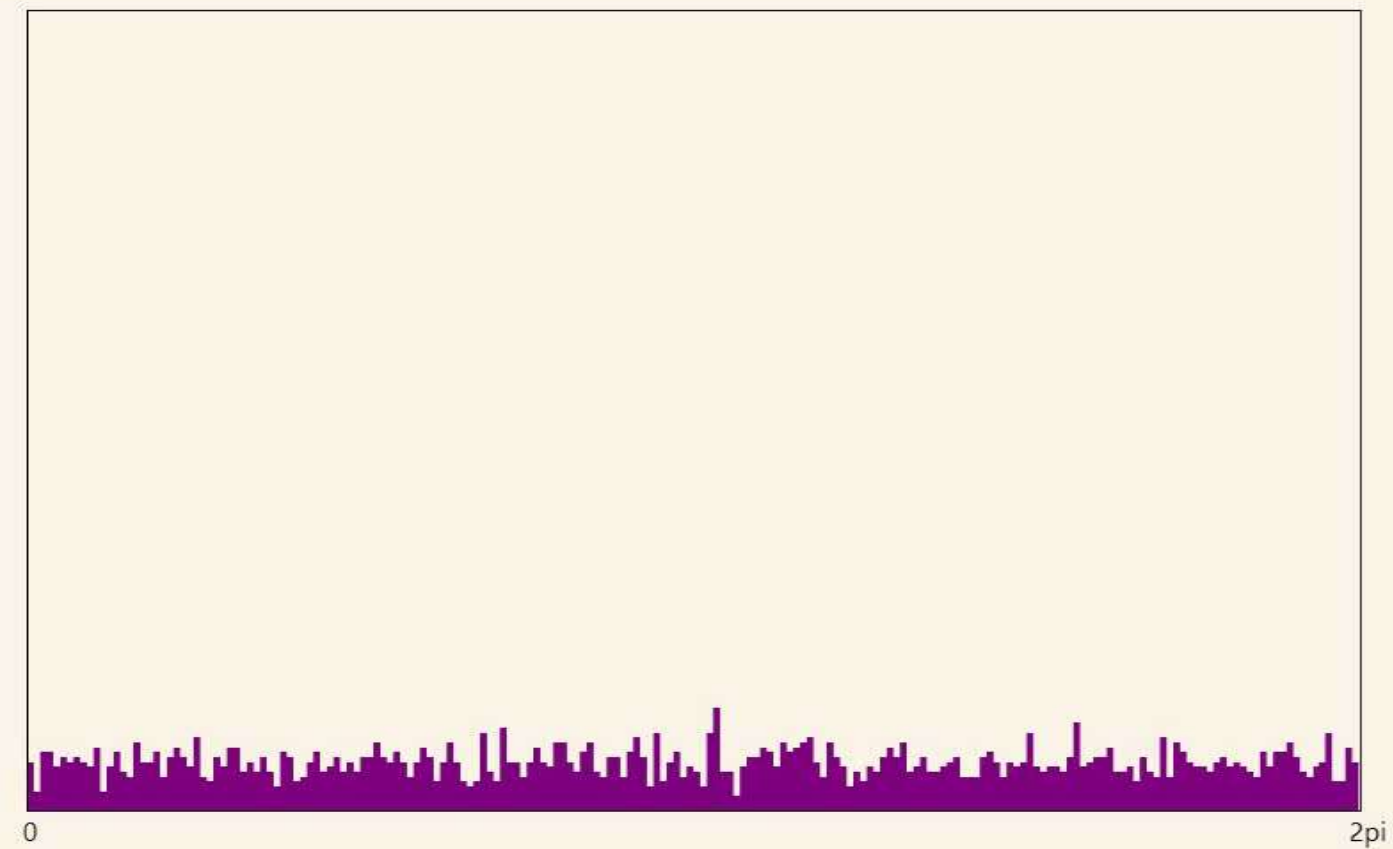
Рис.5 Графики макро-характеристик сети для разных значений λ

Открыть сеть Старт

 $N = 2000$ 

Открыть сеть

Старт



Выводы

Разработано программное обеспечение для

- 1) Построения безмасштабной сети.
- 2) Решения систем дифференциальных уравнений динамики сети
- 3) Визуализации макро-характеристик сети
- 4) Визуализации динамики сети

Проведен ряд экспериментов

Перспективы

1. Динамика на связях сети
2. Вейвлет-преобразование суммарного сигнала сети

Спасибо!

Студент: Мазлов И.А.

mazlov.i.a@gmail.com

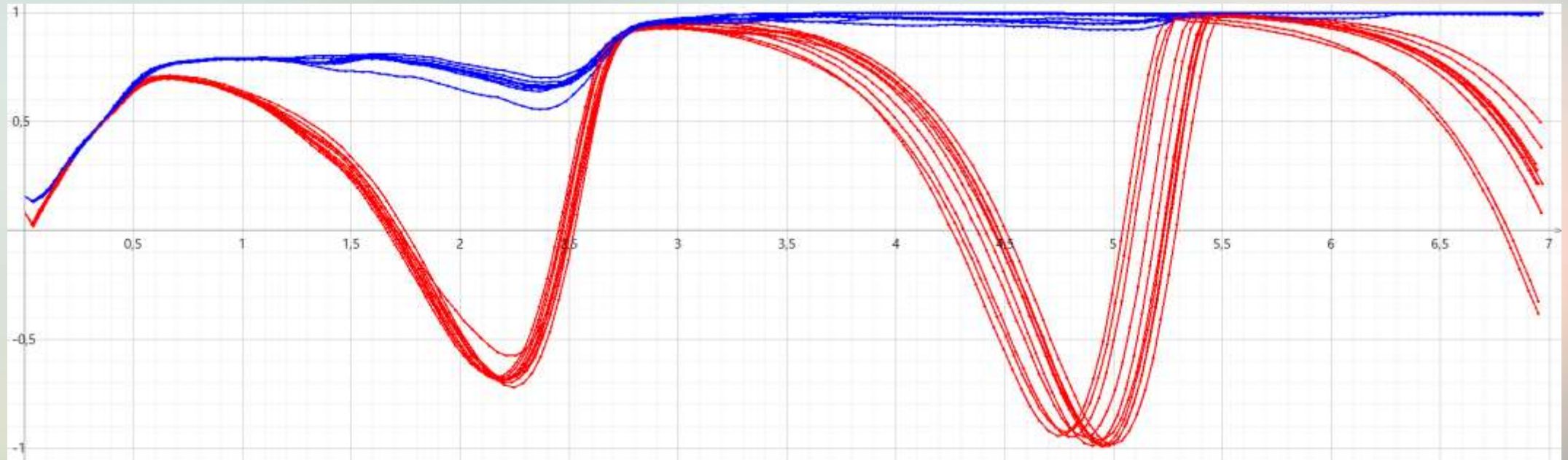
Группа: ММ-13-1

Руководитель: Шихеева В.В.

Предметная область

- › Распространение информации в интернете
 - Сфера рекламы
- › Транспортные задачи
- › Электроэнцефалография головного мозга
 - Суммарные сигналы
 - Нестационарные характеристики
 - Невозможность поэлементного исследования

Результаты – Макро-характеристик



10^{-4}
 $2,5 \cdot 10^{-4}$
 $5 \cdot 10^{-4}$
 $7,5 \cdot 10^{-4}$

10^{-3}
 $2 \cdot 10^{-3}$
 $4 \cdot 10^{-3}$
 $6 \cdot 10^{-3}$

$7 \cdot 10^{-3}$
 $8 \cdot 10^{-3}$
 $9 \cdot 10^{-3}$
 10^{-2}

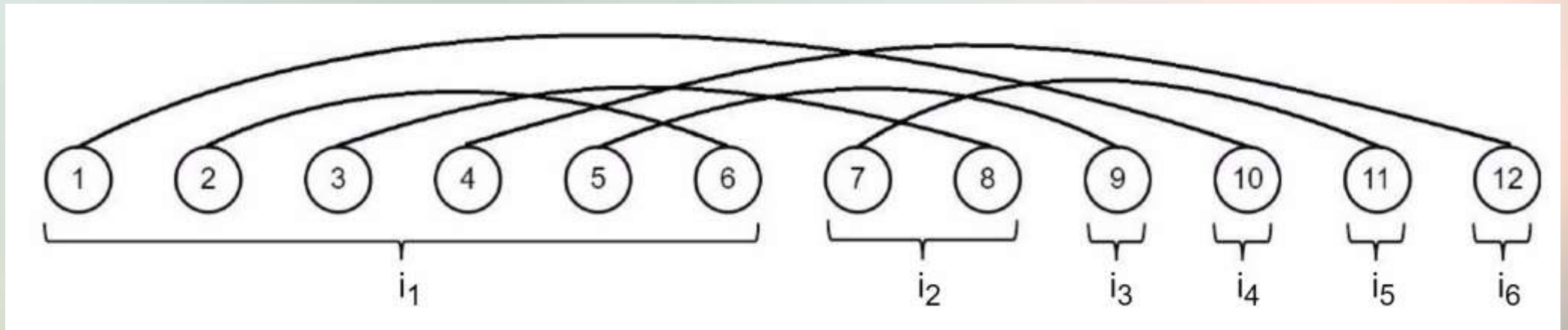
Классический метод Рунге-Кутта 4

- › Аппроксимация рядом Тейлора
 - Расчет старших производных функции
- › Методы Рунге-Кутты
 - ✓ Модифицированный метод Эйлера
 - ✓ Исправленный метод Эйлера
 - ✓ Классический метод Рунге-Кутта
 - Необходимость вычисления значения функции в промежуточных точках
- › Методы прогноза и коррекции
 - + Использование информации о пройденных точках
 - Не самостартующие

Средства и алгоритмы

- › Среда разработки: Microsoft Visual Studio
 - C# - интерфейс и визуализация
 - C++ - вычислительное ядро
- › Алгоритм построения безмасштабных сетей
 - Статическая модификация модели Боллобаша-Риордана
 - LCD-диаграмма
- › Алгоритм генерации равномерно распределенных циклов
 - Алгоритм Саттоло
- › Решение систем дифференциальных уравнений
 - Классический метод Рунге-Кутты 4 порядка

LCD-модель



Диаметр сети

- › Под **диаметром сети** понимается максимальная длина среди кратчайших путей между двумя узлами в сети

Спасибо!

Студент: Мазлов И.А.

mazlov.i.a@gmail.com

Группа: ММ-13-1

Научный руководитель: Шихеева В.В.