

Разработка способов визуального представления параметров низкочастотных колебаний в энергосистеме

Попов А.И.¹, Бутин К.П.^{1,2}, Родионов А.В.¹

1) ООО «Инженерный центр «Энергосервис», Архангельск

2) Северный (Арктический) федеральный университет, Архангельск

Введение

- Повышение **уровня осведомлённости** оперативно-диспетчерского персонала о состоянии энергосистемы относится к приоритетным задачам обработки данных СВИ¹.
- В частности, востребована разработка инструментов, которые бы обеспечивали своевременное информирование о наличии в энергосистеме плохоемпфируемых **НЧК**, их текущих и прогнозных **параметрах**, а также о возможных **источниках** колебаний.
- Важную роль играют средства **визуализации данных**.

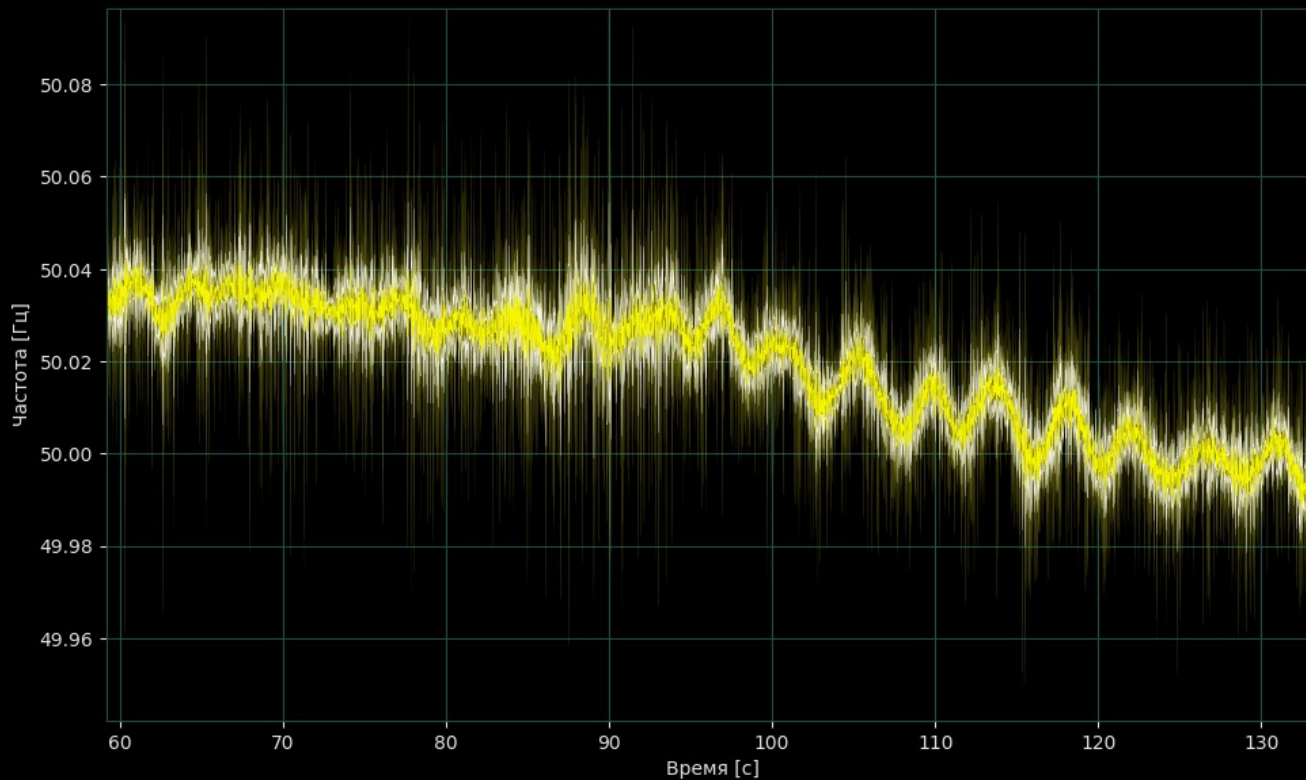
¹ Жуков А.В., Сацук Е.И., Дубинин Д.М., Журавлева О.В. Развитие технологий диспетчерского управления в России на платформе СВИ // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики, 2022.

Объём данных для визуализации

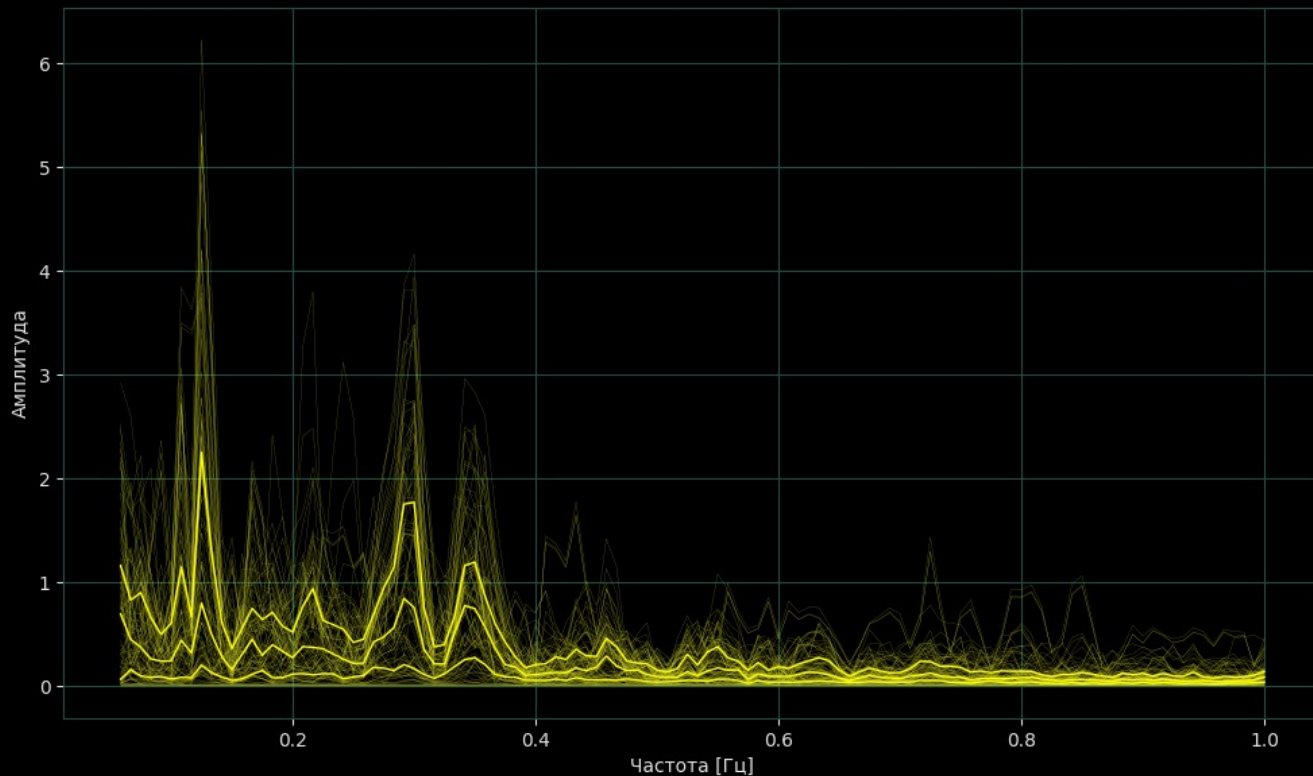
- ~1000 источников данных.
- **Параметры колебаний:** амплитуда, полная фаза, частота, скорость изменения величины моды, тот или иной показатель демпфирования колебаний, энергия колебаний.
- **Исходные сигналы:** частота, ток, напряжение, активная и реактивная мощности.
- Мониторинг в 20 полосах спектра.

$$1000 \times 6 \times 5 \times 20 = 600000$$

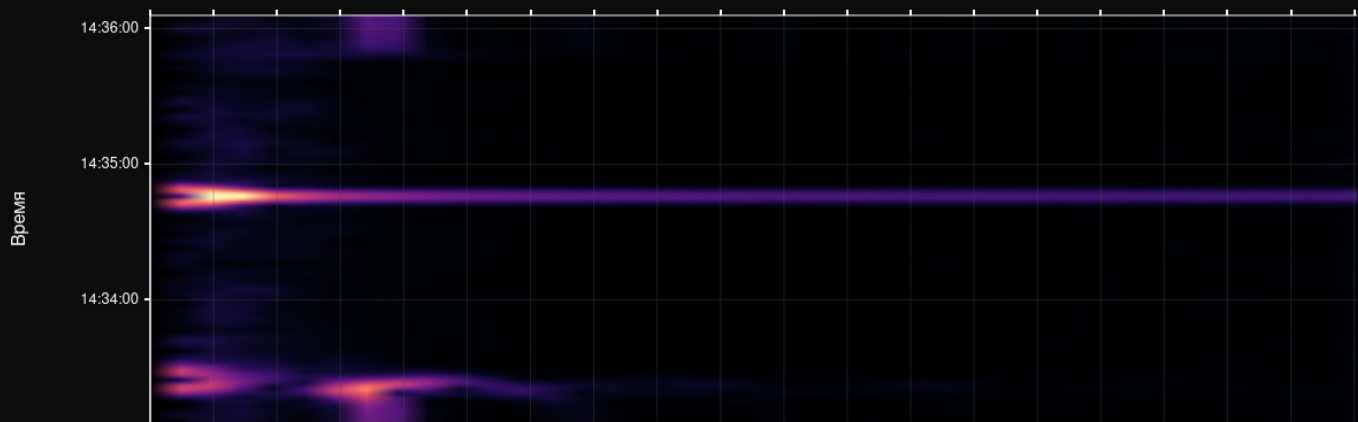
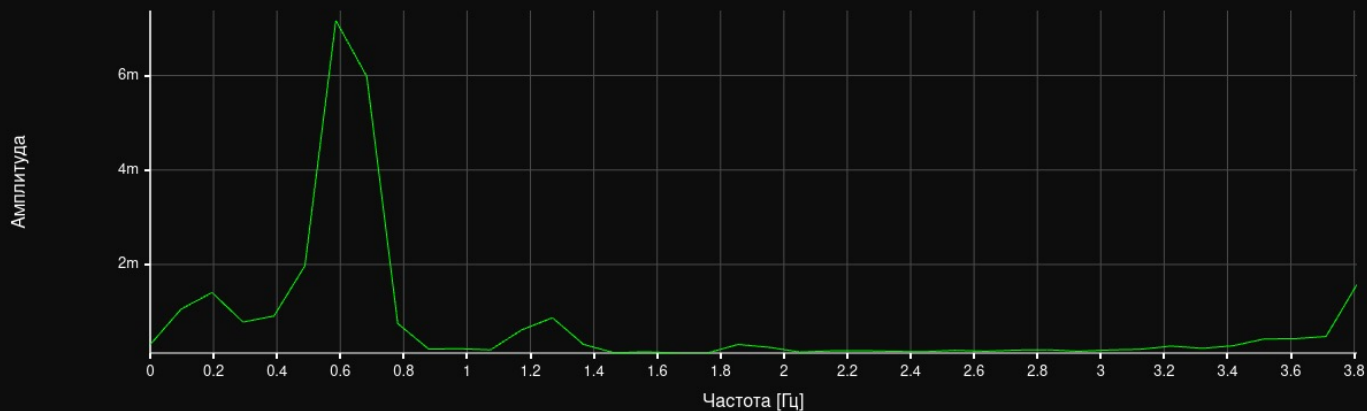
Исходные данные во временной области



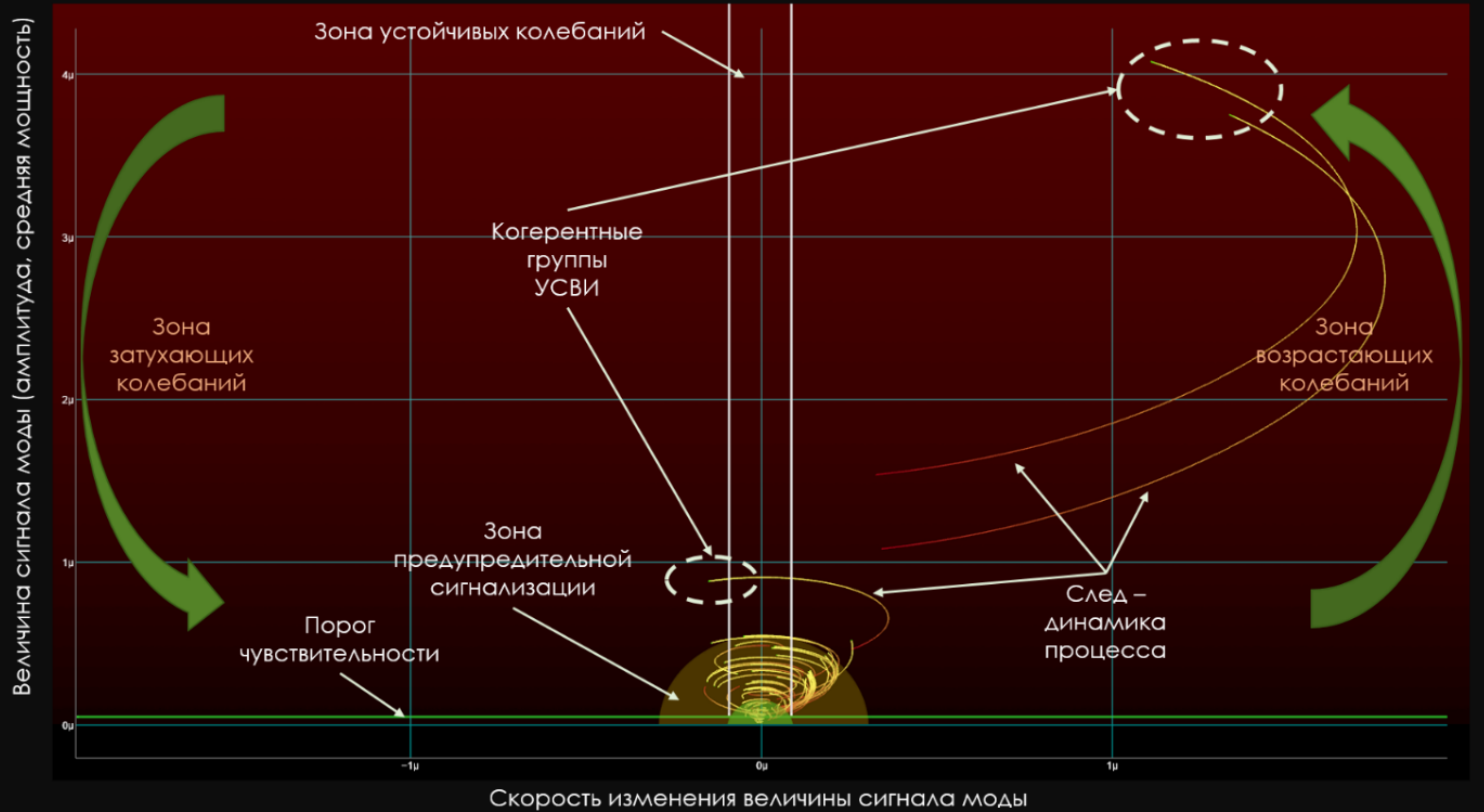
Исходные данные в частотной области



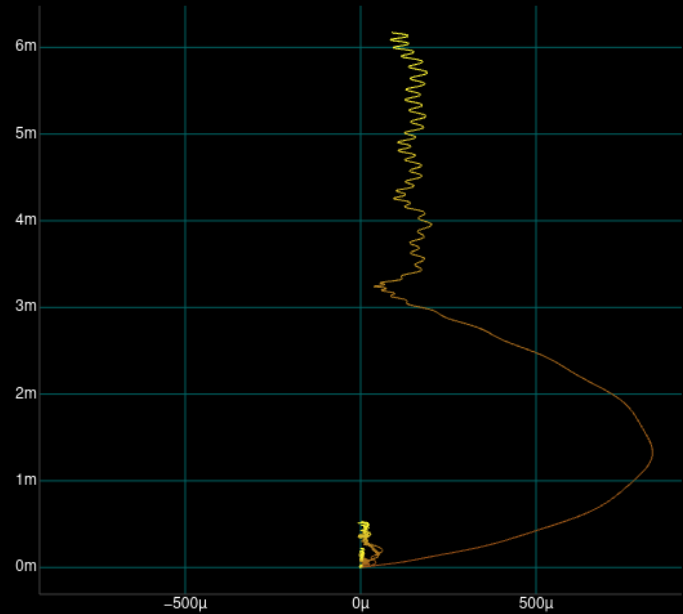
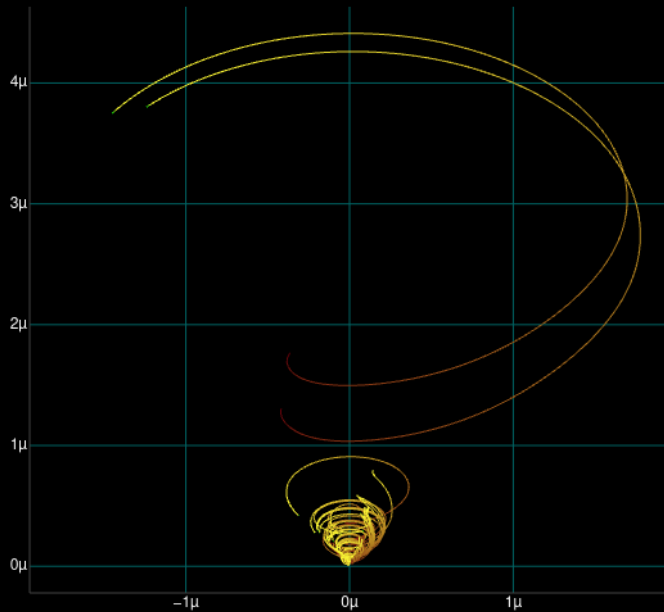
Средний спектр во времени



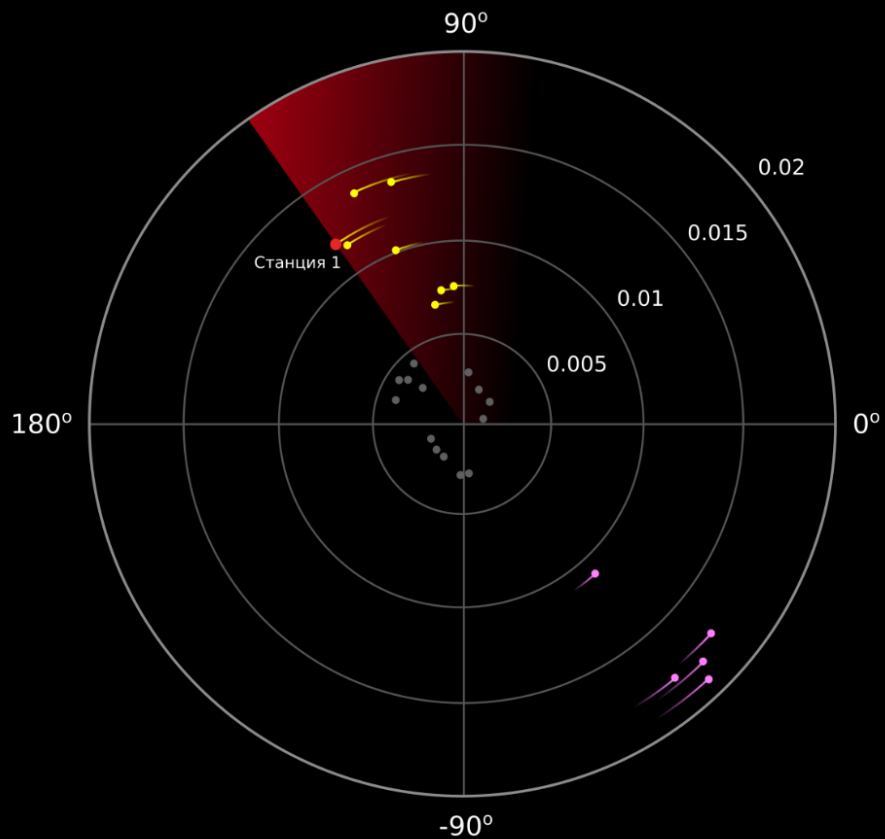
Моды на фазовой плоскости



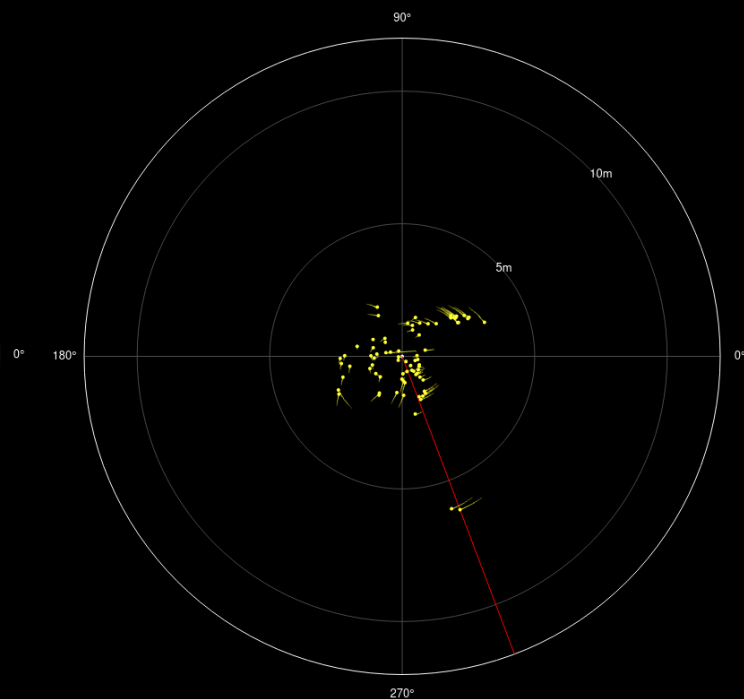
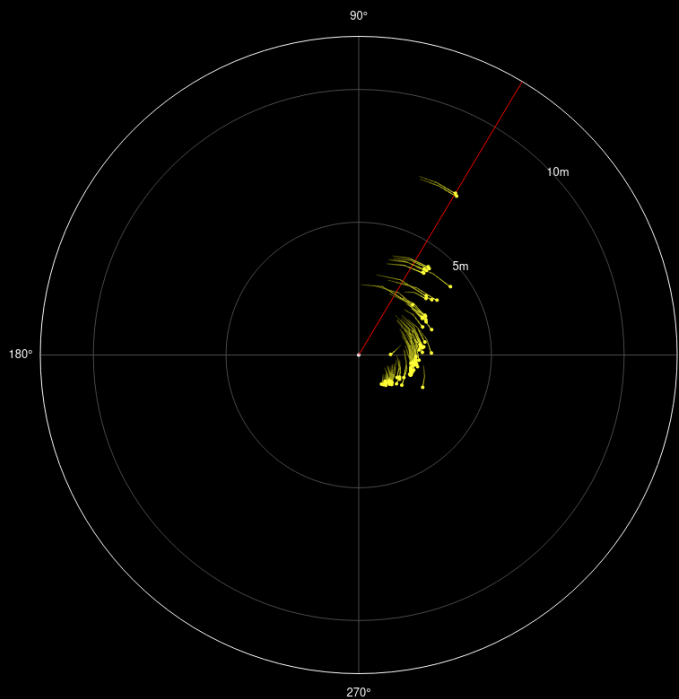
Моды на фазовой плоскости



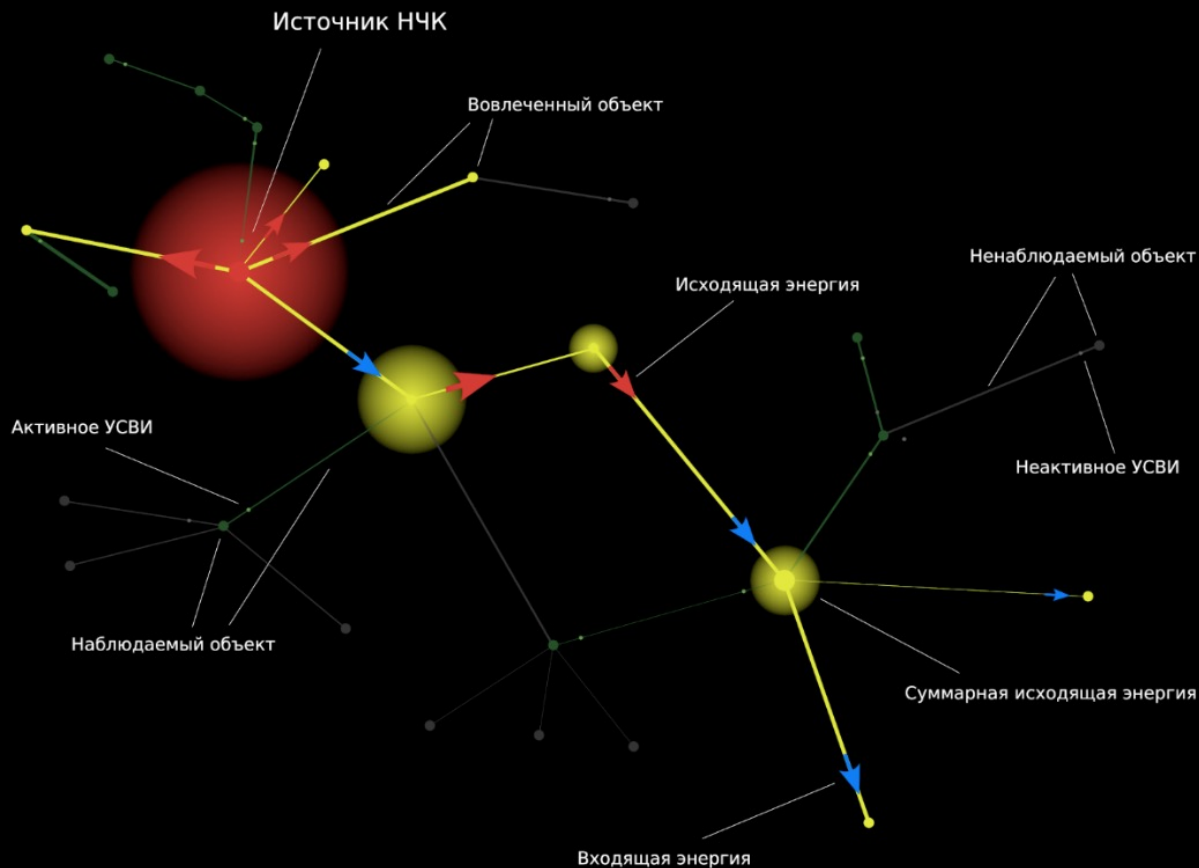
Амплитуды и фазы набора мод



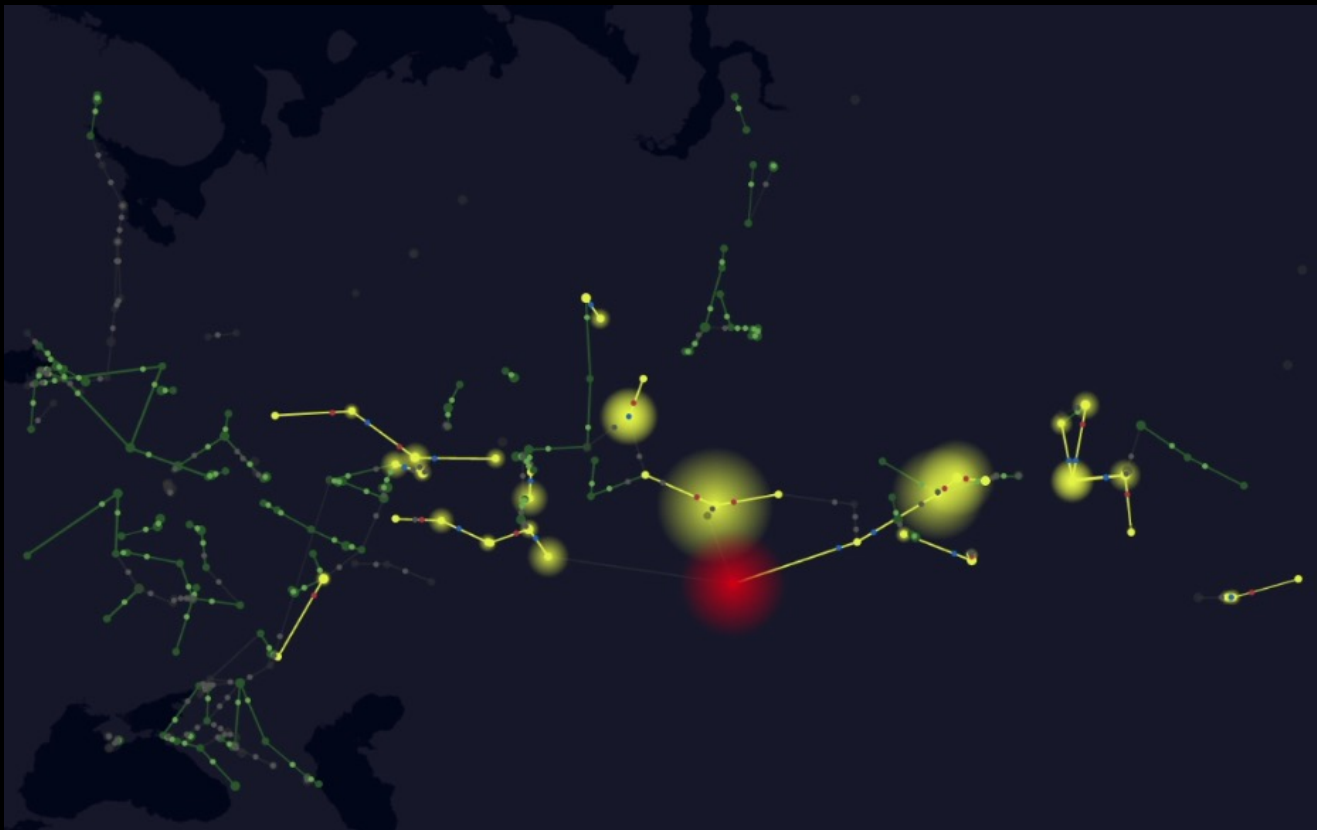
Амплитуды и фазы набора мод



Поток диссипативной энергии



Поток диссипативной энергии



Заключение

- Предложены унифицированные способы **представления больших данных НЧК**
 - измерительные сигналы
 - динамические параметры колебаний
 - результаты определения источников
- Высокоуровневая визуализация НЧК обеспечивает **поддержку принятия решений** оперативно-диспетчерским персоналом и способствует повышению качества дальнейших **исследований**
- Рассмотренные визуализации реализованы в **ПО ES Phasor** для режимов обработки потока данных и анализа архивных записей

Авторы выражают благодарность АО «Системный оператор Единой энергетической системы» за предоставленные данные СМНР.

Спасибо за внимание!

a.popov@ens.ru