

## Отчёт о проделанной работе на кластере ИВЦ НГУ

### 1. Тема работы:

Разработка и исследование методов эволюционного синтеза нелинейных математических моделей и инфокоммуникационных сетей на основе темплейтов.

### 2. Состав коллектива:

Монахов Олег Геннадьевич, ИВМиМГ СО РАН, в.н.с., к.т.н., руководитель,  
Монахова Эмилия Анатольевна, ИВМиМГ СО РАН, в.н.с., к.т.н., исполнитель .

### 3. Информация о гранте:

Работа выполняется по бюджетному проекту ИВМиМГ СО РАН (проект № FWNM-2022-0005) на 2022 - 2025 гг.

### 4. Научное содержание работы:

Постановка задачи.

В рамках проекта будут разработаны и исследованы новые, основанные на вычислительном интеллекте, эволюционных вычислениях и биоинспирированных алгоритмах, методы автоматического синтеза инфокоммуникационных сетей и нелинейных математических моделей. Эффективность данного подхода будет теоретически исследована и экспериментально апробирована на суперЭВМ при проектировании инфокоммуникационных сетей связи и при синтезе нелинейных математических моделей.

Подробное описание работы, включая используемые алгоритмы.

Проведены параллельный синтез, построение датасета оптимальных структур, открытие новых аналитических семейств оптимальных циркулянтных кольцевых сетей и оптимальных хордальных кольцевых сетей.

Поиск оптимальных параметров сетей с минимальным диаметром проведён для всех допустимых значений образующих графов. Созданы базы данных оптимальных структур, которые являются основой для поиска и анализа общих свойств оптимальных сетей, проведения исследования структурных и коммуникационных свойств, источником базовых элементов при построении многоуровневых регулярных сетей и проектировании сетей связи параллельных систем и сетей на кристалле. Для анализа баз данных разработан комплекс программ, в том числе с применением больших языковых моделей; найдены новые аналитически описываемые семейства сетей с периодически повторяющимися паттернами. Применение к анализу сгенерированного датасета интеграции разработанных нами методов дифференциальной эволюции, исчерпывающего локального поиска и оригинального алгоритма поиска, основанного на последовательном делении параметров описаний графов, позволило открыть более 2500 новых, отличных от известных в литературе, семейств оптимальных сетей с образующими линейного и квадратичного типов.

Полученные результаты.

Проведены исследование и реализация параллельных алгоритмов построения больших оптимальных циркулянтных кольцевых сетей и оптимальных хордальных кольцевых сетей с минимальными средними расстояниями. Зарегистрированы в Роспатенте две большие базы данных (БД), включающие все найденные к настоящему времени описания параметров оптимальных

циркулянтных кольцевых сетей степени четыре с числом узлов от 10 до 50 000 (450 тыс. записей) и оптимальных хордальных кольцевых сетей с числом узлов от 12 до 60 000 (101 тыс. записей). Разработанные методы анализа БД позволили открыть более 2500 новых, отличных от известных в литературе, семейств оптимальных сетей с образующими линейного и квадратичного типов.

Иллюстрации, визуализация результатов. Нет.

**5. Эффект от использования кластера в достижении целей работы.**

Эффект от использования кластера для исследования предложенного метода для синтеза инфокоммуникационных сетей и моделей состоит в ускорении вычислений и в доступе к лицензионному ПО (Mathematica, MATLAB).

**6. Перечень публикаций, содержащих результаты работы.**

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2025622319  
Российская Федерация. База данных оптимальных циркулянтных сетей степени четыре с единичной образующей: N 2025622319: заявл. 28.05.2025: опубл. 28.05.2025 / О.Г. Монахов, Э.А. Монахова; заявитель и правообладатель ИВМиМГ СО РАН. - 1 с.
2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2025622137  
Российская Федерация. База данных оптимальных по диаметру хордальных кольцевых сетей: N 2025622137: заявл. 22.05.2025: опубл. 22.05.2025 / О.Г. Монахов, Э.А. Монахова; заявитель и правообладатель ИВМиМГ СО РАН. - 1 с.
3. О.Г. Монахов, Э.А. Монахова. Масштабируемый подход к кодизайну топологий и алгоритмов маршрутизации для семейств оптимальных циркулянтных сетей степени четыре // Дискретный анализ и исследование операций, 2025. Т. 32, № 2, С. 88–106, (WoS RSCI, BC2)
4. E.A. Monakhova, O.G. Monakhov, E.R. Rzaev, A.A. Amerikanov, M.Y. Romashikhin, A.Y. Romanov. "A New Approach for Automatic Search for Families of Optimal Undirected Double-Loop Networks"// IEEE Access, 2025, v. 13, p. 104716—104727, (BC1, Scopus Q1, WoS Q2).
5. Э.А. Монахова, О.Г. Монахов. Поиск и исследование идеальных двумерных циркулянтных сетей на основе графовых баз данных // Дискретный анализ и исследование операций, 2025. Т. 32, № 3. С. 5–23, (WoS RSCI, BC2).

**Впечатления от работы вычислительной системы и деятельности ИВЦ НГУ.**

Впечатления от работы с ИВЦ НГУ однозначно положительные.