

В диссертационный совет Финансового университета Д 505.001.126 по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук

### **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Кочкарова Расула Ахматовича  
«Модель и метод реконfigurирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

Диссертационная работа Кочкарова Р.А. посвящена разработке модели и метода реконfigurирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности (СДСС НПМ БР) в условиях деструктивных воздействий. В последние годы наблюдается существенный рост роли систем мониторинга в информационно-управляющих комплексах различного назначения, что сопровождается значительным усложнением как аппаратных средств (датчики, сети связи), так и математического обеспечения. Увеличение масштабов таких систем, включающих сотни и тысячи элементов, приводит к возникновению вычислительно сложных задач, зачастую неразрешимых за полиномиальное время даже при небольшом количестве компонентов.

Особую остроту проблема приобретает при необходимости функционирования в условиях деструктивных воздействий факторов природного и техногенного характера, когда для сохранения устойчивости и целостности системы требуется ее адаптация посредством динамического реконfigurирования. Однако существующие классические оптимизационные подходы характеризуются неприемлемо высокой вычислительной сложностью при работе с системами большой размерности. Эта проблема делает невозможным оперативное принятие решений в реальном времени, особенно в критических условиях деструктивных воздействий, когда задержка напрямую ведёт к потере управляемости и функциональности, что в целом обуславливает ее несомненную актуальность.

**Целью диссертационной работы** Кочкарова Р.А. является повышение оперативности принятия решений о реконфигурировании структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности с сохранением её структурно-функциональных параметров в условиях деструктивных воздействий.

На основании вышеизложенного и в соответствии с поставленной целью, соискателем была сформулирована **научная проблема**, заключающаяся в отсутствии методов реконфигурирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности для повышения оперативности принятия оптимальных решений о реконфигурации сети с сохранением ее структурно-функциональных параметров в условиях деструктивных воздействий.

К результатам, полученным в диссертации и **обладающим научной новизной**, можно отнести следующие:

1. Теоретико-графовая модель структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности. Данная модель отличается от известных тем, что по результатам формализации деструктивных воздействий с применением многовзвешенного предфрактального динамического графа была сформирована сложная иерархическая и самоподобная структура системы, определена зависимость структурных (динамическая структура, количество средств мониторинга, коэффициенты связности) параметров и количественных параметров (интенсивности трафиков, коэффициенты трафиков, пропускная способность каналов) системы от стохастических изменений деструктивных воздействий различных комбинаций и последовательностей. Это позволяет в условиях деструктивных воздействий описать пространство эффективных состояний системы для ее оперативных реконфигураций с меньшей вычислительной сложностью на 10% и более.

2. Агрегированный топологический индекс комплексной оценки состояния структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности, характеризующий текущее комплексное состояние системы и позволяющий принимать решения об оперативном реконфигурировании для обеспечения её структурно-функциональной устойчивости. Данный индекс, в отличие от известных, в формализованном виде учитывает влияние деструктивных воздействий на систему посредством объединения структурно-топологических характеристик, сведенных в единое нормированное пространство, при этом в качестве весовых коэффициентов метрик

используется их чувствительность относительно заданных на систему требований, количественно отражающая изменение значения метрики в процессе реконfigurирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности, что позволяет оценивать текущее состояние системы и принимать решения об оперативном ее реконfigurировании для обеспечения структурно-функциональной устойчивости.

3. Метод реконfigurирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности, отличающийся от известных построением начального графа конфигурации и применением теоретико-графовой модели, учитывающей иерархические уровни на предфрактальных графах, формированием агрегированного топологического индекса текущего графа конфигурации, реконfigurированием графа конфигурации для обеспечения требуемых значений агрегированного топологического индекса, а также многокритериальной оптимизацией графа конфигурации при возникновении аномальных вычислительных сложностей. Данный метод позволяет сохранять структурно-функциональные характеристики системы в соответствии с агрегированным топологическим индексом на заданном уровне в пределах расхождения 10% и обладает оперативностью принятия решений, превышающей известные методы в несколько раз.

4. Программно-алгоритмический комплекс реконfigurирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности при возникновении аномальных вычислительных сложностей, содержащий блоки реконfigurирования и оптимизации и дополненные алгоритмами выделения остовного леса (минимального остовного дерева) минимального веса, размещения кратных центра и медианы на интервально-взвешенном графе конфигурации. Данный комплекс позволяет сократить время реконfigurирования в диапазоне от 10 до 20%.

**Теоретическая значимость** заключается в дальнейшем развитии методов оптимизации и реконfigurации структурно-динамических сетевых систем непрерывного пространственного мониторинга большой размерности в условиях деструктивных воздействий в части методов многокритериальной оптимизации графов большой размерности с фрактальными свойствами, взвешенных многими недетерминированными весами; в развитии алгоритмической базы решения модельных многокритериальных задач; в расширении применения параллельных алгоритмов на графах, что

соответствует пунктам 7, 9 области исследования паспорта специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

**Практическая значимость** полученных в диссертации научных результатов определяется тем, что:

1. Разработанный метод реконfigurирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности позволяет контролировать состояние системы и повысить оперативность и эффективность управляющих действий по ее реконfigurации.

2. Разработанные параллельные алгоритмы (в рамках программно-алгоритмического комплекса реконfigurирования структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности) позволяют сформировать общий подход к разработке параллельных алгоритмов на предфрактальных графах для снижения вычислительной сложности решаемых системой мониторинга задач.

3. Предложенные классы полиномиальных задач на предфрактальных графах (основанные на теоретико-графовой модели и агрегированном топологическом индексе комплексной оценки состояния структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности) и алгоритмы их решения обеспечивают формирование шаблонов для выделения классов полиномиальных задач и алгоритмов на СДСС НПМ БР.

**Методология и методы исследования.** В диссертации Кочкарова Р.А. широко применяются методы анализа иерархий, теории нечетких множеств, теория и методы системного анализа, математического моделирования и оптимизации, математическая теория систем, теория принятия решений, теория графов, численные методы, теория управления, методы теории алгоритмов, параллельной арифметики, интервального исчисления, дискретной математики, теории оптимизации, исследования операций при решении частных научных задач, моделирование процесса реконfigurирования СДСС НПМ БР и анализ полученных экспериментальных данных. В работе сочетается использование как теоретических, так и экспериментальных методов исследования.

**Обоснованность** научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в работе, подтверждается корректным применением методов системного анализа при декомпозиции предмета исследования и постановке

научной проблемы; использованием метода анализа иерархий, теории нечетких множеств, теория и методы системного анализа, математического моделирования и оптимизации, математическая теория систем, теория принятия решений, теория графов, численные методы, теория управления, методы теории алгоритмов, параллельной арифметики, интервального исчисления, дискретной математики, теории оптимизации, исследования операций при решении частных научных задач.

Степень **достоверности** полученных результатов диссертации подтверждается:

– проведенными в достаточном объеме вычислительными экспериментами, практической реализацией и апробацией разработанной теоретико-графовой модели структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности, численных методов и комплекса программ;

– сравнительным анализом результатов моделирования с экспериментальными данными;

– публикацией основных результатов исследований в научной печати, их положительной апробацией на научных конференциях и практической апробацией основных положений в опытно-конструкторских работах.

**Апробация основных результатов**, полученных в диссертации, подтверждена актами реализации, в том числе в АО «НПП «Рубин», АО НПП «Автоматизированные системы связи», АО «Концерн «Созвездие», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», ООО «СОЭЗ», АО «НПП «Пульсар».

Основные результаты, полученные в диссертации, отражены в 41 научной публикации общим объемом 103,93 п.л. (авторский объем – 87,37 п.л.). В их числе 4 авторских монографии объемом 66,0 п.л., 24 статьи общим объемом 21,95 п.л. (авторский объем – 12,98 п.л.), опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России (1 статья – в издании К1, 4 статьи – в изданиях К2), 3 статьи общим объемом 2,98 п.л. (авторский объем – 0,9 п.л.), опубликованных в изданиях, включенных в цитатно-аналитическую базу RSCI, а также 5 статей объемом 8,24 п.л. (авторский объем – 5,45 п.л.), опубликованных в изданиях, включенных в международную цитатно-аналитическую базу Scopus (4 статьи – в изданиях Q2, 1 статья – в издании Q3).

В автореферате можно выделить следующие **недостатки**:

1) из автореферата не вполне ясно, почему для агрегированного топологического индекса выбрана аддитивная модель, а также отсутствует сравнение с другими моделями, например, мультипликативной или нелинейной;

2) из автореферата не вполне ясно, какие конкретно параллельные алгоритмы использовались в программно-алгоритмическом комплексе и какой степени распараллеливания удалось достичь;

3) из автореферата не вполне ясно, что в формуле (3) подразумевается под топологическим временем, и как оно соотносится с реальным.

Отмеченные недостатки не снижают уровня научной и практической значимости диссертационной работы.

Уровень изложенных в диссертационной работе результатов и их значимость соответствуют требованиям абзаца 2 п. 9, п. 10, п. 11, п. 13 и п. 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», введенным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), и пунктом 6 «Положения о присуждении ученых степеней лицам, использующим в своих работах сведения, составляющие государственную тайну», введенным в действие Постановлением Правительства РФ от 17.03.2015 г. № 235 (в действующей редакции), предъявленным к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор, Кочкаров Р.А., заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Отзыв составил:

Заместитель начальника научно-технического комплекса по науке ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», 344038, г. Ростов-на-Дону, Нансена улица, д. 130, +7 (989) 637-33-27 доктор технических наук, доцент

  
Строцев Андрей Анатольевич

25.02.2026

Подпись доктора технических наук, доцента Строцева А.А. заверяю

Учёный секретарь НТС ФГУП РНИИРС  
кандидат технических наук доцент

  
Емельянов Роман Валентинович