

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, выполненной на тему: «Модель и метод реконфигурирования 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»

Современные технологии связи и передачи данных позволяют формировать структурно-динамические сетевые системы (СДСС) непрерывного пространственного мониторинга большой размерности. Потребность в создании таких систем непрерывного мониторинга возникает в различных отраслях экономики России, к которым следует отнести сельское хозяйство, в особенности, с учетом современных возможностей проводимой цифровизации Агропромышленного комплекса и оснащения аграрных предприятий роботизированными и беспилотными системами.

Разнообразие форм и видов информационных средств (наблюдения) мониторинга, обеспечивающих слежение за окружающей обстановкой в пределах заданного пространства для предоставления данных центрам управления и принятия решений, приводит к появлению новых задач в области конструирования топологии и структуры связей в системе мониторинга, в частности задаче конфигурирования СДСС с оптимальными структурно-функциональными характеристиками. Под оптимальными структурно-функциональными характеристиками понимаются характеристики, позволяющие решать задачу мониторинга.

Отдельно следует отметить, что на этапе функционирования СДСС на систему могут оказывать влияние деструктивные воздействия естественного и искусственного происхождения. В этом случае необходимо применять меры сохранения работоспособности системы в заданных значениях параметров функционирования системы, в том числе с помощью процесса реконфигурирования системы – изменения ее структурно-функциональных свойств или характеристик.

При проектировании и исследовании функционирования подобных сложных систем, как правило, процессы информационного и сетевого

взаимодействия рассматриваются отдельно. Однако современные тенденции организации информационно-сетевого взаимодействия между элементами СДСС требуют единого рассмотрения с точки зрения ее работоспособности, т.е. передачи конкретной информации между элементами с учетом организации коммуникационной гетерогенной сети посредством ее элементов (подвижных сенсоров и приемно-передающих устройств). При этом существенными характеристиками передачи информации является ее полнота (объем), достоверность (доля искажения) и своевременность (скорость доведения), которые в свою очередь зависят от множества внешних и внутренних факторов: большое количество слабо формализуемых и зачастую противоречивых целей функционирования, определяемых предметной областью системы, с одновременной их изменчивостью (ситуативностью) во времени; конфликтный и многоаспектный характер функционирования при значительном влиянии человеческого фактора; преимущественно понятийный и противоречивый характер исходных описаний условий функционирования и возможных ограничений.

Таким образом, актуальной задачей является поиск рациональной конфигурации СДСС, гибкое распределение ее ресурсов, предусматривающее выбор способа применения, объем и интенсивность использования элементов системы и многих других параметров, максимизирующих эффективность ее работы.

Целью работы является повышение оперативности принятия решений о реконфигурировании СДСС непрерывного пространственного мониторинга большой размерности с сохранением её структурно-функциональных параметров в условиях деструктивных воздействий.

С учетом поставленной цели, **научная проблема** заключается 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 новым **научным результатам**, полученным в диссертации и обладающим **научной новизной**, относятся следующие.

1. Теоретико-графовая модель структурно-динамической СДСС непрерывного пространственного мониторинга большой размерности, отличающаяся от известных моделей информационного взаимодействия тем, что по результатам формализации деструктивных воздействий на процесс непрерывного пространственного мониторинга большой размерности с применением многовзвешенного предфрактального динамического графа сформирована сложная иерархическая и самоподобная структура системы, определена зависимость структурных параметров и количественных

параметров системы от стохастических изменений деструктивных воздействий различных комбинаций и последовательностей, позволяющая установить зависимости основных параметров системы при условии влияния деструктивных воздействий различной природы для оперативных реконфигураций всей структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности.

2. Новый комплексный показатель оценки состояния СДСС непрерывного пространственного мониторинга большой размерности – агрегированный топологический индекс, отличающийся от известных тем, что в формализованном виде учитывает влияние деструктивных воздействий на систему посредством объединения структурно-топологических характеристик, что позволяет оценивать текущее состояние системы и принимать решения об оперативном ее реконфигурировании для обеспечения структурно-функциональной устойчивости.

3. Метод реконфигурирования СДСС непрерывного пространственного мониторинга большой размерности, отличающийся от известных построением начального графа конфигурации в соответствии с заданными требованиями и применением теоретико-графовой модели, учитывающей иерархические уровни на предфрактальных графах, а также механизм порождения последовательности конфигураций, что позволяет сохранять структурно-функциональные характеристики структурно-динамической сетевой системы непрерывного пространственного мониторинга большой размерности в соответствии с агрегированным топологическим индексом на заданном уровне при изменении ее состава и структуры.

4. Программно-алгоритмический комплекс реконфигурирования СДСС непрерывного пространственного мониторинга большой размерности при возникновении аномальных вычислительных сложностей, отличающийся от известных тем, что состав блоков реконфигурирования и оптимизации дополнен алгоритмами выделения остова минимального веса, размещения кратных центра и медианы на интервально-взвешенном графе по результатам определения вершины графа конфигурации с наименьшим передаточным числом, при этом оптимизация графа конфигурации при возникновении аномальных вычислительных сложностей производится по результатам оценки ускорения алгоритмов с учетом появления недетерминированных значений весов графа конфигурации, что позволяет сократить время реконфигурирования в диапазоне от 10 до 20% в условиях деструктивных воздействий при аномальной вычислительной сложности.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в дальнейшем развитии методов оптимизации и реконфигурации структурно-динамических сетевых системы 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 расширение применения параллельных алгоритмов на графах (пункты 6, 7, 10 области исследования паспорта специальности 1.2.2).

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанный метод реконfigurирования позволяет контролировать состояние системы в соответствии с заданным диапазоном агрегированного топологического индекса в условиях дестабилизирующих воздействий и повысить оперативность за счет сокращения времени реконfigurирования в диапазоне от 10 до 20%

Результаты исследования использованы в практической деятельности большого числа ведущих организаций в рамках выполнения НИОКР по созданию сложных информационно-управляющих систем, в том числе: АО «НПП «Рубин», АО НПП «Автоматизированные системы связи», АО «Концерн «Созвездие», ООО «СОЭЗ», АО «НПП «Пульсар»

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования выступают модели, методы и алгоритмы, которые изложены в трудах отечественных и зарубежных ученых, связанных с развитием методов оптимизации и реконfigurирования структурно-динамических сетевых систем, оценки их характеристик.

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;

Достоверность научных результатов и выводов подтверждается публикацией основных результатов исследований в научной периодической печати, их положительной апробацией на научных конференциях и практической апробацией основных положений в проектировании и разработке сложных многоэлементных систем.

В качестве **замечаний** к автореферату можно выделить следующие:

1) Представленную на рисунке 4 схему метода реконfigurирования СДСС НПП БР целесообразнее было бы показать в виде циклограммы для

оценки временных ограничений на оптимизацию системы на конкретном примере воздействия деструктивных факторов.

2) В автореферате не достаточно детально отражена оценка вычислительной сложности предложенного метода реконфигурации. Для оценки технической реализуемости предложенного метода было бы корректно выполнить оценку вычислительной сложности на примере гетерогенной сети передачи данных с учетом оценки временных задержек и рисков потери управляемости и функциональности сети.

Вышеприведенные замечания не снижают научной и практической значимости представленной работы.

Выводы:

Диссертационное исследование Кочкарова Расула Ахматовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная проблема, имеющая важное практическое значение для повышения оперативности принятия решений о реконфигурировании СДСС НПМ БР с сохранением её структурно-функциональных параметров в условиях деструктивных воздействий. Работа соответствует всем критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней». Автор диссертации, Кочкаров Расул Ахматович, заслуживает присуждения ученой степени **доктора технических наук** по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

Заведующий отделом ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5,
+7 (916) 345-24-12, gashn-smirnov@yandex.ru

Член-корреспондент РАН (Секция механизации, электрификации и автоматизации Отделение сельскохозяйственных наук РАН),
доктор технических наук (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства), доцент

25.02.2026

 Смирнов Игорь Геннадьевич

Подпись д.техн.н, доцента Смирнова И.Г. заверяю:
Ученый секретарь, канд.техн. наук

 А.В. Ешин