

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 2

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.578.21.0138

Тема: «Исследование и разработка технологии управления интенсивностью потоков данных в беспроводной самоорганизующейся сети специального назначения на основе гибридного нейро-нечеткого подхода, реализованного на сетевом и транспортном уровнях операционной системы»

Приоритетное направление: Информационно-телекоммуникационные системы (ИТ)

Критическая технология: Технологии информационных, управляющих, навигационных систем

Период выполнения: 28.10.2015 - 31.12.2017

Плановое финансирование проекта: 37.79 млн. руб.

Бюджетные средства 17.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 20.79 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью «СКБ Информационные технологии»

Ключевые слова: Беспроводная самоорганизующаяся сеть специального назначения, потоки данных, интенсивность, отправка данных, повторные передачи, отбрасывание пакетов, нейро-нечеткая система, операционная система, оперативность доставки данных, чрезвычайные ситуации

### 1. Цель проекта

Задача проекта заключается в разработке моделей, алгоритмов и экспериментального образца программного обеспечения для реализации нейро-нечеткого управления интенсивностью потоков данных в беспроводной самоорганизующейся сети специального назначения.

Цель проекта: исследование и разработка научно-технических решений для повышения оперативности доставки данных в беспроводной самоорганизующейся сети специального назначения (БСССН) и ее производительности на основе разработки и реализации новых методов управления интенсивностью потоков данных, базирующихся на применении нейро-нечетких систем.

### 2. Основные результаты проекта

Получены следующие основные результаты:

- 1 Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИЭР.
- 2 Проведено исследование современных подходов и методов повышения производительности телекоммуникационных сетей.
- 3 Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96.
- 4 Выполнены обоснование и выбор направлений исследований и разработка принципов управления интенсивностью потоков данных в БСССН на основе применения нейро-нечетких систем.
- 5 Разработана математическая модель передачи информационных потоков в БСССН.
- 6 Разработаны имитационные модели управления интенсивностью потоков данных на основе существующих алгоритмов.
- 7 Проведены аналитические исследования программно-аппаратной архитектуры средств управления интенсивностью потоков данных на транспортном и сетевом уровнях модели OSI.
- 8 Разработана функциональная модель управления интенсивностью потоков данных в БСССН.
- 9 Разработана методика синтеза нейро-нечетких систем управления интенсивностью потоков данных в БСССН;
- 10 Разработана математическая модель доставки сообщений в БСССН;
- 11 Разработан алгоритм нейро-нечеткого управления интенсивностью отправки данных узлом-источником БСССН;
- 12 Разработан алгоритм нейро-нечеткого управления интенсивностью повторной передачи данных узлом-источником БСССН;

- 13 Разработан алгоритм нейро-нечеткого управления интенсивностью отбрасывания данных транзитным узлом БСССН;
- 14 Выполнена реализация имитационных моделей управления интенсивностью потоков данных на основе существующих алгоритмов;
- 15 Проведена оценка эффективности существующих алгоритмов управления интенсивностью потоков данных на основе имитационного моделирования.

Полученные результаты позволяют:

- 1 Обосновать целесообразность разработки новых алгоритмов управления интенсивностью потоков данных в БСССН.
- 2 Модифицировать механизм управления интенсивностью отправки и повторной передачи данных на транспортном уровне и механизм управления интенсивностью отбрасывания данных на сетевом уровне операционной системы узлов БСССН.
- 3 Оценить эффективность передачи информации в БСССН при использовании алгоритмов управления интенсивностью потоков данных.
- 4 Обосновать применение нейро-нечетких систем для управления в БСССН интенсивностью отправки данных узлами-источниками, интенсивностью повторных передач и интенсивностью отбрасывания пакетов в транзитных узлах.
- 5 Осуществлять синтез нейро-нечетких систем для управления интенсивностью потоков данных в БСССН.
- 6 Оценить оперативность доставки данных в условиях динамичной сетевой топологии.
- 7 Оценить эффективность существующих алгоритмов управления потоков данных на основе имитационного моделирования.

Полученные результаты обладают следующими элементами научной новизны:

- 1 Разработана функциональная модель управления интенсивностью потоков данных в БСССН, которая отличается отражением взаимосвязей, учитывающих влияние различных процессов и факторов на величины, характеризующие эффективность отправки и повторной передачи данных узлами-источниками, а также эффективность отбрасывания данных транзитными узлами в исследуемой сети.
- 2 Получили дальнейшее развитие положения системного подхода к управлению интенсивностью потоков данных в условиях динамичной сетевой топологии, в рамках которых определены функции нейро-нечеткого управления интенсивностью потоков данных и представлены обобщенные модели соответствующих нейро-нечетких систем.
- 3 Предложена математическая модель передачи информационных потоков по каналам заданного контура, новизна которой заключается в учете влияния динамичности топологии сети на характеристики ее трафика.
- 4 Разработана математическая модель доставки сообщений в БСССН, новизна которой состоит в учете возможных разрывов виртуальных соединений, вызванных мобильностью узлов и внешними деструктивными факторами.
- 5 Разработан алгоритм управления интенсивностью отправки данных узлом-источником БСССН, который отличается применением нейро-нечеткой системы при выборе значений межпакетного интервала.
- 6 Разработан алгоритм управления интенсивностью повторной передачи данных узлом-источником БСССН, который, в отличие от известных, основан на применении нейро-нечеткой системы для прогнозирования длительности ожидания подтверждений.
- 7 Разработан алгоритм управления интенсивностью отбрасывания данных транзитным узлом БСССН, который отличается применением нейро-нечетких систем для прогнозирования объема поступивших и потерянных данных.

Полученные результаты соответствуют техническим требованиям пунктов 4.1.1 – 4.1.7 и 4.2.1 – 4.2.7 Технического задания на выполнение проекта.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

На 2 этапе подана заявка на регистрацию программы для ЭВМ "Нейро-нечеткая система выбора значений межпакетного интервала при отправке данных в беспроводной самоорганизующейся сети", № Z160208980, от 27.12.2016 г., РФ.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Результаты проекта ориентированы на создание программного обеспечения для построения БСССН с модифицированными протоколами управления интенсивностью потоков данных. Полученные результаты могут быть применены в следующих областях:

- 1 Беспроводные сети связи, используемые в процессе ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, вызванных стихийными бедствиями и авариями на радиационно-, химически-, пожаро- и взрывоопасных объектах.
- 2 Сенсорные сети мониторинга в районах местности, подверженных деструктивным воздействиям природного и техногенного характера.

Назначение применения полученных результатов:

- 1 Повышение оперативности доставки данных в БСССН.
- 2 Повышение производительности БСССН.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

- 1 Разработанный алгоритм нейро-нечеткого управления интенсивностью отправки данных узлом-источником БСССН обеспечивает снижение среднего времени передачи в БСССН потока данных заданного объема по сравнению с реализацией

алгоритмов отправки данных, применяемых в существующих сетях с фиксированной и случайной топологией.

2 Разработанный алгоритм нейро-нечеткого управления интенсивностью повторной передачи данных узлом-источником БСССН обеспечивает снижение отклонений тайм-аута повторной передачи от длительности ожидания подтверждений в БСССН по сравнению с реализацией алгоритмов повторных передач, применяемых в существующих сетях с фиксированной и случайной топологией.

3 Разработанный алгоритм нейро-нечеткого управления интенсивностью отбрасывания данных транзитным узлом БСССН обеспечивает снижение средней задержки пакетов в канальных очередях и уменьшение объема отброшенных данных в узлах БСССН по сравнению с реализацией алгоритмов активного управления очередями, применяемых в существующих сетях с фиксированной и случайной топологией.

## 6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

1 Результаты проекта могут быть использованы для проведения опытно-конструкторских работ, направленных на разработку опытного образца программного обеспечения для управления интенсивностью потоков данных в беспроводной самоорганизующейся сети специального назначения на основе гибридного нейро-нечеткого подхода, реализованного на сетевом и транспортном уровнях операционной системы.


2 Создание на основе разработанных программных решений мобильных устройств для построения построения БСССН. Потенциальными потребителями данной продукции могут являться специальные службы, строительные и подрядные организации, занимающиеся возведением технически сложных объектов. Возможный объем реализации устройств порядка десяти тысяч штук в год.

## 7. Наличие соисполнителей

Соисполнителей нет.

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет"

проректор по научной и инновационной  
деятельности  
*(должность)*

  
*(подпись)*

Константинов И.С.  
*(фамилия, имя, отчество)*

Руководитель работ по проекту  
профессор кафедры математического и  
программного обеспечения информационных  
систем  
*(должность)*



  
*(подпись)*

Корсунов Н.И.  
*(фамилия, имя, отчество)*