

Сведения о ходе выполнения этапа №2 (01.01.2017 г. — 31.12.2017 г.)

Сведения о ходе выполнения этапа №2 ПНИЭР на тему: «Разработка средств высокоскоростной обработки данных информационных сенсоров в системах ситуационного управления»

В ходе выполнения ПНИЭР по Соглашению о предоставлении субсидии от 03.10.2016г. №14.579.21.0135 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе №2 в период с 01.01.2017г. по 31.12.2017г. выполнялись следующие работы:

2.1) Разработка алгоритма совместной обработки данных однотипных и разнородных пространственно-распределенных информационных сенсоров для выявления и локализации аномалий и критических событий.

2.2) Разработка метода и алгоритмов анализа и краткосрочного прогнозирования данных, получаемых от информационных сенсоров.

2.3) Разработка метода и алгоритма предсказательного моделирования развития аварийных ситуаций.

2.4) Исследование технологий обработки данных от разнородных территориально-распределенных информационных сенсоров.

2.5) Выбор и обоснование технологических и архитектурных решений для разработки программных модулей, реализующих предложенные методы и алгоритмы обработки данных и предсказательного моделирования.

2.6) Разработка технологии высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров.

2.7) Оценка эффективности разработанной технологии высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров.

2.8) Исследование методов прогнозирования временных рядов, характеризующихся свойствами нестационарности и долговременной памяти.

2.9) Исследование вариантов построения системы сбора и параллельной обработки данных с использованием современных стеков технологий NoSQL и Array Databases.

2.10) Исследование методов интеграции потоков данных информационных сенсоров.

2.11) Исследование методов распараллеливания записи потоков данных информационных сенсоров.

2.12) Участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов ПНИЭР.

2.13) Проведение маркетинговых исследований с целью изучения перспектив коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИЭР.

2.14) Разработка технико-экономического обоснования разработки продукции.

2.15) Разработка плана маркетингового продвижения продукции.

2.16) Закупка оборудования и программного обеспечения для создания экспериментальной установки.

2.17) Исследование технологических и эксплуатационных характеристик телекоммуникационных и серверных инфраструктурных кластеров для организации высокоскоростного сбора и обработки данных.

2.18) Создание экспериментальной установки для проведения экспериментальных исследований экспериментального образца программного комплекса ситуационного управления (ЭО ПКСУ).

При выполнении работ этапа №2 ПНИЭР получены следующие научные и научно-технические результаты:

1) Разработан метод предварительного анализа первичных данных, реализованный посредством алгоритма совместной обработки данных однотипных и разнородных пространственно-распределенных информационных сенсоров методами исследования больших данных на

высокопроизводительной платформе распределенных вычислений.

Предложенный алгоритм направлен на решение следующих задач:

- выявление аномалий во временных рядах потоков сенсорных данных;
- локализация аномалий и корректировка аномальных значений во временных рядах потоков сенсорных данных;
- анализ временных рядов потоков сенсорных данных с целью выявления потенциально опасных и критических событий.

2) Разработан метод анализа и краткосрочного прогнозирования данных, который, в отличие от существующих, направлен на решение задач анализа временных рядов с учетом природы данных от информационных сенсоров и их взаимозависимостей для формирования прогнозных данных и предсказательного моделирования. Предложенный метод состоит из следующих шагов, причем каждый из шагов описывается соответствующим ему алгоритмом:

- анализ стационарности/нестационарности временного ряда;
- оценка максимального временного радиуса прогнозирования;
- прогнозирование временного ряда наблюдаемого процесса на заданный временной радиус;
- оценка средней ошибки прогнозирования.

3) Разработаны метод и алгоритм предсказательного моделирования развития аварийных ситуаций, направленные на решение основной задачи системы ситуационного управления (ССУ) – раннего выявления ЧС или событий, способных привести к ЧС. Предлагаемые метод и алгоритм базируются на разрабатываемых МЧС моделях ЧС и, в отличие от существующих, позволяют использовать прогнозные значения быстроизменяющихся показателей, полученных в результате высокоскоростного сбора данных от информационных сенсоров, совместно с геоинформационными технологиями для интерактивного предоставления полной картины возникновения и развития ЧС или ее последствий, отражающей возможные риски на разных временных интервалах.

4) Исследование технологий обработки данных от разнородных территориально-распределенных информационных сенсоров позволило разработать отказоустойчивую высокоскоростную параллельную систему цифровой обработки сигналов с реконфигурируемой структурой, реализующую алгоритм ускоренного пересчета ортогональных базисов сигналов информационных сенсоров и обладающую, по сравнению с существующими системами, на 50-55% большим коэффициентом запаса работоспособности при накоплении отказов в вычислительной системе цифровой обработки сигналов.

5) Для практической реализации разработанной технологии высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров осуществлен выбор и обоснование технологических и архитектурных решений для разработки программных модулей, реализующих предложенные методы и алгоритмы обработки данных и предсказательного моделирования. В результате проведения исследований разработана архитектура технологических компонент вычислительного кластера и сформированы требования к размещению программных составляющих вычислительного кластера. На основе полученных результатов разработан программный модуль высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров, который позволил осуществить проверку работоспособности предложенной технологии высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров.

6) Разработана технология высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров, которая, в отличие от существующих, позволяет создать участок сбора и обработки мониторинговых данных от информационных сенсоров посредством распределенной вычислительной среды больших данных и методов исследования больших данных и реализовать созданные в ходе проведения теоретических исследований методы и алгоритмы высокоскоростного сбора и

обработки потоковых данных от информационных сенсоров, а также методы и алгоритмы анализа данных и предсказательного моделирования развития аварийных ситуаций. Предложенная технология является основой для создания ЭО ПКСУ, который будет разработан на следующем этапе работ ПНИЭР.

7) Оценка эффективности разработанной технологии высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров выполнена путем сравнения производительности системы сбора и обработки мониторинговых данных на основе разработанного Программного модуля высокоскоростного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров и производительности существующей системы сбора и обработки мониторинговых данных «Ароганит СО». Оценка показала, что вычислительный кластер высокоскоростного сбора и обработки данных, использующий в своем составе маломощные вычислительные узлы, способен обрабатывать (в том числе выполнять математические преобразования) значительно больший объем данных, чем существующий сервер приложений, и имеет широкие возможности по дальнейшему масштабированию без необходимости внесения изменений в архитектуру ССУ.

8) В рамках исследования методов прогнозирования временных рядов, характеризующихся свойствами нестационарности и долговременной памяти, проведено исследование разработанного уточненного метода Брауна для краткосрочного прогнозирования данных с использованием научного оборудования Центра коллективного пользования Северо-Кавказского федерального университета на основе тестовых временных рядов данных от информационных сенсоров. В ходе исследования выполнена оценка точности прогнозирования коротких нестационарных персистентных временных рядов, зависимости точности от временного радиуса прогнозирования, а также проведено сравнение полученных показателей с классическим методом Брауна. Результаты проведения исследования позволили подтвердить

достоверность предложенных математических методов краткосрочного прогнозирования данных от информационных сенсоров.

9) Проведены исследования современных технологий NoSQL и Array Databases для построения высокоскоростной системы сбора и параллельной обработки данных, в результате которых разработан высокопроизводительный стек технологий распределенного хранения потоковых данных информационных сенсоров, включающий в себя распределенную файловую систему, распределенную СУБД и специализированную базу данных временных рядов. Предложенный стек технологий выступает основой создания высокопроизводительного хранилища больших потоковых данных от разнородных информационных сенсоров в ССУ.

10) В рамках исследования методов интеграции потоков данных информационных сенсоров проведены исследования производительности последовательных и параллельных архитектур проводных и беспроводных систем сбора и обработки потоковых данных, в результате которых разработаны система и алгоритм сбора персистентных временных рядов сенсорных данных на основе предложенного уточненного метода Брауна с использованием фрактальной размерности, позволяющие снижать частоту сеансов передачи и объемы передаваемых данных в сенсорных сетях на 30-45%.

11) В рамках решения задачи обеспечения равномерного распределения нагрузки на узлы вычислительного кластера ССУ при параллельной записи и обработке разнородных данных информационных сенсоров проведено исследование методов распараллеливания записи потоков данных информационных сенсоров, в результате которого разработан алгоритм расчета удельных весов для метода динамического распределения нагрузки Weighted Round Robin между узлами вычислительного кластера системы распределенных вычислений, который позволил снизить разброс в нагрузке на узлы вычислительного кластера при обработке разнородных данных от

информационных сенсоров с 15-20% до 2-3% и, таким образом, оптимизировать количество необходимых узлов в вычислительном кластере.

12) Проведены демонстрация и популяризация промежуточных результатов ПНИЭР в рамках международных и всероссийских научно-практических конференций, тезисы докладов опубликованы в материалах одной международной и двух всероссийских научно-практических конференций.

13) Совместно с Индустриальным партнером проведены маркетинговые исследования, которые показали, что существующие на рынке решения для создания ситуационных центров не имеют в своем составе инструментов для высокоскоростной потоковой обработки данных. Это делает продукты на основе платформы ПКСУ в продуктах Индустриального партнера – компании ООО «Система» – уникальным и перспективным направлением развития, что обосновывает целесообразность внедрения новой технологии обработки потоковых данных.

14) Совместно с Индустриальным партнером выполнено технико-экономическое обоснование разработки продукции, в рамках которого обоснована разработка продукции, а также показана актуальность и высокая востребованность решений в области высокоскоростного сбора, обработки данных и принятия ситуационных решений». Прогноз продаж программных комплексов и модулей ситуационного управления, полученных по результатам выполнения ПНИЭР, и сценарии их выхода на рынок показывают перспективность разрабатываемых решений.

15) Совместно с Индустриальным партнером разработан план продвижения продукции с использованием прямых продаж и распространения через партнерскую сеть компании ООО «Система». Разработанный план маркетинговых мероприятий охватывает промежуток времени с 01.01.2018 по 30.06.2019 и обеспечивает продвижение продукции путем представления образцов продукции на различных мероприятиях всероссийского и международного уровня.

16) Совместно с Индустриальным партнером осуществлена закупка оборудования и программного обеспечения для создания экспериментальной установки в соответствии с эскизно-конструкторской документацией.

17) Проведены исследования технологических и эксплуатационных характеристик телекоммуникационных и серверных инфраструктурных кластеров для организации высокоскоростного сбора и обработки данных, которые позволили сформировать требования к аппаратному обеспечению и разработать перечень рекомендуемого оборудования вычислительного кластера для организации высокоскоростного сбора и обработки данных для использования его в рамках созданной Экспериментальной установки для проведения экспериментальных исследований ЭО ПКСУ с учетом дальнейшего масштабирования ЭО ПКСУ.

18) Совместно с Индустриальным партнером создана Экспериментальная установка для проведения экспериментальных исследований ЭО ПКСУ, проектирование, разработка и исследование которого будут проводиться на следующем этапе работ ПНИЭР. Разработана эскизно-конструкторская документация на Экспериментальную установку, на основе которой произведена закупка и комплектование оборудования стенда Экспериментальной установки, его монтаж и пуско-наладка.

Задачи этапа №2 ПНИЭР выполнены в полном объеме.

Полученные научно-технические результаты будут использованы при выполнении следующего этапа ПНИЭР по следующим направлениям:

– результаты исследований и разработок в области совершенствования технологий высокоскоростного распределенного сбора и обработки потоковых данных от разнородных информационных сенсоров позволят разработать ЭО ПКСУ и входящие в его состав программные модули, реализующие отработку созданных средств высокоскоростной обработки данных от разнородных информационных сенсоров и экспериментальную проверку достижения заявленных численных характеристик сбора, обработки

и хранения данных, а также точности и горизонта прогноза предсказательного моделирования развития опасных ситуаций;

– результаты исследований и разработок в области совершенствования методов и алгоритмов анализа, прогнозирования и предсказательного моделирования аварийных ситуаций в ССУ позволят разработать программные модули ЭО ПКСУ, реализующие совместную обработку данных информационных сенсоров для выявления и локализации аномалий и критических событий, анализ и краткосрочное прогнозирования данных, предсказательное моделирование развития аварийных ситуаций и поддержку принятия ситуационных решений;

– экспериментальная установка для проведения экспериментальных исследований ЭО ПКСУ позволит осуществить проектирование, разработку и экспериментальное исследование ЭО ПКСУ и входящих в его состав программных модулей на предмет выполнения требований технического задания ПНИЭР.

Работы по Соглашению о предоставлении субсидии от 03.10.2016г. №14.579.21.0135 на этапе №2 Плана-графика исполнены надлежащем образом, в соответствии с Техническим заданием на выполнение ПНИЭР. Разработанная отчетная документация представлена согласно утвержденным Минобрнауки России «Методическим указаниям по оформлению отчётной документации».