

Резюме проекта, выполняемого/выполненного

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: 14.607.21.0030

Тема: «Разработка и создание измерительно-вычислительной системы для реализации технологии мезомасштабного мониторинга и прогнозирования состояния атмосферного пограничного слоя»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование

Критическая технология: Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

Период выполнения: 05.06.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 88.70 млн. руб.

Бюджетные средства 43.50 млн. руб.,

Внебюджетные средства 45.20 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук

Индустриальный партнер: Общество Ограниченной Ответственностью "Сибирский аналитический прибор"

Ключевые слова: технологии, автоматизированная измерительно-вычислительная система, мониторинг в реальном масштабе времени, атмосферный пограничный слой, метеорологические величины, воздушные загрязнения, прогнозирование, локальная территория

1. Цель проекта

- 1) Создание комплекса научно-технических решений в области разработки измерительно-вычислительной системы (ИВС), предназначенной для реализации технологии мезомасштабного мониторинга и прогнозирования состояния атмосферного пограничного слоя (АПС).
- 2) Получение новых научно-технических результатов в области оперативного мониторинга и прогнозирования основных метеорологических и экологических характеристик участка приземного слоя атмосферы над мезомасштабными объектами.

2. Основные результаты проекта

2.1 Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему метеорологического и экологического мониторинга атмосферы за период 1999-2013 гг., в том числе обзор научных информационных источников (статьи в ведущих зарубежных и российских научных журналах, монографии и патенты. В результате проведенных теоретических исследований предложен прототип технического решения (технические принципы) технологии инструментального мезомасштабного мониторинга и прогнозирования состояния АПС. Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96, которые подтверждают научную значимость и прикладную перспективность проведенных теоретических исследований. Результаты включены в состав Промежуточного отчета о ПНИ за 2014 г. (пп. 1.1-1.3 ПГ).

2.2 Проведена разработка испытательного комплекса (ИК), предназначенного для проведения лабораторных испытаний составных частей ЭО ИВС (ЭО ДУМК, ЭО ПЭМС-БПЛА, ЭО ПУМС-БПЛА, ЭО МОСГ/м). В состав ИК входят нестандартное оборудование, изготавливаемое в рамках выполнения ПНИ, покупное оборудование и эталонные измерительные средства. Разработан комплект эскизной технической документации на ИК – АМЯ2.779.001. Разработано и изготовлено нестандартное оборудование, входящее в состав ИК: Аэродинамическая труба (АТ) АМЯ 2303.01.000; Портативный комплект для контроля функционирования ультразвуковых термоанемометров (ПККУТ) АМЯ5.173.072; Газовый пост для калибровки и испытаний многокомпонентных газоанализаторов (МГП) DFG2.779.000. Изготовление оборудования подтверждено Актом изготовления ИК. Результаты включены в состав научно-технического отчета за ВБС за 2014 г. (пп. 1.4-1.6 ПГ).

2.3. Выполнена разработка методов определения ряда метеорологических экологических параметров АПС: а) типа стратификации и вертикальных профилей метеорологических характеристик; б) контактного определения вертикальных профилей метеорологических характеристик; в) контактного определения вертикальных профилей метеорологических и турбулентных характеристик; г) интегральных и структурных характеристик осадков (дождя, града); д) газовых загрязнений приземной атмосферы; е) содержания паров ртути в воздухе. Проведены дополнительные патентные исследования. Описания разработанных методов включены в состав Промежуточного отчета за 2-й этап (пп. 2.1-2.6 ПГ).

2.4 Проведена разработка, изготовление и лабораторные испытания экспериментальных образцов (ЭО) оптического измерителя осадков (ОПТИОС) (2 шт.) (пп. 2.7-2.10 ПГ): а) разработан комплект эскизной конструкторской документации на ЭО ОПТИОС – АМЯ2.839.000; б) изготовлено 2 экземпляра ЭО ОПТИОС (Акт изготовления зав. №№ 15.001, 15.002); в) разработаны программа и методика лабораторных испытаний ЭО ОПТИОС – АМЯ2.839.000 ПМ; г) проведены лабораторные испытания двух ЭО ОПТИОС. Результаты испытаний отражены в Протоколах №№ 001-01...001-08 и 002-01...002-08 и Акте лабораторных испытаний ЭО ОПТИОС (зав. №№ 15.001 и 15.002), которые подтверждают выполнение требований ТЗ (пп. 2.7-2.10 ПГ).

2.5. Проведена разработка, изготовление и лабораторные испытания ЭО мобильного оптического ртутного газоанализатора (РГА/м) (пп. 2.11-2.14 ПГ): а) разработана эскизная конструкторская документация на ЭО РГА/м – АМЯ2.770.015; б) изготовлен ЭО РГА/м (Акт изготовления ЭО РГА/м зав. № 15.001); в) разработана Программа и методика лабораторных испытаний ЭО РГА/м АМЯ2.770.015 ПМ; г) проведены лабораторные испытания ЭО РГА/м зав. № 15.001. Результаты испытаний отражены в Протоколе и Акте лабораторных испытаний ЭО РГА/м (зав. № 15.001), которые подтверждают выполнение требований ТЗ (пп. 2.11-2.14 ПГ).

Описание разработки технической эскизной документации, изготовления и лабораторных испытаний ЭО ОПТИОС и ЭО РГА/м включены в состав Промежуточного отчета за 2-й этап.

1) Разработка каждого из перечисленных в п.2.3 методов включала: описание сущности метода, физические основы и математический формализм метода, основные погрешности метода и возможные способы их уменьшения, возможности технической реализации метода в ЭО составной части ИВС, способы проверки метода в ЭО, оценку возможности достижения требований ТЗ при реализации метода. Тип стратификации АПС определяется на использовании результатов многоуровневых ультразвуковых измерений метеорологических и турбулентных характеристик атмосферы на высотах 2, 10 и 30 м. Контактное определение вертикальных профилей метеорологических характеристик реализуется с помощью портативной электронной метеостанции, устанавливаемой на гексакоптере, а вертикальных профилей метеорологических и турбулентных характеристик – с помощью ультразвуковой метеостанции, установленной на аэростате. Интегральные и структурные характеристик осадков определяются оптическим осадкомером, реализующим теневой метод. Газовые загрязнения предполагается определять с помощью газоанализаторов, основанных на методах дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии и спонтанного комбинационного рассеяния. Содержание паров ртути в воздухе определяется газоанализатором, использующим поперечный эффект Зеемана в капиллярной лампе с естественным изотопным составом ртути.

2) Полученные результаты обладают научной новизной, что подтверждено публикацией в журналах, поданными заявками на патентование и докладами на конференциях и симпозиумах, участием с экспонатами на международных выставках.

B Proceedings of SPIE, 2014, Vol. 9292, USA (база данных Web of Science) опубликовано:

· Geiko P.P., Smimov S.S., Samokhvalov I.V. Detection of atmospheric trace gas species by DOAS gas-analyzer. Proc. SPIE, 2014. Vol. 9292, 929230. doi: 10.1117/12.2075125.

· Geiko P.P., Smimov S.S. Remote sensing of chemical warfare agent by CO₂-lidar. Proc. SPIE, 2014. Vol. 9292, 92922Z. doi: 10.1117/12.2075110.

· Bogushevich A.Ya., Korolkov V.A., Tikhomirov A.A. Correlation features for rows averaged values of meteorological parameters obtained from measurements in regional network of the automated ultrasonic weather stations. Proc. SPIE, 2014 Vol. 9292, 92924O. doi: 10.1117/12.2075378.

В Журнале прикладной спектроскопии, 2015, Т. 82, № 1, с. 124-128, Республика Беларусь (английская версия: Journal of Applied Spectroscopy, 2015. V. 82. No. 1. P. 120-124. DOI 10.1007/s10812-015-0073-4. База данных Scopus) опубликована статья:

· Петров Д.В., Матросов И.И., Тихомиров А.А. Высокочувствительный СКР-спектрометр газовых сред (High-sensitivity spontaneous Raman spectrometer for gaseous media).

Доклады на Международных и Всероссийских конференциях и симпозиумах:

а) XX Международный симпозиум Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы. 23-27 июня 2014 г., г. Новосибирск (3 доклада: возможности определения газовых загрязнений газоанализатором на основе метода ДОАС; возможности лидарного газоанализа атмосферных загрязнителей; корреляционные свойства рядов метеовеличин по данным измерений на сети постов ультразвуковых АМС).

б) XXII Международная научная конференция "Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и на транспорте – 2014". 8-12 сентября 2014 г., г. Новороссийск (2 доклада: возможности увеличения чувствительности газоанализатора на основе метода СКР; вопросы повышения точности измерения размеров дождевых капель оптическим осадкомером).

в) Всероссийская акустическая конференция. 6-9 октября 2014 г., г. Москва (1 доклад: источники погрешностей измерения метеорологических величин ультразвуковой АМС и пути их минимизации).

г) Лазеры на парах металлов (ЛПМ-2014). 22-26 сентября 2014 г., Лоо, Краснодарский край (1 доклад – особенности работы ртутной лампы с естественным составом ртути в ртутном газоанализаторе).

д) XXI Международный симпозиум Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы. 22-26 июня 2015 г., г. Томск (6 докладов: результаты трассовых измерений атмосферных загрязнений методом ДОАС; возможности использования СКР-газоанализатора для контроля газовых загрязнений атмосферы; переносной анализатор паров ртути на основе лампы с естественным изотопным составом; особенности измерения оптическим осадкомером частиц града; методология мониторинга температурно-ветровой стратификации в АПС на основе многоуровневых измерений ультразвуковыми АМС; пилотный проект ИВС для мезомасштабного мониторинга АПС).

е) Международный военно-технический форум "АРМИЯ-2015" 16-19 июня 2015 г., г. Кубинка, Московской обл. Круглый стол "Арктика. Человек и стихия. Гидрометеорологические аспекты деятельности в Арктическом регионе" Доклад "Автономный автоматический метеорологический комплекс для Арктики". Корольков В.А., зам.дир. по НР ИМКЭС СО РАН. Участие в дискуссиях Круглых столов: "Гидрометеорологические измерения. Требования к технике и технологиям", "Космос и гидрометеорология. Мифы, реальность и перспективы".

Выставки:

а) Международная выставка METEOREX-2014 (Россия, г. Санкт-Петербург, 7-9 июля 2014 г.) представлены: метеокомплекс АМК-03 и макет оптического осадкомера (натурные образцы).

б) 6-я Международная промышленная выставка EXPO-RRUSSIA KAZAKHSTAN (Алматы, Республика Казахстан, 10-12 июня 2015 г.) на стенде СО РАН представлены: планшеты по использованию метеокомплекса АМК-03 и оптического осадкомера метеорологических исследованиях АПС и макет (1:42) прототипа мобильного измерительного комплекса (МИК) на а/м "Соболь".

в) Международный военно-технический форум "АРМИЯ-2015" (Россия, г. Кубинка Московской обл., 16-19 июня 2015 г.) на объединенном стенде Сибирского отделения РАН (СО РАН) ИМКЭС СО РАН представил 5 натуральных экспонатов (прототип МИК на а/м "Соболь"; прототип ЭО ОПТИОС, прототип ПЭМС на БПЛА (гексакоптер); переносной метеокомплекс АМК-03П; портативный комплекс для контроля ультразвуковых термоанемометров - ПККУТ).

3) При разработке методов определения метеорологических и экологических характеристик АПС показано, что разработанные методы при реализации в разрабатываемых ЭО составных частей ИВС обеспечат выполнение требований ТЗ. Соответствие разработанных, изготовленных и испытанных ЭО ОПТИОС (2 шт.) и ЭО РГА/м (1 шт.) требованиям ТЗ подтверждено Протоколами и Актами лабораторных испытаний этих образцов.

4) Результаты, полученные при разработке методов и экспериментальных образцов, показывают, что они соответствуют мировому уровню.

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

Изобретение, заявка № 2014134598 от 28.08.2014 "Способ поверки ультразвуковых анемометров и портативные устройства для его осуществления", РФ.

Изобретение, заявка № 2014146864 от 20.11.2014 "Светосильный КР-газоанализатор", РФ.

Полезная модель, заявка № 2015120971 от 02.06.2015 "КР-газоанализатор с улучшенной системой сбора рассеянного излучения", РФ.

4. Назначение и область применения результатов проекта

- 1) Региональные департаменты природных ресурсов и охраны окружающей среды для использования измерительно-вычислительной системы при проведении непрерывного мониторинга состояния АПС. Крупные промышленные, транспортные и прочие объекты хозяйственной инфраструктуры, функционирование которых имеет зависимость от метеорологической и экологической ситуации. Структуры МЧС для прогнозирования развития газовых загрязнений атмосферы и окружающей среды. Различные рода и виды вооруженных сил, нуждающиеся в метеорологическом освещении театра военных действий (поля боя).
- 2) Разработанные на этапе 2 методы определения метеорологических и экологических характеристик АПС используются и будут использованы в разрабатываемых на 2-м и последующих этапах ПНИ в ЭО составных частей ИВС.
- 3) Разработанные методы, реализуемые в создаваемом ЭО ИВС, должны способствовать совершенствованию технологий мезомасштабного мониторинга и прогнозирования состояния АПС.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Обеспечение развития материально-технической и информационной инфраструктуры в области метеорологического и экологического мониторинга для уменьшения отрицательного техногенного воздействия на окружающую среду и повышения качества жизни населения.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

- 1) Коммерциализация проекта осуществляется с помощью Индустриального партнера, который будет выполнять ОКР по теме "Разработка измерительно-вычислительной системы для реализации технологии мезомасштабного мониторинга и прогнозирования состояния АПС".
- 2) Предполагается мелкосерийный выпуск как самой измерительно-вычислительной системы, так и ее отдельных составных частей, которые могут являться автономными измерителями ряда параметров АПС (различные модификации ультразвуковых автоматических метеостанций, многокомпонентные газоанализаторы для измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, анализаторы концентрации паров ртути в атмосферном воздухе).

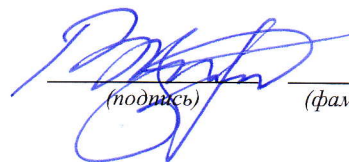
7. Наличие соисполнителей

Соисполнитель ООО "УМИУМ" привлекался к выполнению работ в 2014 и 2015 гг.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук

директор института

(должность)



Крутиков В.А.

(подпись)

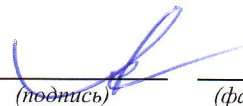
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

заведующий лабораторией

(должность)

М.П.



Тихомиров А.А.

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

