

Резюме проекта, выполненного

в рамках ФЦП

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

по этапу № 5/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.607.21.0055

Тема: «Разработка методов и создание экспериментального образца комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

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

Период выполнения: 26.08.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 91.25 млн. руб.

Бюджетные средства 72.50 млн. руб.,

Внебюджетные средства 18.75 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук"

Индустриальный партнер: Закрытое акционерное общество "Научно-производственная организация "Информационные системы и наукоемкие технологии "

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Медуза"

Ключевые слова: Многочастотная радиолокация поверхности водоемов, ветровое волнение, мониторинг процессов в океане и приповерхностных слоях атмосферы.

1. Цель проекта

- 1) Реализованный проект направлен на решение проблемы мониторинга (дистанционного зондирования) океана и внутренних водоемов и, в частности, отсутствия эффективных методов мониторинга, позволяющих с высокой достоверностью идентифицировать различные приповерхностные процессы, проявляющиеся в вариациях характеристик ветровых волн.
- 2) Реализованный проект направлен на создание нового эффективного метода всепогодной многочастотной радиолокации в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитных волн для исследования характеристик ветровых волн, и реализованного в экспериментальном образце комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов; исследование работоспособности и эффективности разработанного метода в ходе натурных испытаний экспериментального образца; разработку технических требований для проведения последующих опытно-конструкторских работ в рамках проблемы дистанционного зондирования водной поверхности. Полученные в ходе выполнения проекта результаты играют важную роль в проблеме дистанционного мониторинга океана и относятся к ее части, посвященной методам радиолокационной диагностики процессов в приповерхностных слоях океана и внутренних водоемов. В результате работ по проекту, с учетом предыдущих достижений мировых экспериментальных и теоретических исследований по воздействию процессов в океане на изменчивость мелкомасштабных ветровых волн и их отображению в характеристиках радиолокационных сигналов, разработаны новые методы многочастотной поляризационной радиолокации и создан уникальный экспериментальный образец комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов (ЭО КМРЛ для МО и ВВ), что явилось существенным продвижением в решении проблемы мониторинга океана.

2. Основные результаты проекта

В ходе выполнения проекта получены следующие основные результаты:

- 1) принципы многочастотной радиолокации для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов;
- 2) технические принципы построения КМРЛ для МО и ВВ;
- 3) алгоритм восстановления спектральных интенсивностей мелкомасштабных ветровых волн с использованием КМРЛ для

МО и ВВ;

- 4) алгоритм обнаружения внутренних волн и течений, штилевых зон, пленок ПАВ на поверхности океана с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
- 5) алгоритм оценки характеристик длинных ветровых волн с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
- 6) экспериментальный образец (ЭО) КМРЛ для МО и ВВ;
- 7) алгоритм оценки характеристик внутренних волн с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
- 8) алгоритм оценки физических характеристик (упругости) пленок поверхностно-активных веществ (ПАВ) на поверхности океана в рамках существующей физической модели тонких нерастворимых пленок с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
- 9) алгоритм оценки вариаций скорости ветра в штилевых зонах с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
- 10) метод всепогодной многочастотной радиолокации в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитных волн для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов;
- 11) технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера - организации реального сектора экономики;
- 12) сформулированные технические требования в виде проекта технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов».

Принципы многочастотной радиолокации включают использование нескольких диапазонов излучения радиоволн, работу на двух соосных поляризациях для выделения поляризованной и неполяризованной компонент удельного эффективного поперечника рассеяния (УЭПР), когерентный режим для определения скорости рассеивателей радиоволн, что дает возможность однозначного распознавания приповерхностных процессов и оценки их характеристик. ЭО КМРЛ для МО и ВВ состоит из четырех модулей (блоков синтезаторов, передатчика, приемника, цифровой обработки сигналов) и одной широкополосной антенны для всех диапазонов частот и использует при работе метод когерентно-импульсной локации на частотах вблизи 3, 6 и 10 ГГц и на двух поляризациях. Алгоритм восстановления спектральных интенсивностей мелкомасштабных ветровых волн основан на получении интенсивностей брэгговских компонент как разницы УЭПР на двух поляризациях. Алгоритм обнаружения внутренних волн и течений, штилевых зон, пленок ПАВ на поверхности океана включает три части: обнаружение внутренних волн основано на анализе корреляции между интенсивностью поляризованной и неполяризованной компонент УЭПР, со скоростями рассеивателей; обнаружение штилевых зон и пленок ПАВ предполагает сравнительный анализ вариаций поляризованной компоненты УЭПР на трех длинах волн; обнаружение течений основано на измерении скоростей рассеивателей в двух направлениях. Алгоритм оценки характеристик длинных ветровых волн (частоты, амплитуды) основан на определении доминирующей частоты и дисперсии вариаций скоростей брэгговских рассеивателей. Алгоритм оценки характеристик внутренних волн основан на анализе модуляции поляризованной компоненты УЭПР и позволяет определить направление распространения внутренних волн, оценить влияние пленочного механизма модуляции, для периодических волн оценить их частоту и фазовую скорость. Алгоритм оценки характеристик пленок ПАВ и алгоритм оценки вариаций скорости ветра в штилевых зонах основаны на сравнении измеренных и рассчитанных с использованием эмпирической модели локального баланса спектральных контрастов. Все развитые алгоритмы тесно взаимосвязаны. Предложенные в ходе выполнения работ решения задач ПНИ и направленные на разработку методов и средств радиолокационного зондирования водной поверхности, характеризуются высоким уровнем новизны, что, в частности, относится как к сформулированным принципам многочастотной радиолокации и техническим принципам построения КМРЛ для МО и ВВ, так и в полной мере к разработанным алгоритмам. Метод всепогодной многочастотной радиолокации в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитных волн для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов основан на том, что различные динамические процессы в толще и на поверхности океана по разному воздействуют на короткие ветровые волны различных диапазонов длин и степень воздействия также может быть различной. Технические требования и ТЗ на ОКР учитывают все достижения настоящей ПНИ, а также проработку возможных сценариев последующей коммерциализации результатов. Все полученные результаты полностью соответствуют требованиям ТЗ и ПГ, отвечают мировому уровню работ, ведущихся по проблеме радиолокационного зондирования океана и способствуют существенному повышению уровня технологического развития России.

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

изобретение заявка № 2015149331 от 18.11.2015 «Способ различения аномалий на водной поверхности средствами многочастотной СВЧ-радиолокации», РФ

изобретение заявка № 2016146730 от 29.11.2016 «Способ идентификации переменного морского течения по данным радиолокационных наблюдений», РФ

изобретение заявка № 2016146733 от 29.11.2016 «Способ дистанционного определения скорости морского течения», РФ

4. Назначение и область применения результатов проекта

Основная область применения методов многочастотной радиолокации - дистанционное зондирование водной поверхности, включая получение информации о процессах в приповерхностных слоях океана и внутренних водоемов. Перспективным способом использования результатов ПНИ является разработка комплексов многочастотной радиолокации различного базирования (включая аэрокосмические системы мониторинга). Использование новых многочастотных радиолокаторов повысит качество, объем и надежность информации о верхнем слое водоемов и ветровом волнении, достоверность прогнозирования состояния водоемов, включая их загрязнение, что снизит экологическую уязвимость морей и внутренних водоемов России. Разработка методов и создание экспериментального образца комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов позволит существенно повысить технологический потенциал России в области создания новых технических средств контроля и систем космического мониторинга состояния водоемов, в т.ч. морского шельфа. Возможными потребителями ожидаемых результатов являются: Гидрометеорологические службы Российской

Федерации, Министерство чрезвычайных ситуаций РФ, Научно-исследовательские учреждения геофизической направленности, Научно-исследовательские учреждения космической отрасли.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Разработка методов и создание экспериментального образца комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов позволило существенно повысить технологический потенциал РФ в области создания новых технических средств контроля и систем космического мониторинга состояния водоемов, в том числе, морского шельфа, а также улучшить общую экологическую обстановку в соседних малонаселенных прибрежных территориях и, как следствие, качество жизни населения РФ. Прибыль от внедрения разработанных технологий оценена путем сравнения с возможными потерями, если бы практические рекомендации не были внедрены (оценка возможного ущерба). Достижения проекта прямой стоимостной оценке не поддаются, но, по результатам проработанных сценариев коммерциализации, есть основания утверждать, что внедрение предлагаемых разработок поможет обеспечить экологическую безопасность городов и населенных пунктов, предупреждение негативных последствий для здоровья человека, а также значительно уменьшить материальные потери на ведение мониторинга. Внедрение предлагаемых разработок обеспечит возможность применения самых современных подходов для количественной оценки состояния природных и природно-техногенных объектов, параметров загрязнения водной поверхности различного происхождения. Реализация разработок, полученных в ходе выполнения проекта, сэкономит значительные средства при проведении наземных контактных исследований, кардинально расширит масштабы мониторинга и возможности по прогнозированию и интеграции информационных ресурсов, использующихся для оценки состояния водной среды на глобальном, региональном и локальном уровнях, а также снизит негативное воздействие промышленных и коммунальных стоков на прибрежные акватории и повысит качество жизни людей.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

1) Рассмотрены три возможных формы и, соответственно, три варианта сценария коммерциализации результатов проекта: в форме предоставления высокотехнологичных услуг или выполнения работ с использованием результатов проекта, в форме передачи прав интеллектуальной собственности по лицензионному договору и в форме организации производства конечной продукции, основанной на результатах проекта. Для улучшения прогноза финансового результата и более тщательного анализа выгод и рисков необходимо выполнение этапа опытно-конструкторских работ.

2) На основе полученных в данном проекте результатов интеллектуальной деятельности, в ходе проведения этапа ОКР, могут быть созданы новейшие аппаратно-программные комплексы многочастотной радиолокации для мониторинга водоемов, аналитическая и экспертно-консультационная продукция и прочие (сопутствующие) коммерческие продукты и услуги. Основным предполагаемым рынком сбыта продукции является рынок устройств дистанционного зондирования, емкость которого оценивается в 73,45 млрд. рублей. В результате проведенного анализа и выполненных расчетов, с учетом сделанных допущений и, принимая во внимание существующие ограничения, текущая рыночная стоимость результатов проекта, а именно комплекса результатов интеллектуальной деятельности и объектов интеллектуальной собственности, материальным носителем которых является экспериментальный образец комплекса многочастотной радиолокации, на момент написания итогового отчета по проекту оценивается в 230,5 миллионов рублей. Согласно полученным данным, объем продаж конечной продукции для достижения уровня прибыли лицензиара, соответствующего альтернативному безубыточному вложению, должен составлять от 369 до 555 штук в год. По оценке исполнителя, средняя потенциальная производительность компаний лицензиатов, составляет порядка 100 единиц конечной продукции в год. Это означает, что необходимо заключить от 4 до 6 лицензионных сделок. Такое количество оценивается исполнителем как весьма вероятное, при учете того, что поиск и привлечение потенциальных лицензиатов можно начать параллельно с выполнением этапа опытно-конструкторских работ. После тиражирования конечного продукта по предложенным сценариям, возможно развитие проекта в области геоинформационных услуг, в том числе с применением космических технологий. При оценке стоимости предоставления услуг от использования разработанных технологий необходимо учитывать рыночную стоимость регулярного предоставления и доведения до потребителя информационных продуктов, имеющих затратную часть не менее 2,0 – 3,5 млн. руб. в год при минимальном наборе информационных продуктов и зависит от количества видов продукции (при их полном наборе 3,5 – 4,2 млн. руб. в год). Учитывая это, минимальная стоимость услуг составит около 7 млн. руб. в год. С учетом запланированного объема продаж и примерной себестоимости продукции с учетом ее сопровождения и запланированного количества ее продаж (2-3 в год), окупаемость развития проекта наступит уже на 1-ой год после его окончания, а прибыль от реализации результатов проекта начнет поступать на 2 год. Прогноз развития рынка сбыта научно-технической и аналитической продукции на ближайшие 5 лет благоприятный, доля рынка в сегменте устройств дистанционного зондирования водной поверхности растет, что во многом связано с высоким уровнем финансирования космической отрасли.

7. Наличие соисполнителей

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга "АЭРОКОСМОС" (НИИ "АЭРОКОСМОС") ИНН 7701526919, контрагенты, выполнение СЧ ПНИ по теме проекта в 2014 - 2016 гг.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Федеральный исследовательский центр Институт прикладной
физики Российской академии наук"

директор
(должность)

(подпись)

Сергеев А.М.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

заведующий отделом
(должность)

(подпись)

Ермаков С.А.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.