

Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

Номер соглашения о предоставлении субсидии (государственного контракта)
14.607.21.0055

Название проекта

Разработка методов и создание экспериментального образца комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов

Тематическое направление

Рациональное природопользование

Исполнитель

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

Цели и задачи исследования

Целью проекта является исследование и разработка комплекса научно-технических решений, направленных на создание новых эффективных методов всепогодной многочастотной радиолокации в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитных волн для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов.

Актуальность и новизна исследования

В настоящее время дистанционное зондирование водной поверхности является важнейшим инструментом получения информации, необходимой для формирования прогнозов погоды и опасных явлений и экологического мониторинга. Радиолокаторы СВЧ-диапазона являются наиболее перспективным средством дистанционного, в том числе космического, мониторинга Мирового океана. Их отличает всепогодность, возможность круглосуточного использования, а при применении радиолокаторов с синтезированной апертурой и высокое пространственное разрешение. Основой для получения информации о состоянии водоемов является изменчивость характеристик мелкомасштабных ветровых волн под действием различных процессов в приповерхностном слое водоема и атмосферы. Наличие течений, внутренних волн, неоднородного поля ветра, пленок биогенной природы приводит к вариациям интенсивности мелкомасштабных ветровых волн см-дм-диапазона длин, которые являются наиболее чувствительными к указанным процессам и которые определяют рассеяние СВЧ-излучения при радиолокационном зондировании водной поверхности. При этом вариации характеристик волнения в разных диапазонах спектра длин волн существенно различаются для разных процессов, что позволяет идентифицировать последние. Проведенный патентный поиск не выявил технических решений того же назначения, обладающих высокой степенью релевантности. Можно утверждать, что разработанный метод многочастотной радиолокации в СВЧ-диапазоне для мониторинга океана и внутренних водоемов не известен из уровня техники, и, будучи осуществленным в том объеме, в каком заявлен в рамках выполнения проекта, обладает патентной чистотой и высокой степенью новизны.

Описание исследования

Работы по проекту включали взаимосвязанные теоретические и экспериментальные исследования, а также работы инженерно-технического характера, связанные с разработкой, изготовлением и испытаниями экспериментального образца комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов (ЭО КМРЛ для МО и ВВ).

В ходе выполнения исследования были выполнены следующие работы:

- 1) Аналитический обзор литературы и патентные исследования
- 2) Выбор и обоснование направлений исследований, методов и средств проведения исследований.
- 3) Анализ существующих математических моделей изменчивости ветровых волн в присутствии различных приповерхностных процессов, также моделей отображения этих вариаций в характеристиках радиолокационных сигналов.
- 4) Сбор и первичная обработка спутниковых изображений поверхности океана и анализ результатов спутниковых радиолокационных наблюдений океана и внутренних водоемов.
- 5) Разработка принципов многочастотной радиолокации для исследования характеристик ветровых волн и технических принципов построения КМРЛ.
- 6) Разработка макетов различных модулей ЭО КМРЛ для МО и ВВ и корпусов, их изготовление и испытание в лабораторных условиях.
- 7) Разработка методов контактных, оптических и акустических измерений характеристик ветровых волн и приповерхностного слоя для использования во время натурных (полевых) испытаний.
- 8) Выбор и обоснование диапазонов длин ветровых волн, наиболее информативных для мониторинга водоемов.
- 9) Выбор и обоснование технических характеристик КМРЛ для МО и ВВ.
- 10) Разработка алгоритмов обработки сигналов КМРЛ.
- 11) Разработка экспериментального образца программного обеспечения для ЭО КМРЛ для МО и ВВ.
- 12) Разработка, изготовление и испытание ЭО КМРЛ для МО и ВВ.
- 13) Подготовка заявок на патенты.
- 14) Участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию результатов проекта.
- 15) Обработка и анализ спутниковых изображений поверхности океана и внутренних водоемов для районов проведения натурных (полевых) испытаний ЭО КМРЛ для МО и ВВ и их сопоставление с результатами натурных (полевых) испытаний ЭО КМРЛ для МО и ВВ.
- 16) Разработка метода всепогодной многочастотной радиолокации в СВЧ-диапазоне электромагнитных волн для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов.

- 17) Обобщение и оценка полученных результатов.
- 18) Разработка технических требований и предложений по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера - организации реального сектора экономики.
- 19) Разработка проекта технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов».
- 20) Разработка рекомендаций по комплексному мониторингу приповерхностных процессов в океане и внутренних водоемах с применением многочастотных радиолокаторов.
- 21) Оценка рыночной стоимости изготовленного ЭО КМРЛ для МО и ВВ.
- 22) Подготовка предложений и рекомендаций по реализации (коммерциализации) результатов ПНИ, вовлечению их в хозяйственный оборот.
- 23) Проведение технико-экономической оценки рыночного потенциала полученных результатов.

Результаты исследования

В ходе реализации проекта были последовательно получены следующие научно-технические результаты:

- 1) Разработаны принципы многочастотной радиолокации для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов.
- 2) Разработаны технические принципы построения КМРЛ для МО и ВВ.
- 3) Разработаны и реализованы алгоритмы обработки данных:
 - а) алгоритм восстановления спектральных интенсивностей мелкомасштабных ветровых волн с использованием комплекса многочастотной радиолокации для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов (далее - КМРЛ для МО и ВВ);
 - б) алгоритм обнаружения внутренних волн и течений, штилевых зон, пленок поверхностно-активных веществ (далее - ПАВ) на поверхности океана с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
 - в) алгоритм оценки характеристик длинных ветровых волн с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
 - г) Алгоритм оценки характеристик внутренних волн с использованием КМРЛ для МО и ВВ;
 - д) 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;

е) алгоритм оценки вариаций скорости ветра в штилевых зонах с использованием КМРЛ для МО и ВВ.

4) Разработан, изготовлен и испытан в лабораторных и натурных условиях экспериментальный образец КМРЛ для МО и ВВ.

5) Разработан метод всепогодной многочастотной радиолокации в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитных волн для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов.

6) Выработаны технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации КМРЛ для МО и ВВ с учетом технологических возможностей и особенностей промышленных партнеров - организации реального сектора экономики.

7) Сформулированы технические требования в виде проекта технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов».

Конечным продуктом, созданным в результате выполнения исследования является комплекс научно-технических решений, включающий метод всепогодной многочастотной радиолокации в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитных волн для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов, реализацию метода в аппаратно-программном комплексе – экспериментальном образце комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов (ЭО КМРЛ для МО и ВВ) и технических требований к ЭО КМРЛ для МО и ВВ по дальнейшей разработке, в виде проекта технического задания на проведение ОКР по теме «Разработка комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов».

Практическая значимость исследования

Основная область практического применения многочастотной радиолокации - дистанционное получение информации о процессах в приповерхностных водоемах. Основой практического применения результатов исследования является разработка комплексов многочастотной радиолокации (КМРЛ) различного базирования. Использование новых КМРЛ повысит качество, объем и надежность информации о верхнем слое водоемов и ветровом волнении и достоверность прогнозирования, что снизит экологическую уязвимость водоемов РФ, в чем и заключается практическая значимость исследования. 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.

Возможными потребителями ожидаемых результатов являются:

Гидрометеослужбы РФ, МЧС РФ, НИИ геофизической направленности, НИИ космической отрасли.

Недостаточный уровень анализа особенностей проявления процессов, таких как внутренние и длинные поверхностные волны, штилевые зоны, пленки

поверхностно-активных веществ, в спектре поверхностного волнения океана негативно отражается на возможностях диагностики этих процессов, приводя в целом ряде случаев к серьезным ошибкам не только в определении характеристик процессов, но и в их идентификации. Это серьезно осложняет задачу мониторинга водоемов, приводя к искажению информации и высокой вероятности ложных тревог в случае, например, катастрофического развития опасных процессов в океане и внутренних водоемах, в частности, их загрязнений. Значимость рассматриваемой задачи состоит в преодолении технических, технологических и экологических ограничений при развитии методов дистанционного мониторинга океана, что играет важную роль для развития экономики. Увеличение возможностей диагностики океана и внутренних водоемов удовлетворит важные общественные потребности, в частности, в поддержании высокого уровня экологической безопасности водоемов.

Перспективные КМРЛ имеют значительные перспективы коммерциализации в плане реализации последующих ОКР, направленных на промышленное внедрение новых средств дистанционного зондирования.