

**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

Основное приоритетное направление: Рациональное природопользование

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

Руководитель проекта: Ермаков Станислав Александрович

Должность: заведующий отделом

E-mail: stas.ermakov@hydro.appl.sci-nnov.ru

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

Цель проекта

1 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. Создание экспериментального
образца комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океанов и
внутренних водоемов.

2 Получение значимых научных результатов в области разработки комплексов
многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних
водоемов.

Основные планируемые результаты проекта

1 Принципы многочастотной радиолокации для исследования характеристик
ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов.

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

3 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).

4 Экспериментальный образец КМРЛ для МО и ВВ.

5 Алгоритм обнаружения внутренних волн и течений, штилевых зон, пленок
поверхностно-активных веществ (далее - ПАВ) на поверхности океана с
использованием КМРЛ для МО и ВВ.

6 Алгоритм оценки характеристик длинных ветровых волн с использованием
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 Технические принципы построения КМРЛ для МО и ВВ.
- 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».

Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

Конечным продуктом, созданным в результате выполнения ПНИ будет 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 аппаратурно-программном комплексе (ЭО КМРЛ для МО и ВВ) и технических требований по дальнейшей разработке в виде проекта технического задания на проведение ОКР.

В настоящее время дистанционное зондирование водной поверхности является важнейшим инструментом оперативного получения информации, необходимой для формирования прогнозов погоды и опасных явлений, рационального природопользования и экологического мониторинга. Радиолокаторы сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона являются наиболее перспективным средством дистанционного, в том числе космического, мониторинга состояния океана и внутренних водоемов. 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 ветрового волнения, прежде всего 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, как правило, являются наиболее чувствительными к указанным процессам и которые определяют рассеяние СВЧ-излучения при радиолокационном зондировании водной поверхности. При этом, как показывает целый ряд работ, вариации характеристик волнения в разных диапазонах спектра длин волн существенно

различаются для разных процессов, что позволяет, в принципе, идентифицировать последние.

Проведенный патентный поиск не выявил технических решений того же назначения, обладающих высокой степенью релевантности.

Сопоставительный анализ существенных признаков разрабатываемых в рамках ПНИ технических решений с существенными признаками охраняемых объектов техники не проводился в виду отсутствия близких по технической сущности патентов. Можно утверждать, что предлагаемый к разработке способ 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 ПНИ, будет обладать и охраноспособностью, и патентной чистотой.

Назначение и область применения, эффекты от внедрения 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.

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 самой 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 и на их поверхности, в частности, появления 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 РФ. Увеличение возможностей диагностики океана и внутренних водоемов удовлетворит важные общественные потребности, в частности, в поддержании высокого уровня экологической безопасности водоемов. Разрабатываемые КМРЛ имеют значительные перспективы коммерциализации в плане реализации последующих ОКР, направленных на создание (промышленное внедрение) КМРЛ для нужд организаций различных ведомств (в том числе, МЧС, Росгидромет, Роскосмос).

Текущие результаты проекта

В ходе реализации ПНИ на этапах 1-3 в соответствии с ТЗ на ПНИ разработаны принципы многочастотной радиолокации для исследования характеристик ветровых волн и мониторинга океана и внутренних водоемов, разработаны технические принципы построения КМРЛ для МО и ВВ, разработаны алгоритмы: 1) восстановления спектральных интенсивностей мелкомасштабных ветровых волн с использованием КМРЛ для МО и ВВ; 2) обнаружения внутренних волн и течений, штилевых зон, пленок ПАВ на поверхности океана с использованием КМРЛ для МО и ВВ; 3) оценки характеристик длинных ветровых волн с использованием КМРЛ для МО и ВВ; 4) оценки характеристик внутренних волн с использованием КМРЛ для МО и ВВ; 5) оценки физических характеристик (упругости) пленок ПАВ на поверхности океана в рамках существующей физической модели тонких нерастворимых пленок с использованием КМРЛ для МО и ВВ; 6) оценки вариаций скорости ветра в штилевых зонах с использованием КМРЛ для МО и ВВ, разработан и изготовлен ЭО КМРЛ для МО и ВВ, разработан экспериментальный образец программного обеспечения ЭО ПО для МО и ВВ.