

## СТАНОВЛЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СПУТНИКОВОЙ ГИДРОФИЗИКИ. НЕКОТОРЫЕ СТРАНИЦЫ

*Н.П. Михайлов*

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

*В статье рассмотрены некоторые страницы становления отечественной спутниковой гидрофизики. Ее основу составляют материалы, опубликованные в периодической научно-технической печати, в средствах массовой информации, а также полученные автором в личных беседах с участниками событий.*

**Первые шаги.** Изучение явления рассеяния радиоволн морской поверхностью началось сразу после попыток использования радиолокационных систем (РЛС) для обнаружения кораблей и управления корабельными артиллерийскими системами (см., например, [1]). Оказалось, что решение этой задачи на море сопряжено со значительными проблемами. С одной стороны, сигналы, отраженные от кораблей флукутировали, а с другой стороны – само море создавало сигналы, очень похожие на сигналы от кораблей. Случались и парадоксы: визуально корабли наблюдались, а РЛС их не обнаруживали. Результаты первых исследований американских ученых частично обнародованы в 1951 г. в монографии Д.Е. Керра [2], вышедшей в 1954 г. и в переводе на русский язык [3].

В СССР также велись подобные работы. Одним из их участников был Институт радиофизики и электроники (ИРЭ) АН УССР, а руководил работами С.Я. Брауде. По мере накопления знаний пришло понимание того, что формируемый морской поверхностью радиолокационный (РЛ-) сигнал не только маскирует и искажает РЛ-образы кораблей, но и является уникальным источником информации о самой поверхности.

Обобщением взглядов ученых на проблему морской радиолокации именно с этой стороны стала книга [4], выпущенная в свет издательством Академии наук УССР. Собственно говоря, именно с этого момента и начинается история радиоокеанографии – нового для того времени направления науки, ставившего своей задачей научиться использовать формируемые морской поверхностью РЛ-сигналы для определения параметров как самой поверхности, так и атмосферы вблизи нее.

В 1968 г. в США была опубликована резонансная работа ученых ИРЭ АН УССР [5]. В ней сформулированы основные положения двухмасштабной радиофизической модели, объясняющей с единых позиций наблюдаемые закономерности и особенности рассеяния радиоволн морской поверхностью. Значение публикации было настолько велико, что Общество электрорадиоинженеров США отметило ее своим специальным дипломом (это в годы «холодной» войны!). В 1972 г. вышла в свет монография Ф.Г. Басса и И.М. Фукса [6], в которой изложены основы общей теории рассеяния радиоволн не только морской поверхностью, но и другими статистически шероховатыми поверхностями.

**Радиофизика и океанография.** Нельзя сказать, что появление двухмасштабной модели решило все проблемы, существующие в морской радиолокации. Модель – это, все-таки ... модель. Что-то она учитывает, что-то с ее помощью удается объяснить. Но вопросы все же остаются. Для 60-х – 70-х гг. (уже прошлого столетия) характерен не только поиск ответов на эти вопросы, но и разработка способов и технологий практического использования получаемых знаний в приложении к задачам радиоокеанографии. В эти годы сформировались «радиоокеанографические» научные коллективы и в СССР, и в США, и в других странах.

В ИРЭ АН УССР теоретическое направление разрабатывалось Ф.Г. Бассом, И.М. Фуксом и их учениками. Экспериментальное направление развивалось коллективами, возглавляемыми А.Д. Розенбергом, А.И. Калмыковым, В.Б. Разказовским и другими сотрудниками. (С.Я. Брауде к этому времени, чтобы не ограничивать инициативу учеников, переключился на решение задач радиоастрономии). Гидроакустическое направление развивалось в Научно-исследовательском институте метрологии Госстандарта СССР (ныне – Национальный научный центр «Институт метрологии»). Работы в области радиолокационной гляциологии проводились в Арктическом и Антарктическом научно-исследовательском институте (АНИИ) под руководством В.В. Богородского и в Рижском институте инженеров гражданской авиации (ныне – *TSI, Transporta un Sakaru Institūts*) под руководством М.И. Финкельштейна. Таганрогский радиотехнический институт (РТТИ) специализировался на изучении рассеяния радиоволн земными покровами (С.Г. Зубкович) и разрабатывал средства определения высот

морских волн с борта летательных аппаратов (А.А. Гарнакерьян). Проводились работы радиоокеанографической направленности и в Киевском высшем военном авиационном инженерном училище (А.А. Загородников). Институт радиотехники и электроники АН СССР (ИРЭ АН СССР) специализировался радиотеплолокации земной поверхности (Н.А. Арманд, Б.Г. Кутуза и др.). Радиоокеанографические работы выполнялись в Институте космических исследований АН СССР (В.С. Эткин), в Особом конструкторском бюро Московского энергетического института (А.Ф. Богомолов) и в других организациях.

Координировал работы, как говорится, на общественных началах, но достаточно успешно, Государственный океанографический институт (ГОИН) силами небольшой группы во главе с И.В. Киреевым. Им удавалось организовывать комплексные океанографические экспедиции, регулярно проводить конференции – «Всесоюзные совещания-семинары по неконтактным методам определения океанографических параметров». Примечательно, что в их работе принимали участие не только докладчики (как это часто происходит в последнее время), но и многочисленные слушатели, представлявшие морские и авиационные научно-исследовательские и проектные организации. А вот представители академической «морской науки» своим посещением совещания-семинары не баловали. Хотя, как говорится, «все, что ни делается, все к лучшему» – радиофизикам и гидроакустикам приходилось самостоятельно постигать премудрости морской науки и искать ответы на возникавшие вопросы. Это уже потом, к концу 70-х – началу 80-х годов, после принятия в 1977 г. на Правительственном уровне решения о создании в СССР эксплуатационной космической системы исследования природных ресурсов «Ресурс» и ее океанографической подсистемы «Океан», произошло сближение «радиофизиков» и «океанологов». Совещания-семинары «по неконтактным методам» плавно трансформировались в совещания-семинары по «дистанционному зондированию». Проводились они уже «под флагом» Морского гидрофизического института (МГИ) АН УССР, получившего к тому времени статус головной организации по проведению космических экспериментов в области спутниковой океанографии (гидрофизики).

**Спутниковая гидрофизика. Неслучайные случайности.** В 1968 г. был запущен космический аппарат (КА) «Космос-243», а в

1970 г. – КА «Космос-384», оснащенные радиометрическим комплексом дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [7]. Инициатором и научным руководителем этих работ стал ИРЭ АН СССР. Запуски *впервые* продемонстрировали возможность использования радиофизических систем для получения геофизической информации.

В 1971 г. запущен КА «Космос-426». КА, созданный в КБ «Южное», обеспечивал ретрансляцию океанографических данных с борта автономных буйковых станций (АБС) в центр обработки информации. Инициатор и научный руководитель эксперимента – МГИ АН УССР [8].

В 1972 г. на Каспийском море под эгидой ГОИН проводится комплексная океанографическая экспедиция. Это был один из многих случаев, когда радиофизические работы получили высокопрофессиональное океанографическое сопровождение. Один из участников – ИРЭ АН УССР. Подготовленная по результатам экспедиции сугубо «радиофизическая» статья направляется в редакцию журнала «Радиофизика», где получает блестящую рецензию, но... с рекомендацией опубликовать материал в журнале геофизического (!) направления. Если бы рецензент мог предположить, какую цепочку событий он запускает этой рецензией!

А произошло вот что. По рекомендации С.Я. Брауде, члена редколлегии журнала «Радиофизика», статья была направлена в США, где и была опубликована. Курировал ее выход в свет Р.К. Мур – один из руководителей космической программы США в области радиоокеанографии. В один из своих приездов в СССР он попросил организовать встречу с А.И. Калмыковым. И встреча состоялась, но не в Харькове, а в Москве. Кроме А.И. Калмыкова и Р.К. Мура в этой встрече участвовали (мир науки, да и не только науки, все-таки тесен) Б.А. Нелепо, ставший к тому времени директором МГИ АН УССР, и сотрудники ИРЭ АН СССР. По завершению встречи Б.А. Нелепо, отчетливо представлявший значение спутниковой гидрофизики в изучении океана, предложил А.И. Калмыкову подумать о возможных формах сотрудничества ИРЭ и МГИ АН УССР. При этом не исключался и вариант перевода или перехода А.И. Калмыкова и ведущих сотрудников его группы из ИРЭ в МГИ АН УССР.

В полной мере эти планы осуществить не удалось, однако тесное взаимодействие между «командами», ведущими работы в области

спутниковой океанографии в ИРЭ АН УССР (руководитель – А.И. Калмыков), в МГИ АН УССР (Б.А. Нелепо, Ю.В. Терехин), в ИРЭ АН СССР (Н.А. Арманд, Б.Г. Кутуза), в КБ «Южное» (В.М. Ковтуненко, Б.Е. Хмыров, В.И. Драновский, Ю.Д. Салтыков), завязалось и продолжалось в течение многих лет.

В эти годы МГИ стал обладателем одного из лучших в Крыму вычислительного центра, в ЭО МГИ был организован радиофизический полигон, появилась стационарная океанографическая платформа.

В СКТБ МГИ (директор – Г.В. Смирнов) появился сектор высокочастотной техники (зав. сектором – В.Г. Сивков), задачей которого стала разработка устройств спутниковых радиоокеанографических систем. Ведущим инженером разработок РЛ-аппаратуры ДЗЗ, работавшей на борту КА «Космос-1151», «Космос-1500» и других отечественных радиолокационных океанографических КА стал один из сотрудников «команды» А.И. Калмыкова – В.В. Пустовойтенко. Большой вклад в создание средств и методов спутниковой океанографии на начальных фазах работ внесли специалисты института Г.К. Коротаев, В.С. Суетин, А.Н. Большаков, М.В. Иванчик, инженеры и конструкторы СКТБ В.И. Ведищев, В.М. Люлько, М.И. Иваненко, С.В. Кулешов, А.П. Боковой и многие другие...

В 1977 г., как уже говорилось, было принято решение о создании в СССР эксплуатационной космической системы исследования природных ресурсов. Для сокращения сроков и снижения материальных затрат, связанных с ее созданием, было решено космический сегмент создавать на основе хорошо зарекомендовавших себя КА разработки КБ «Южное» [9], а при создании комплекса аппаратуры ДЗЗ – максимально использовать опыт ИРЭ АН СССР, МГИ АН УССР, ИРЭ АН УССР и других организаций и предприятий.

В 1979 г. был запущен первый отечественный океанографический КА «Космос-1076». Затем последовали «Космос-1151», «Космос-1500» – наш, радиолокационный (!), и др.

Не вдаваясь в дальнейшие подробности, отметим, что работы завершились принятием космической системы (КС) в опытную эксплуатацию, присуждением Государственной премии СССР в области науки и техники и награждением многих участников разработки орденами и медалями.

Результаты космических экспериментов и опытной эксплуатации КС «Океан» многократно освещались в периодической печати, обобщены в монографиях (см., например [10

– 12]) и стали основой для разработки элементов Национальной космической наблюдательной системы Украины «Січ».

## Литература

1. Сражение у мыса Матапан. [Электронный документ]. <http://www.battleships.spb.ru/1180/matapan.html> (Проверено 25.05.2008 г.).
2. D.E. Kerr. Propagation of Short Radio Waves. – 1951. – McGraw-Hill. – 728 p.
3. Д.Е. Керр. Распространение ультракоротких волн / Перевод с английского. Под ред. Шиллерова Б.А. – М.: Советское радио. – 1954 г. – 710 с.
4. Радиоокеанографические исследования морского волнения / под ред. Брауде С.Я. – Киев.: Изд. АН УССР. – 1962. – 116 с.
5. F.G. Bass, I.M. Fuks, A.I. Kalmykov et al. Very High Frequency Radiowave Scattering by a Disturbed Sea Surface, Parts I and II // IEEE Trans. Antennas and Propagat. – 1968. – vol. AP-16. – P. 554–559 and 560–568.
6. Ф.Г. Басс, И.М. Фукс. Рассеяние радиоволн на статистически неровной поверхности. – М.: Наука, 1972. – 424 с.
7. А.Е. Башаринов, С.Г. Гурвич, С.Т. Егоров. Радиоизлучение Земли как планеты. – М.: Наука. – 1974. – 187 с.
8. А.Г. Колесников, Б.А. Нелепо, В.М. Ковтуненко и др. Ретрансляция океанографической информации с автоматической буйковой станции при помощи ИСЗ «Космос-426» // Докл. АН СССР. – 1977. – 234, № 1. – С. 49–52.
9. Призваны временем. Том 2. Ракеты и космические аппараты. КБ «Южное» / Под общ. ред. Генерального конструктора, акад. НАН Украины С.Н. Конюхова. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2004. – 232 с. [Электронный документ] <http://epizodspace.testpilot.ru/bibl/kb-jujn/06.html>
10. Б.А. Нелепо, Ю.В. Терехин, В.К. Коснырев и др. Спутниковая гидрофизика. – М.: Наука. – 1983. – 253 с.
11. Б.А. Нелепо, Г.К. Коротаев, В.С. Суетин и др. Исследование океана из космоса. – Киев, Наукова думка. – 1985. – 168 с.
12. Радиолокация поверхности Земли из космоса. (Исследование морской поверхности, ледяного и ледового покровов с помощью спутниковой радиолокационной станции бокового обзора) / под ред. Л.М. Митника и С.В. Викторова. – Л.: Гидрометеиздат. – 1990. – 200 с.