

УДК 551.463.5; 535.36

DOI: 10.17223/00213411/64/7/171

А.А. ЛИСЕНКО, В.С. ШАМАНАЕВ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ИНДИКАТРИСЫ РАССЕЯНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА ГИДРООПТИЧЕСКОГО САМОЛЕТНОГО ЛИДАРА *

Методом Монте-Карло исследовано влияние индикатрисы рассеяния модельных типов морских вод по классификации Петцольда на характеристики сигналов самолетного лидара. Показано, что для чистой и прибрежной воды при решении уравнения лазерного зондирования применимо приближение однократного рассеяния. На основе анализа результатов, полученных в замкнутом численном эксперименте, предложен и обоснован метод определения коэффициента ослабления лидарных сигналов чистой и прибрежной морской водой в слое перемешивания. Полученные результаты могут быть использованы для расширения возможностей интерпретации лидарных сигналов, особенно в сложных и неоднозначных ситуациях.

Ключевые слова: лазерное зондирование водной толщи, самолетный лидар, коэффициент ослабления лазерного излучения, метод Монте-Карло.

Введение

В настоящее время гидрооптические самолетные лидары применяются для решения широкого круга задач батиметрии [1–4], поиска рыбных косяков [5–7], обнаружения нефтяных пленок на морской поверхности [8, 9] и оценки концентрации планктона в поверхностном слое океана [10, 11]. Самолетные лидары все более широко используются для получения глубинных профилей оптических характеристик морской воды, таких, как коэффициенты ослабления, обратного рассеяния и поглощения лазерного излучения [12–14]. Это позволяет анализировать слоистую структуру водной толщи, определять глубину подповерхностного слоя перемешивания и проводить классификацию по типу вод, что играет важную роль в изучении океана, климатологии, гидробиологии, и т.д.

Во многих экспериментах по зондированию водной толщи самолетными лидарами на сигналах из-под воды наблюдаются те или иные особенности: на заднем фронте возникают всплески, полочки или иные отклонения от монотонного спада. Как правило, интерпретация результатов зондирования в таких ситуациях сопряжена со значительными трудностями в силу известной неоднозначности обратных задач лазерного зондирования. В этом плане метод Монте-Карло позволяет создать некую расчетную базу данных [15, 16], которую можно использовать для сравнительного анализа с экспериментами.

При гидрооптическом лазерном зондировании с борта летательного аппарата (самолёт, вертолёт, беспилотник) сигнал лидара имеет составляющие от надводной атмосферы, френелевской границы раздела воздух–вода и собственно водной толщи. Наиболее полную информацию о характеристиках сигнала самолетного гидрооптического лидара можно получить из решения уравнения переноса излучения методом статистических испытаний (Монте-Карло), который позволяет в заданных граничных условиях получить численные оценки глубинных профилей мощности сигнала для реалистичных моделей системы атмосфера – море. Свет, распространяющийся в морской воде, ослабевает в результате рассеяния и поглощения. В данной работе с использованием разработанного метода [17] оценено влияние индикатрисы рассеяния морской воды на величину и форму сигналов самолетного лидара. На основе анализа результатов, полученных в замкнутом численном эксперименте, предложен и обоснован метод определения коэффициента ослабления лидарных сигналов чистой и прибрежной морской водой в слое перемешивания.

1. Методика расчета сигнала самолетного гидрооптического лидара

При лазерном зондировании поглощающих и рассеивающих сред в качестве носителя полезной информации, как правило, рассматривается мощность сигнала однократного рассеяния в на-

* Работа выполнена в рамках госзадания ИОА СО РАН.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>