УДК 535:621.391.268

А.В.Филиппова (6 курс, каф. КЭ), В.П.Каасик, к.ф.-м.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ПОДВОДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИИ

Для дистанционного определения объектов в сильно рассеивающих оптическое излучение средах (запыленная атмосфера, морская вода) особую роль имеют лазерные системы локации. Одним из наиболее успешных применений лазерной локации в воде является её использование для разведки косяков рыбы [1].

Вследствие особенностей водной среды в поверхностном (до 100 метров) слое океана и непостоянства её свойств во времени и пространстве задачи обнаружения и распознавания значительно затруднены. Несмотря на активное внедрение автоматических средств обработки информации, в ряде случаев, человек – оператор справляется с такой задачей значительно лучше автоматических устройств. Таким образом, конечным звеном лазерных систем подводной локации является оператор. Чтобы оператор получал информацию в удобном для него виде необходимы специальные алгоритмы обработки сигнала обратного рассеяния.

В работе рассмотрены основные принципы функционирования подводной лазерной локации для разведки косяков рыбы и необходимые для её функционирования алгоритмы обработки сигнала обратного рассеяния. Отмечено, что основным моментом при обработки является определение распределения сигнала для «чистой» воды. Возможны различные пути определения этого сигнала, двухточечный метод и метод усреднения. Последующее вычитание из получаемых данных на выходе лидара сигнала «чистой» воды позволяет получить профиль изменения сигнала обратного рассеяния от глубины. Рассмотрены формулы, позволяющие по величине профиля (контраста) дать количественную оценку неоднородности (плотность рыбных скоплений).

Проведены экспериментальные исследования в лабораторном бассейне. Бассейн был разделён на секции со стеклянными перегородками и позволял вносить замутнённость (молоко) независимо в различные части воды. Использовалась вторая гармоника импульсного излучения лазера на Nd:YAG с модуляцией добротности. Длительность светового импульса составила около 30 нс с энергией импульса до 0,1 Дж на длине волны 0,53 мкм и периодом повторения 10 Гц. В фотоприёмной части использовался ФЭУ и логарифмический усилитель, выходной сигнал которого оцифровывался компьютерной платой с 8 разрядным АЦП, полосой пропускания 180 МГц, тактовой частотой 500 МГЦ. Управление работой измерительной части, осуществлялась с помощью программной среды LabVIEW. Данные, получаемые в реальном режиме времени, отображались на экране монитора, и записывались на жёсткий диск компьютера для повторного просмотра и рассмотрения алгоритмов обработки.

Сигнал «чистой» воды определялся в начале эксперимента, когда водная среда была чистая. Далее в одну из секций бассейна последовательно через определенные промежутки времени вносились одинаковые порции молока равные 50 мл. Количество порций равнялось 4. Таким образом общий объём вносимого молока составил величину в 50, 100, 150, 200 мл.

Из всего полученного массива данных были вырезаны отдельные 3-х секундные фрагменты, соответствующие вышеотмеченным этапам эксперимента, которые затем использовались для обработки в программе MathCAD.

Для уменьшения влияния различных дестабилизирующих факторов, таких как нестабильность мощности и формы лазерного импульса, электромагнитные наводки импульсной лазерной системы на высокочувствительную приёмную часть с фотоумножителем, использовалось усреднение данных за несколько последовательно

проведённых измерений. Сигнал обратного рассеяния после вычитания сигнала чистой воды и «склеивания» отдельных фрагментов эксперимента приведён на рис. 1.

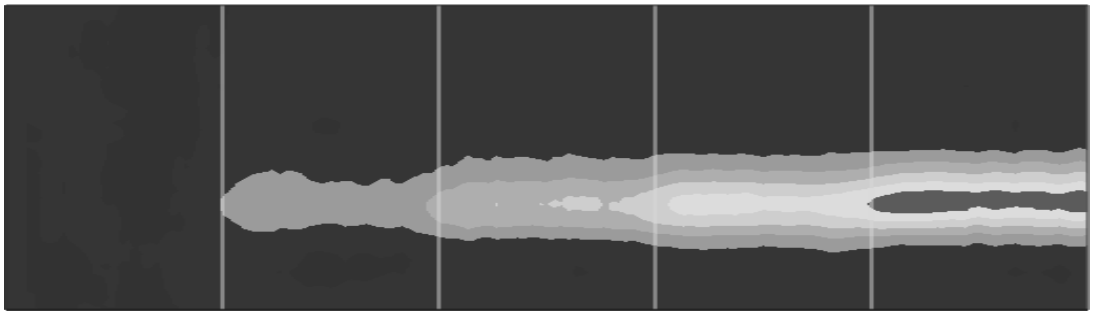

Рис. 1. Изменение разностного сигнала от дальности и во времени

Из разностного сигнала после учёта логарифмического характера зависимости получены кривые контраста. На рис. 2 они построены для случаев разного количества внесённой замутнённости. Из кривых контраста рассчитано изменение относительной плотности замутнённости (рис. 3).

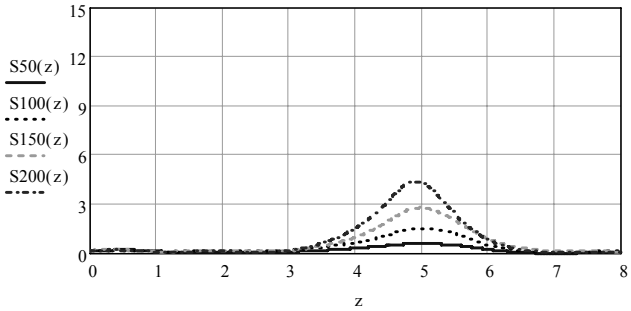

Рис. 2. Кривые контраста

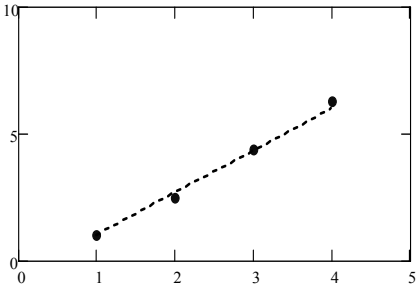

Рис. 3. Изменение плотности

Для сравнения провели измерения прозрачности воды другим методом с использованием малой по размерам кюветы, когда в неё вносились порции молока, пропорциональные экспериментам, проводимым в бассейне. Полученная зависимость приведена на графике пунктиром (рис. 3). Она показывает возможность определения замутнений в объёме бассейна с помощью рассмотренных алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. J.H.Churnside, J.J.Wilson, V.V.Tatarskii, Optical Engineering, Vol. 40 No. 3, March 2001.