

Обнаружение рыбных косяков радиолокационным способом

А. С. Гавриленко, А. С. Курекин, А. Я. Матвеев, В. Н. Цымбал

*Центр радиофизического зондирования Земли им. А. И. Калмыкова
НАН Украины и НКА Украины,
Украина, 310085, г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 12
E-mail: matveyev@ire.kharkov.ua*

Статья поступила в редакцию 16 марта 2004 г.

Приведены результаты радиолокационного обнаружения косяков рыбы. Натурные испытания проводились в Баренцовом, Норвежском и Северном морях многоцелевым радиолокационным комплексом "МАРС", расположенном на борту самолета, с высот 7000 м (предварительная оценка предполагаемого района скопления косяков рыбы) и 100 + 200 м (обнаружение рыбных косяков в данном районе). Показано, что рыбные косяки уверенно (с контрастом сигнала 16 + 18.5 дБ) обнаруживаются в X-диапазоне длин волн. Результаты наблюдений согласуются с визуальными показаниями специалистов-наблюдателей.

Наведено результати радіолокаційного виявлення косяків риби. Натурні випробування проводились в Баренцовому, Норвезькому і Північному морях авіаційним багатоцільовим радіолокаційним комплексом "МАРС" з висот 7000 м (попередня оцінка гаданого району скупчення косяків риби) і 100 + 200 м (виявлення рибних косяків у даному районі). Показано, що косяки риби упевнено (з контрастом 16 + 18.5 дБ) виявляються в X-діапазоні довжин хвиль. Результати спостережень збігаються з візуальними свідченнями фахівців-спостерігачів.

Оперативная информация о районах скопления косяков рыбы позволяет рыбакам существенно сократить время на поиск и снизить расход топлива. Получение такой информации обеспечивается непосредственно эхолотами на кораблях и визуальной разведкой с низколетящего самолета, а также косвенно – по радиолокационной информации, получаемой на борту самолета, о кромке льда, вблизи которой, как правило, скапливается рыба. Визуальные поиски рыбы в северных широтах обычно проводятся в ночное время – время выхода косяков рыбы на поверхность моря для кормежки. Сильные туманы и плохая видимость, особенно весной и осенью, значительно снижают эффективность визуальных наблюдений.

Использование радиолокационных методов дистанционного зондирования морской поверхности, независимых от погодных условий и времени суток, позволяет повысить эффективность визуальной разведки скопления рыбы.

Комплексные эксперименты по одновременному визуальному и радиолокационному обнаружению косяков рыбы проводились весной, летом и осенью 1994-95 гг. в Баренцевом, Северном и Норвежском морях с самолета-лаборатории ИЛ-18Д, на борту которого находились наблюдатели и многочастотный (K_{α} -SLAR, X-SLAR, L-SAR, VHF-SAR) радиолокационный комплекс "МАРС"[1], позволяющий получать радиолокационные изображения

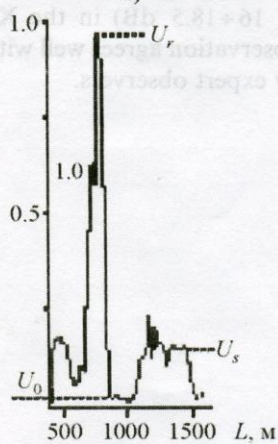
(РЛИ) морской поверхности одновременно на различных частотах в реальном масштабе времени. В команду наблюдателей были включены океанологи, ихтиологи и биологи, хорошо знающие объект и район съемки. Эксперименты проводились преимущественно в вечерние часы. Как показал предварительный анализ, движущийся вблизи морской поверхности косяк рыбы создает на ней рябь, аналогичную ветровой, максимальной чувствительностью обнаружения которой обладают радиолокаторы X-SLAR, что совпадает с данными [1, 2]. Поэтому съемка проводилась преимущественно в X-диапазоне длин радиоволн. Предварительно с высоты 7000 м определялись районы предполагаемого местонахождения рыбных косяков. Затем самолет снижался в этих районах до высоты 100÷200 м и радиолокационные данные

оперативно сравнивались с визуальными наблюдениями специалистов-наблюдателей. Реальная полоса обзора X-SLAR при этом составляла 300 + 5000 м, а разрешение 15×15 м².

По данным радиолокационной съемки, подтвержденным визуальными наблюдениями, при слабом волнении (2+3 балла) РЛИ рыбного косяка представляет собой яркое пятно с затемнением по периметру (см. рис. 1, а). При этом контрасты сигналов РЛИ составляют $K_1 = 20\lg(U_r/U_s) \approx 16 + 8.5$ дБ (где U_r, U_s – амплитуды принятых сигналов, создаваемых рыбным косяком и взволнованной морской поверхностью, соответственно; см. рис. 1, б). Спад амплитуды сигнала U_0 , отраженного морской поверхностью на границе изображения косяка, вероятно, обусловлен гашением ряби под действием жировой пленки из органических веществ,



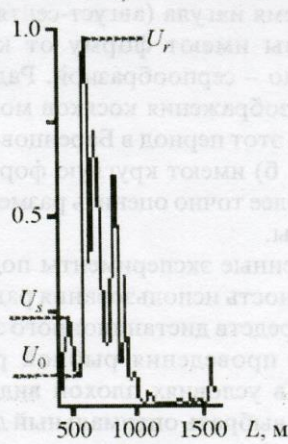
а)



б)



а)



б)

Рис. 1. а) Два радиолокационных изображения косяков мойвы (яркие пятна). б) Изменение нормированной амплитуды принятого сигнала вдоль строки радиолокационного изображения (по стрелке): L – горизонтальная дальность, U_r, U_s, U_0 – амплитуды сигналов, сформированных рыбным косяком, чистой морской поверхностью и поверхностью, покрытой жировой пленкой, соответственно

выделяемых рыбами [2]. Контраст гашения ряби на поверхности такой пленкой составляет $K_2 = 10 \lg(U_0/U_s) \approx -2 \div -8.5$ дБ (где U_0 – амплитуда сигнала, сформированного морской поверхностью, покрытой жировой пленкой) и зависит от размеров косяка, скорости и направления приводного ветра и многих других факторов.

Опыт визуальных наблюдателей показывает, что промысловые скопления рыбы в зависимости от времени года и жизненного цикла имеют разную форму. Так, например, весной при подходе сельди к берегам на нерест форма косяков овальная. После нереста сельдь отходит от берега в вытянутых или круглых косяках. При нагуле форма косяков сельди и скумбрии удлиненная с резко выраженным направлением движения. В сентябре мелкие и средние скопления рыбы соединяются и образуют крупные косяки. Форма их в этот период самая разнообразная, но обычно преобладает овальная. При визуальных наблюдениях за мойвой обнаружено, что весной во время нереста в прибрежной зоне у побережья Мурманска ее косяки находятся у самой поверхности и при этом края их резко выражены, цвет темно-коричневый, форма круглая. Во время нагула (август-сентябрь) косяки мойвы имеют форму от круглой, овальной до – серпообразной. Радиолокационные изображения косяков мойвы, полученные в этот период в Баренцовом море, (см. рис. 1, б) имеют круглую форму и позволяют более точно оценить размеры скоплений рыбы.

Проведенные эксперименты подтвердили возможность использования радиолокационных средств дистанционного зондирования для проведения рыбной разведки (особенно в условиях плохой видимости), позволили выбрать оптимальный диапазон частот зондирования и определить отличительный признак между РЛИ рыбных косяков и РЛИ ветровой ряби на поверхности моря. Определение вида рыбы в косяке в настоящее время возможно только при совместном использовании радиолокационных и визуальных данных. Однако накоп-

ление достаточного банка радиолокационных данных в будущем позволит проводить только радиолокационную разведку.

Литература

1. А. И. Калмыков, В. Н. Цымбал, А. С. Курекин, В. Б. Ефимов, А. Я. Матвеев, А. С. Гавриленко, В. В. Иголкин. Радиофизика и Радиоастрономия. 1998, 3, №2, с. 119-129.
2. R. K. Moore, A. K. Fung. Proc. IEEE. 1979, 67, No, 11. pp. 1504-1521.

Radar Detection of Fish Shoals

O. S. Gavrilenko, O. S. Kurekin,
O. Ya. Matvyeyev, V. M. Tsymbal

The results of radar detection of fish shoals are shown. Full-scale testing was carried out in the Barents, the Norwegian and the Northern Seas with the multipurpose radar system MARS from the altitudes of 7000 m (prediction of the anticipated shoal concentration area) and of 100 + 200 m (shoal detection in the target area). The fish shoals are shown to be assuredly detected (with the signal contrast of 16 + 18.5 dB) in the X-band waves. The observation agrees well with the results shown by expert observers.

