

ПОВИШАВАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА НА КОРАБОПЛАВАНЕТО ПРИ ПРЕМИНАВАНЕ НА КАНАЛИ И РЕКИ ПРИ РЯЗКО ВЛОШАВАНЕ НА ВИДИМОСТТА

С.Ангелов, Б.Дяков

Технически университет – Варна, България

Резюме: Разгледани са възможностите за прилагане на ландшафтната архитектура за повишаване на радарната видимост на очертанията на бреговете при локално влошаване на визуалната видимост и радарното изображение при тяхното изобразяване. Изследва се възможността за интегриране на пасивни радарни отражатели в елементите на ландшафтния дизайн. Посочени са позитивните страни от прилагането на подобни отражатели и тяхната роля като средство за повишаване безопасността на корабоплаването при влошени метеорологични условия.

Ключови думи: безопасност на корабоплаването, влошена видимост, радарно изображение, елементи на ландшафтния дизайн, пасивни радарни отражатели.

Summary: The possibilities for application of the landscape architecture for increase of the radar visibility of the outlines of the shores at local deterioration of the visual visibility and the radar image at their depiction are considered. The possibility of integrating passive radar reflectors into the elements of landscape design is investigated. The positive aspects of the application of such reflectors and their role as a means of increasing the safety of navigation in bad weather conditions are indicated.

Key words: shipping safety, impaired visibility, radar image, landscape design elements, passive radar reflectors.

Плаването в теснини и райони близо до брега съставлява не повече от 10% от плавателната кампания на кораба. Въпреки това там стават до 80% от инцидентите поради наличието на навигационни опасности, наситения трафик и ограниченията за маневриране. При управление на кораба в такива райони капитанът разчита на визуалната информация и радара. В сложни

метеорологични условия и особено при намалена видимост единствените източници за ориентиране са звуковата информация и радарът.

Безопасността на кораба в такива ситуации включва няколко аспекта, от които е необходимо да се разграничат следните:

- управление на плавателния съд като движещ се обект (маневриране) в условия на ограничена зона или при навигация в теснини;
- управление на корабите в специални (екстремни) ситуации, при които външните сили, породени от лошите хидрометеорологичните условия застрашават безопасността на екипажа, кораба, товара и опазването на околната среда.

Основните задачи, свързани с безопасността на корабоплаването - наблюдение, навигация, избягване на сблъскване трябва да се решават едновременно и взаимосвързано. Пренебрегването, на който и да е от тези елементи води до повишен риск или сблъсък при разминаване, а също и до засядане.

При вземането на своите решения, капитанът трябва паралелно да обработва потоци информация от различни източници:

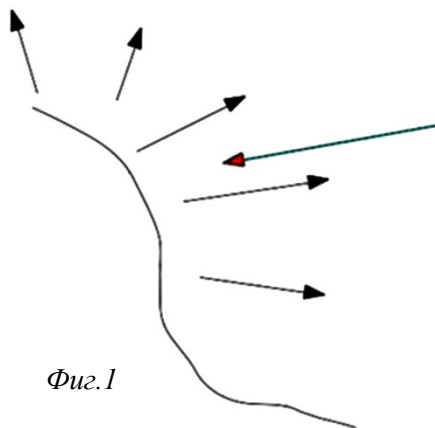
- слухови източници
- външни източници
- визуални източници
- технически източници

Плаването при особени обстоятелства е свързано с въздействието на допълнителни фактори (рязко влошаване на видимостта в следствие на мъгла, силен дъжд, снежен шквал, прахова или пясъчна буря и др.) върху кораба, които не са обичайни за нормалната експлоатация на кораба. Тези фактори влияят на оценката и вземането на решения, свързани с безопасността на кораба. В такива случаи визуалната информация рязко намалява и контрола на околната обстановка се извършва чрез радара. Сигналите на радиолокационното отражение зависят от параметрите на радиолокационната апаратура и свойствата на отразяващата повърхност.

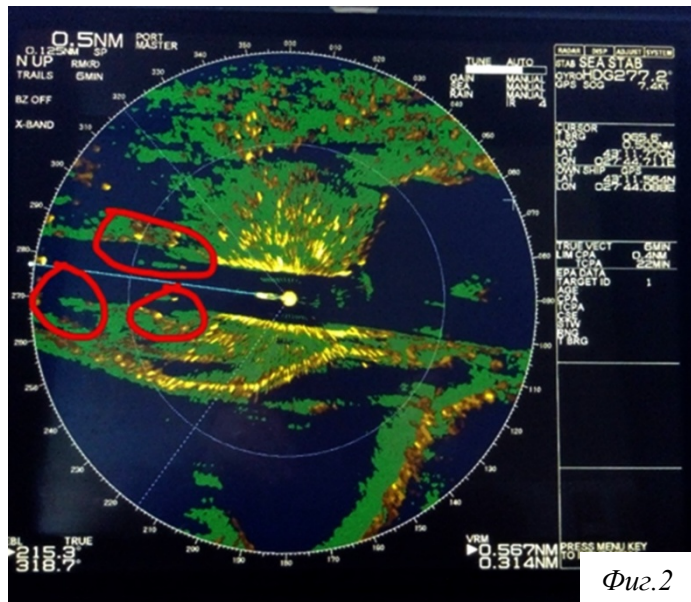
Свойствата на земната повърхност, влияещи на характеристиките на отразения сигнал са : степен на нееднородност, грапавост и размери на отразяващата повърхност, проводимост и диелектрична проникваемост.

Когато брегът е стръмен или покрай него има естествени или изкуствени брегови обекти, ехосигналът отразява реалните очертания на бреговата ивица. Отражението на сигнала най-често е дифузно с преобладаваща част насочена към източника (фиг.1), може да включва и огледални и резонансни отражения от предимно изкуствени обекти.

При нисък и полегат бряг, отражението е дифузно, като по голямата част от сигнала се насочва нагоре и назад. Освен това най-често брегът е глина, пясък или дребни камъчета и сигналът до голяма степен се поглъща от материалите с голямо диелектрично съпротивление и преминава през тези с ниско такова. Така по-голямата част от сигнала се губи. Фактически до радара като първи брегови ехосигнал пристига отражението на обекти



Фиг.1



Фиг.2

навътре в терена. Така на екрана на радара се появява недостоверна картина на очертанията на бреговата ивица. Ехото на радара зависи от грапавостта на терена, съдържанието на влага в повърхностните точки на разсейване, снежната покривка или етапа на растеж на съответната повърхностна растителност.

На фиг. 2 е показано радарно изображение от корабна радиолокационна станция. На фигурата ясно се вижда ниска част във формата на залив, плавно изменение на образа на северната брегова ивица, а в края й засенчен район от брега поради малко по-висок терен преди него.

Целта на изследването е да се изследва влиянието на различни технически средства за отразяване на радарния сигнал покрай брега за

подобряване на радарното изображение, което да се използва при плаване в условия на намалена видимост.



Фиг.3



Фиг.4

За тази цел успешно могат да се използват различните предмети от ландшафтната архитектура, притежаващи добра отразяваща способност. Към нея бихме могли да отнесем стълбовете от уличното осветление (фиг.3); масивни метални парапети, кошчета за боклук (фиг.4) и други елементи от екстериора около брега.

Използва се стандартна честота за морските радары съгласно SOLAS част 5 – 10 GHz, за които дължината на вълната е $\lambda=0.03\text{m}$

Радарната отразителна способност на малките архитектурни форми зависи от отразяващата им площ и тяхната конфигурация. Отразяващата повърхност може да се определи по формулата:

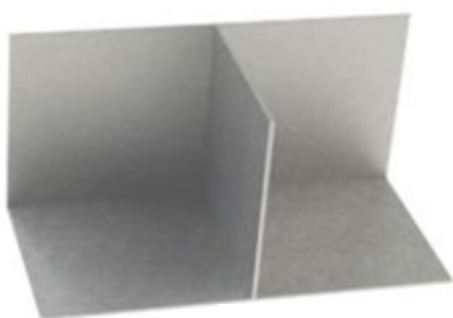
$$\sigma = \frac{\pi r l^2}{\lambda} \quad [\text{m}^2] \quad [1]$$

където r - радиус на цилиндъра, l - дължина на цилиндъра, λ - дължина на вълната на радара ($\lambda= 0.03 \text{ m}$).

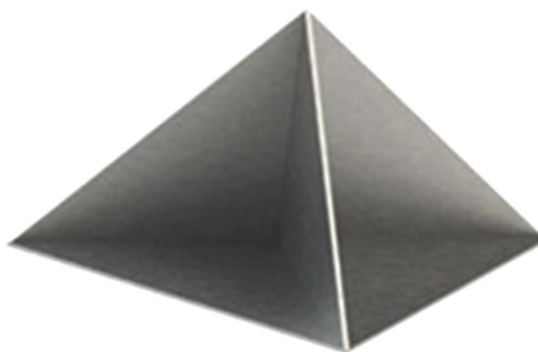
От гледна точка на отразителните свойства, уличните осветителни тела имат по-лоша отразителна способност, защото куполите на фенерите отразяват вълната нагоре, а ажурната конструкция е тясна и вълната ще

мине през нея. При високи цилиндрични обекти, като осветителните тела, може да възникне и резонансно отражение, но този ефект се проявява рядко. При реалното определяне на отражателната повърхност трябва да се вземе предвид особеностите ѝ на разполагане, а от там и ефективността на отражение. В изследванията си S.P. Way - Boeing Company е установил, че най-силно отражение на сигнала – с 15 dB се получава при сектора от $-2^\circ \div +2^\circ$. От тук може да се направи извод че при отразяващата кръгова повърхност може да разчита на 4° от целия сектор, т.е при кошчето за боклук (Фиг.4) имаме отражение по цялата равнина, перпендикулярна на допирателната към външната повърхност по вертикалата, т. е. отразяването на сигнала се извършва в сектор от 180° . От цялата отражателна повърхност σ ще отчетем сектор от 4° и тя трябва да се раздели на 4 ($180/4$). Следователно отразения сигнал при фиг.3 ще бъде $\sigma=0.6\text{m}^2$, а при фиг.4 $\sigma=0.2\text{m}^2$

В случай на недостатъчно задоволителен резултат на радарното изображение към съществуващата ландшафтна архитектура би могло да се монтират, подходящи в съчетание с нея допълнителни устройства, които да доведат до неговото подобряване. Разполагането на различни малки архитектурни форми покрай брега, снабдени с пасивни радиолокационни отражатели ще подобри качеството на радарното изображение на бреговата ивица. Така корабът ще получи радарно изображение близко по нейните



Фиг. 5



Фиг. 6

очертания. За целта на изследването се предлагат пасивни отражатели, показани на фиг.5 и фиг.6. Те са с размери на страната $a = 10\text{cm}$, който е минимално възможният от гледна точка за отразяване. Площта е достатъчна, за да работят освен с радари с $\lambda = 0.1\text{ m}$ така и с радари с $\lambda = 0.03\text{ m}$. Това са двусекционни пасивни радарни отражатели при които работи лявата или дясна секция в зависимост от направлението към радара на кораба.

За отражателя, показан на фиг.5 ефективната отразяваща повърхност е:

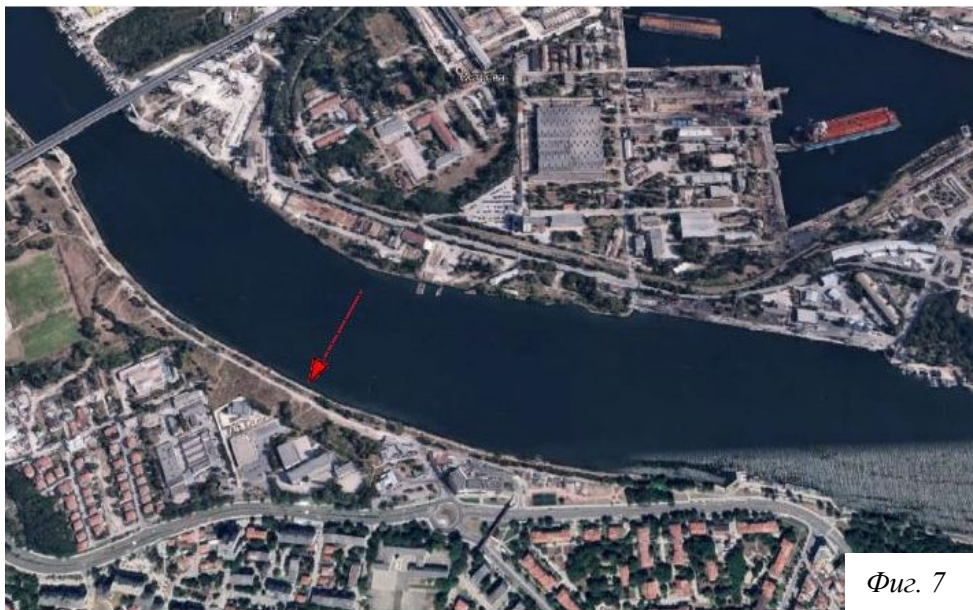
$$\sigma = \frac{12\pi a^4}{\lambda^2} \quad [\text{m}^2]$$

При посоченият размер за този отражател $\sigma=4.19\text{m}^2$, което отражение може да се види от корабния радар на разстояние от 2 мили.

За отражателя, показан на фиг.6 ефективната отразяваща повърхност ще бъде:

$$\sigma = \frac{4\pi a^4}{3\lambda^2} \quad [\text{m}^2]$$

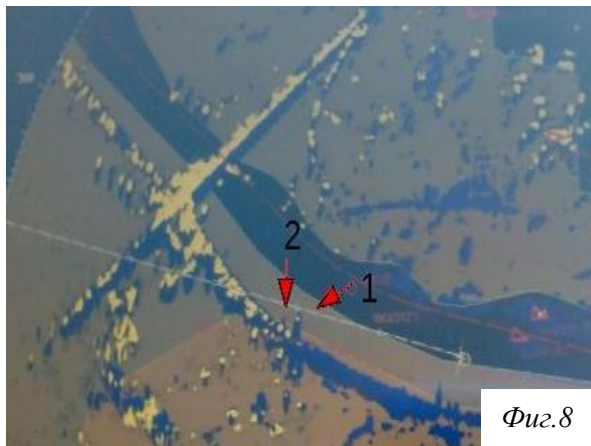
или $\sigma=0.46\text{m}^2$ при огледално отражение



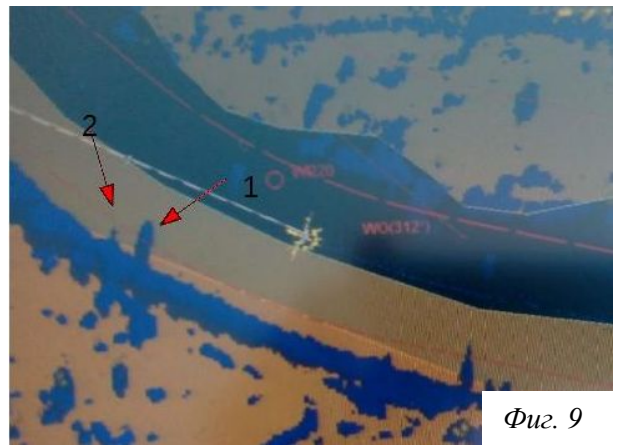
За провеждане на експеримента е избран южния бряг на Канал-1 Варна в участък без съоръжения, които биха могли да отразят радарния импулс. Фиг.7

Използвани бяха двата пасивни двусекционни радарни отражатели, показани на фиг.5 и фиг.6, които са поставени на разстояние 10 m един от друг. Заснемането е направено с радар MDC-1810P, монтиран на м/к „Героите на Одеса“.

Получени бяха радарни изображения, показани на фиг.8 и фиг.9



Фиг.8



Фиг. 9

Виждат се ясно местата на двата радиолокационни отражателя 1 (фиг.5) и 2 (фиг.6) на Фиг.8, като при приближаването на кораба и автоматичното задействане на филтрите на радара на Фиг.9 се виждат както следите на двата обекта, така и съотношението на отражателната способност на обект 1 която е няколко пъти по-голяма от тази на обект 2, с което се потвърждава теорията за ЕПР на пасивните радиолокационни отражатели.

Проведения експеримент потвърждава теорията за отражателната способност на пасивните радиолокационни отражатели.

- отражателят, показан на фиг.6, който е с 10 пъти по-малка отражателна способност също изпъква добре на фона на бреговата ивица;
- добавянето на такива отражатели към елементите от ландшафтния дизайн, намиращи се на бреговата алея значително може да увеличи рязко очертанието на бреговата ивица на екрана на радара дори и при нисък или полегат бряг;
- изработването, монтирането и поддръжката на такъв тип пасивни отражатели не скъпа, а те могат да се съчетаят с ландшафтната архитектура;
- използването на пасивните радарни отражатели значително може да повиши безопасността на корабоплаването в теснини и канали, особено при плаване в лоши хидрометеорологични условия;

- необходимо е да се продължат изследванията в тази посока, за да се подобри радарното изображения на канал1, което ще повиши безопасността на корабоплаването.

Авторите изказват благодарност на кдп Димитър Димитров от пилотска служба Варна

Литература:

1. Александров Ч.;Техническите средства за наблюдение в информационните системи за управление на трафика на плавателните съдове – 2017; ISBN 978-619-7428-00-1
2. Н.И. Ильясова, Э.А. Довлетярова – Современный ландшафтный дизайн – 2008;РУДН
3. В.О.Кобак – Радиолокационные отражатели ;1975 ;УДК 621.396.96
4. Habibur Rahman - Fundamental Principles of Radar ;2019; CRC Press
5. Berizzi Fabrizio, Martorella Marco, and Giusti Elisa - Radar Imaging for Maritime Observation ; 2016; CRC Press
6. Skilnik Merill – Radar Handbook – 2014; The McGaw-Hill Companies