

Баранов Г.Л., Цулая А.В., Шарко В.П.

ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА В СКЛАДНИХ УМОВАХ ПРИЙОМУ СИГНАЛІВ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ

У роботі розглянута та обґрунтована нова технологія отримання навігаційних параметрів, що полягає у визначенні координат місця знаходження мобільного об'єкту за відомими значеннями фазових характеристик електромагнітної хвилі сигналів, які приймаються від глобальних навігаційних супутникових систем GPS або ГЛОНАСС.

Ключові слова: фазові характеристики, супутникова радіонавігація, навігаційний об'єкт, обробка сигналу, антенна система.

G.Varanov, A.Tsulaya, V.Sharko

A TECHNOLOGY FOR NAVIGATION SAFETY IMPROVEMENT PROVIDED THE COMPLICATED RADIOSIGNAL RECEIVING CONDITIONS IN THE GLOBAL POSITIONING SYSTEM

The new navigation technology for object coordinate determination based on the electromagnetic wave phase features received from navigation satellite systems like GPS or GLONASS is considered and substantiated in the article.

Keywords: phase feature, satellite radio navigation, navigation object, navigation satellite, coordinate system, system of equations, spatial signal processing, antenna array.

УДК 629.5.012.014

Даник А. В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСА ПОПЕРЕЧНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДНА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ ДИАГРАММЫ СТАТИЧЕСКОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Остойчивость судна при перевозке зерна регламентируется Международным кодексом по безопасной перевозке зерна насыпью, являющейся Главой VI часть «С» конвенции СОЛАС 1974. Суда, перевозящие зерновые грузы насыпью должны быть снабжены информацией об остойчивости судна при перевозке зерна. Суда, не имеющие такой информации, должны грузиться по требованиям Международным кодексом по безопасной перевозке зерна насыпью или правилам страны погрузки.

Ключевые слова: запас остойчивости, статический угол крена от смещения, динамическая поперечная остойчивость, диаграмма, поперечное смещение зерна.

Основные требования кодекса по безопасной перевозке зерна навалом к судам перевозящие зерно насыпью:

- метацентрическая высота на весь период рейса с поправками на влияние свободной поверхности жидкости в танках должна быть не менее чем 0,3 м;
- угол крена от смещения зерна не должен превышать 12°;

– на диаграмме статической остойчивости (далее ДСО) чистая (остаточная площадь) между кривой кренящего и восстанавливающего моментов от 12° до угла крена 40°, или угла заливания если он меньше 40°, при всех условиях загрузки, должна быть не менее 0,075 м.рад.

Запас поперечной динамической остойчивости. Чем является остаточная площадь статической остойчивости при смещении зерна? Она является запасом поперечной динамической остойчивости судна под действием кренящего момента, обозначенный на диаграмме $U_{\theta}(\theta_3)$ (рис.1).

Запас поперечной динамической измеряется величинами

$$\left. \begin{aligned} U_{\theta_3} &= \int_0^{\theta_3} m_{\varphi}(\varphi) d\varphi \\ d_{\theta_3} &= U_{\theta_3} / P = \int l_{\varphi}(\varphi) d\varphi \end{aligned} \right\}$$

На ДСО изображается площадью, ограниченной графиками $m_{\theta}(\theta)$ и $l_{\theta}(\theta_3)$ и осью углов крена между $\theta = 0$ и θ_3 . если судно находится по действием кренящего момента, имея статический угол крена $\theta_{ст}$, его запас динамической остойчивости изображается площадью между графиками $m_{\theta}(\theta)$ и $m_{кр}(\theta)$ [1]. Определение запаса динамической остойчивости, т.е. остаточной площади ДСО будет рассмотрено ниже.

Определение остаточной площади ДСО при помощи вспомогательной линии. Данный метод предложенный Аксютиным Л. Р. (ОВИМУ им. Ленинского комсомола ныне ОНМА) производят так, как показано на рис. 1.

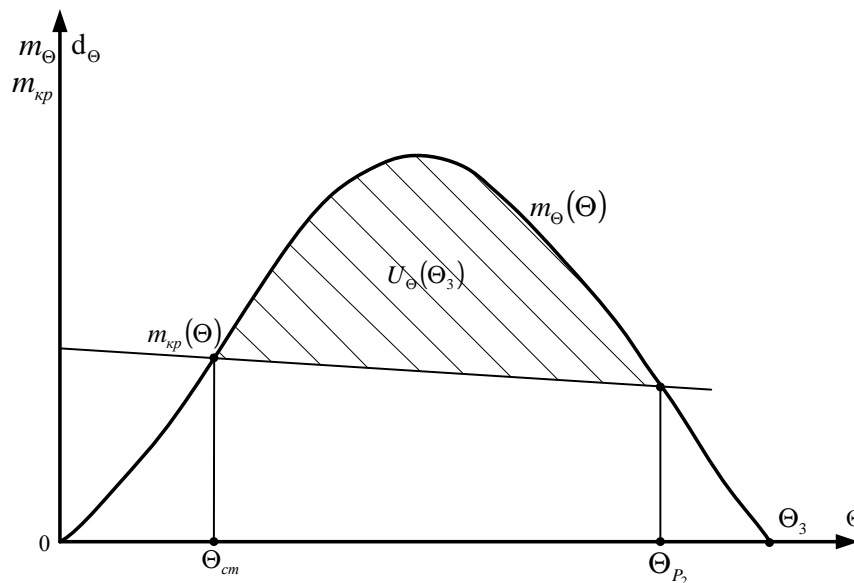


Рис.1. Запас динамической остойчивости судна, находящегося под действием кренящего момента

Для приближенного вычисления расчетной площади диаграммы S_{gs} в м рад. используют следующий прием. На рис. 2 визуальнo проводят вспомогательную линию КМ, исходя из равенства заштрихованных помещений, определенного глазомерным путем. После этого вычисление расчетной площади производят по формуле

$$S_{gs} = \frac{KL \cdot MN}{2m \cdot n},$$

где KL и MN – отрезки, измеренные в мм;

m – масштаб по оси абсцисс, 1 рад.;

n – масштаб по оси ординат, 1 рад.

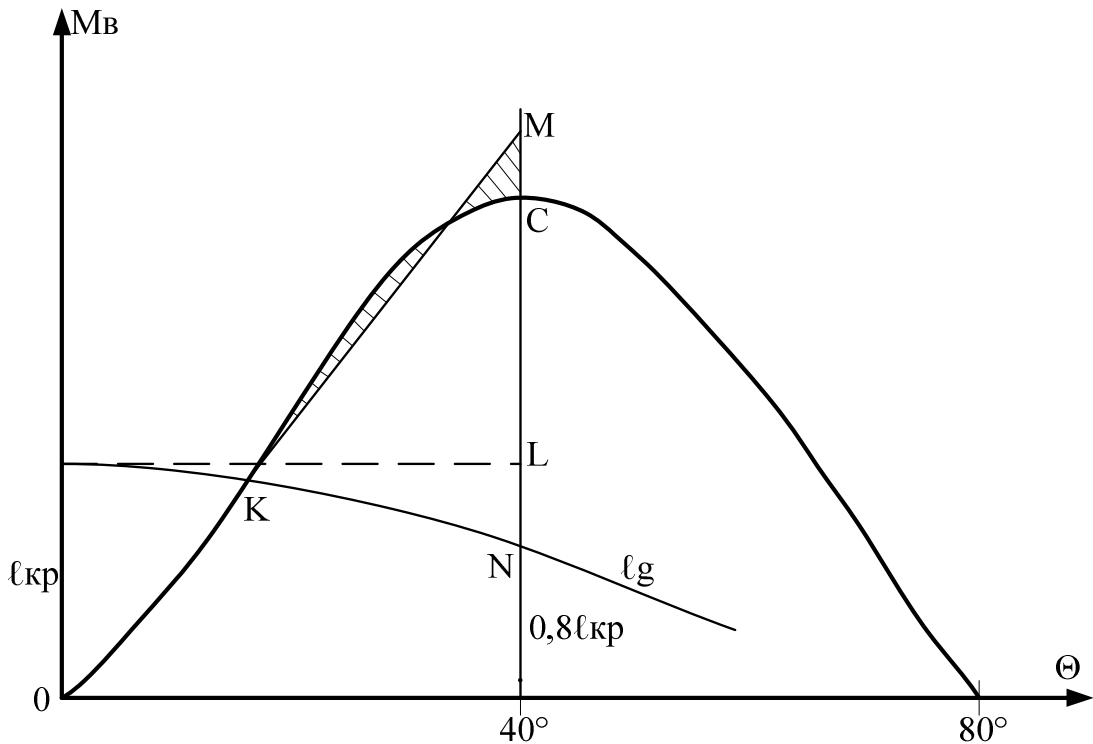


Рис. 2. Метод определения остаточной площади ДСО с помощью построения вспомогательной линии

Определение остаточной площади ДСО при помощи палетки. На ДСО (см. рис.3), построенный в масштабе плеч, по оси абсцисс откладываем угол статического крена 12° , получаемый от пересыпания зерна, и из точки Г восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой ДСО – точка Б. Из точки Б проводим горизонтальную прямую на ось ординат, точка А. Отрезок OA соответствует величине приведенного плеча кренящего момента $\ell_{кр}$ от пересыпания зерна до угла 12° , т.е. $OA = \ell_{кр}$.

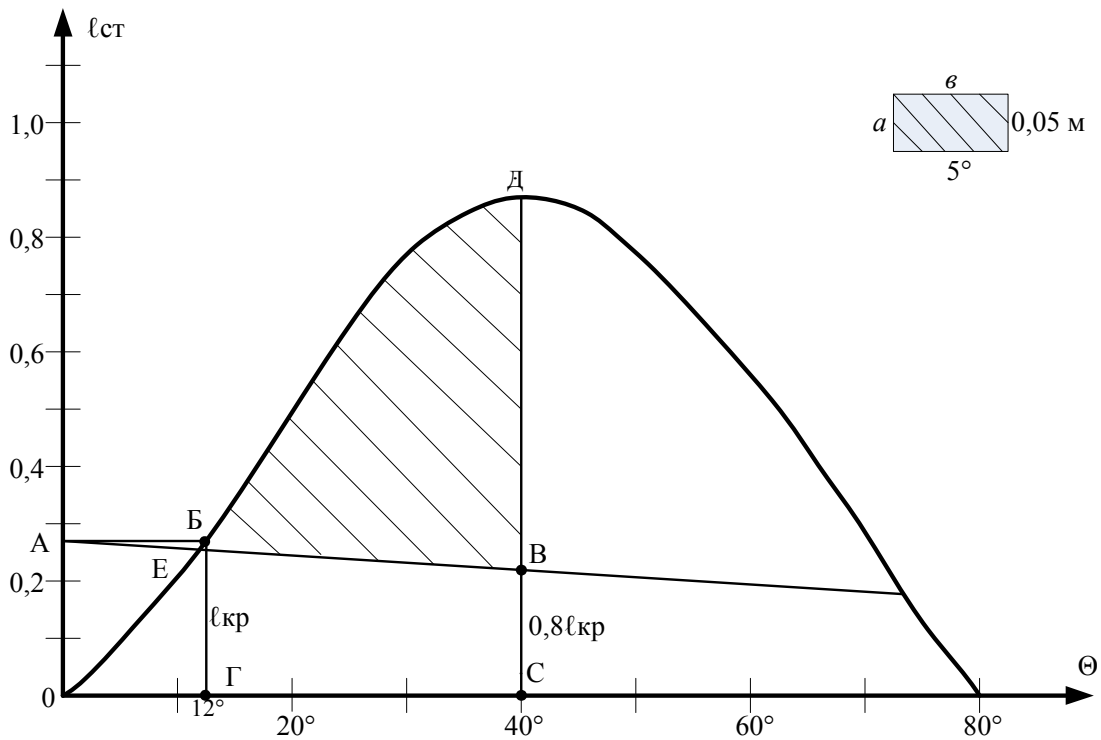


Рис. 3. Метод определения остаточной площади ДСО при помощи палетки

Из точки C , соответствующей углу крена 40° , восстанавливаем перпендикуляр и откладываем на нем отрезок CB , равный $0,8 \cdot \ell_{кр}$ ($CB = 0,8 \cdot \ell_{кр} = \cos 40^\circ \cdot \ell_{кр}$).

Соединяем прямой линией точки A и B . Площадь ДСО, заключенная между EDB и есть нормируемая остаточная площадь ДСО.

Величину остаточной площади ДСО рассчитывают с помощью палетки, разграфив ее прямоугольниками выбранного масштаба, и подсчитав площадь одного из прямоугольников.

Например, в нашем случае, в правом верхнем углу показан прямоугольник, высота которого равна с учетом масштаба ДСО, $a = 0,05$ м, его длина $b = 5^\circ = 0,087$ рад. Вся площадь этого прямоугольника в принятом масштабе равна

$$S = a \cdot b = 0,05 \text{ м} \cdot 0,087 \text{ рад} = 0,00435 \text{ м} \cdot \text{рад}.$$

Зная площадь одного такого прямоугольника, с помощью палетки, определим остаточную заштрихованную площадь ДСО [3].

Определение остаточной площади ДСО при помощи приближенной (упрощенной) формулы. Приближенная формула по определению остаточной площади ДСО выглядит следующим образом

$$S = \frac{1}{2} \cdot \left(\ell_{ст} - \frac{\ell_{кр}}{BC} \right) \cdot \left(\frac{40^\circ - \Theta_{кр}}{BD} \right),$$

где $\ell_{кр}$ – кренящее плечо от статического смещения зерна;

$\ell_{ст}$ – ордината BC (рис. 4) $BC = \ell_{ст} - \ell_{кр} \cdot 0,8$ (м);

$\Theta_{ст}$ – статический угол крена от смещения зерна в нашем случае этот угол для примера равен 12° (в точке пересечения AB с ДСО) (град.);

BD – разница между ординатой 40° и ординатой в точке пересечения прямой AB с ДСО в точке D (град.) [3].

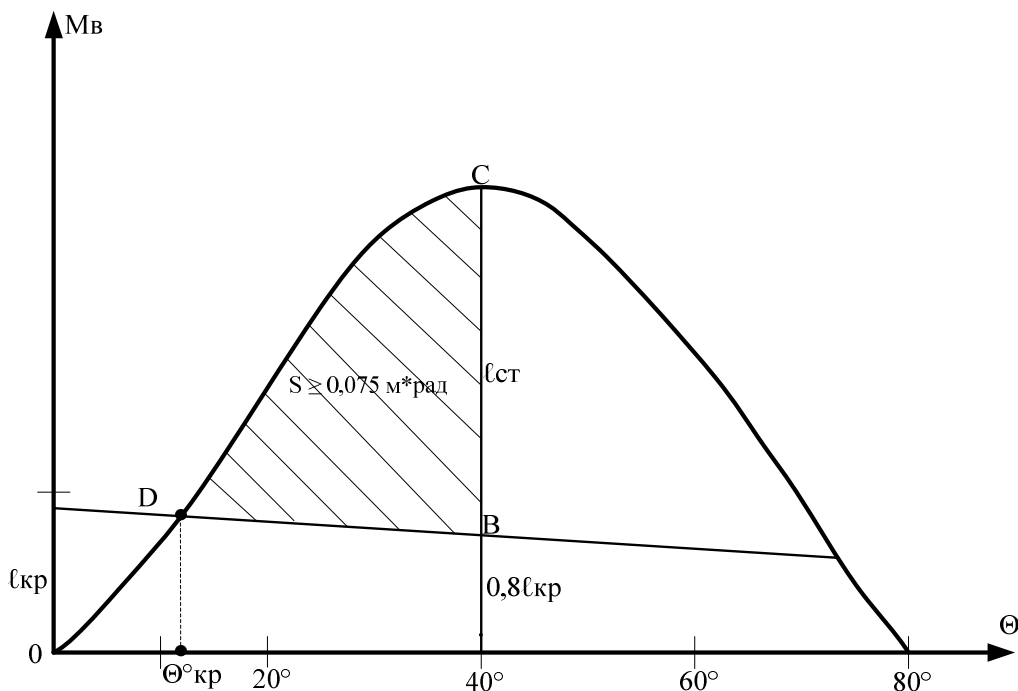


Рис. 4. Метод определения остаточной площади ДСО

Определение остаточной площади ДСО по методу Симсона. Наиболее точным методом по определению площади диаграммы является метод Симсона или так называемые «Правила Симсона» [4], которые упрощают метод определения остаточной площади ДСО.

Например: Расчет остаточной площади ДСО под кривой от угла крена 6° до угла 40° . Для данного примера надо использовать коэффициенты 14241 согласно метода Симсона. Для чего сначала определяем интервал между ординатами для снятия значений $\ell_{ст}$ для этих ординат по формуле

$$h = \frac{40^\circ - \Theta_{см}}{4},$$

для нашего примера

$$h = \frac{40^\circ - 6}{4} = 8,5^\circ.$$

Площадь под кривой определяется по следующей формуле

$$S_1 = \frac{h}{57,3} \cdot \Sigma,$$

для нашего примера

$$S_1 = \frac{8,5}{57,3} \cdot 6,36 = 0,314 \text{ м.рад.}$$

После чего через найденный интервал снимаем значения $\ell_{ст}$ ДСО (рис.5), и заносим в табл.1.

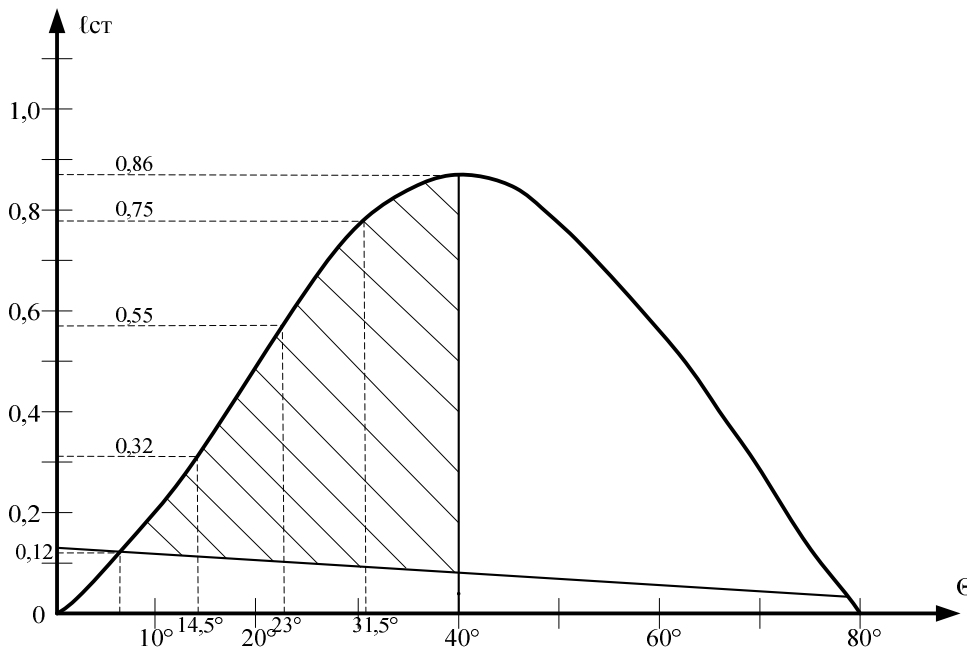


Рис.5. Метод определения остаточной площади ДСО по методу Симсона

Таблица 1

Расчет площади под кривой ДСО

Угол крена θ°	Плечи ДСО $\ell_{ст}$	Множитель	Результат
6	0,12	1	0,12
14,5	0,32	4	1,28
23	0,55	2	1,10
31,5	0,75	4	3,00
40	0,86	1	0,86
		Σ	6,36

Далее определяем площадь под трапецией

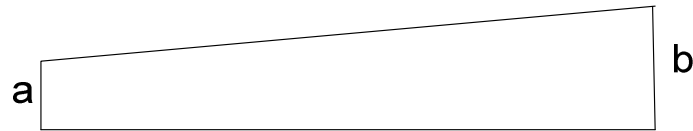


Рис.6. Метод определения площади трапеции

a – ордината соответствующая углу $\theta_{ст}$, для нашего примера 6° (ордината равна 0,102 м.);
 b – ордината соответствующая углу θ_f , для нашего примера 40° (ордината равна 0,102 м).
 Площадь трапеции определяется по формуле

$$S_{mp} = \frac{a + b}{2} \cdot \frac{\Theta_f - \Theta_{cm}}{57,3},$$

для нашего примера

$$S_{mp} = \frac{0,102 + 0,102}{2} \cdot \frac{36}{57,3} = 0,07 \text{ м. рад.}$$

Остаточная площадь равна

$$S_1 - S_{mp} = 0,314 - 0,07 = 0,244 \text{ м.рад.},$$

что больше чем 0,075 м.рад [4].

В данной статье были рассмотрены наиболее известные и простые (не требующие большого количества времени и «громоздких» расчетов) методы по определению запаса динамической поперечной остойчивости, т.е. остаточной площади под кривой ДСО.

Вывод: при любом варианте загрузки зерном неповрежденное судно должно соответствовать вышеперечисленным критериям остойчивости коим является расчет запаса остойчивости, т.е. остаточной площади ДСО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по теории корабля. Под редакцией В. Ф. Дробленков, А. И. Ермолаев, Н. П. Муру, С. И. Крылов, Ю. И. Кузнецов. М.: Воениздат, 1984. – 589 с.
2. Аксютин Л.Р. Грузовой план морского судна. Одесса: Латстар, 1999. – 139 с.
3. Мельник В.Н. Эксплуатационные расчеты мореходных характеристик судна/ М.: Транспорт, 1990. –144 с.
4. Captain D.R. Derret, Dr. C. B. Barras. Ship stability for Master and Mates. Fifth edition Oxford.: Publishing house “Butterworth Heinemann”, 2001.