

## ПРОЧНОСТЬ СУДОВ И ПЛАВУЧИХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 629.5.011  
EDN NYDUWG

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ К ТОЛЩИНЕ БОРТОВОЙ ОБШИВКИ

**Э.А. Кузнецов**, аспирант, Дальневосточный федеральный университет, 690922 Россия, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: eduard-kuz.555@mail.ru

В статье выполнен сравнительный анализ требований ведущих классификационных обществ, входящих в состав МАКО, к минимальной толщине бортовой обшивки в среднем районе судна. Исследование охватывает правила таких организаций, как Российский морской регистр судоходства (РС), DNV GL, Bureau Veritas, American Bureau of Shipping и других. На основе базы данных регистровой книги, насчитывающей более трех тысяч судов, произведены расчеты минимальной толщины бортовой обшивки в соответствии с нормативами каждого общества. Полученные результаты позволили не только сопоставить уровень требований различных классификационных обществ и выявить общемировые тренды в данной области, но и оценить конкурентоспособность и потенциальные резервы отечественного флота. Для приближения требований РС к требованиям иностранных классификационных обществ и для облегчения принятия судна под класс РС предложен вариант корректировки расчетной формулы для минимальных толщин бортовой обшивки.

**Ключевые слова:** бортовая обшивка, классификационное общество, требования правил, минимальные толщины.

**Для цитирования:** Кузнецов Э.А. Сравнительный анализ требований классификационных обществ к толщине бортовой обшивки / Э.А. Кузнецов // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. — 2026. — Т. 56, № 1. — С. 124–132. — EDN NYDUWG.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF CLASSIFICATION SOCIETIES' REQUIREMENTS FOR THICKNESS OF SIDE SHELL PLATING

**E.A. Kuznecov**, PhD student, Far Eastern Federal University, 690922 Russia, Vladivostok, Russky Island, Ajax Bay, 10, e-mail: eduard-kuz.555@mail.ru

This paper presents a comparative analysis of the requirements set by leading classification societies within IACS for the minimum thickness of side shell plating in the midship region. The study covers the rules of such organizations as the Russian Maritime Register of Shipping (RS), DNV GL, Bureau Veritas, American Bureau of Shipping, and others. Based on an extensive register book database comprising more than three thousand vessels, calculations of the minimum side shell plating thickness were performed in accordance with the standards of each society. The obtained results allowed not only for a comparison of the requirement levels of different classification societies and the identification of global trends in this area but also for an assessment of the competitiveness and potential reserves of the domestic fleet. To align the requirements of RS with those of foreign classification societies and to facilitate the process of assigning a ship to the RS class, a proposal for adjusting the calculation formula for minimum side shell plating thickness is put forward.

**Key words:** side shell plating, classification society, rules requirements, minimum thicknesses.

**For citation:** Kuznecov E.A. Comparative analysis of classification societies' requirements for thickness of side shell plating. *Research Bulletin by Russian Maritime Register of Shipping*. 2026. Vol. 56, No. 1. P. 124–132. EDN NYDUWG. (In Russ.)

## ВВЕДЕНИЕ

В большинстве ведущих судостроительных стран имеются классификационные общества (КО), которые являются независимыми неправительственными организациями, устанавливающими и поддерживающими технические стандарты для проектирования, постройки и эксплуатации судов и морских сооружений. Одними из наиболее известных КО, входящими в состав Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО), являются:

- Российский морской регистр судоходства (РС) — ранее входил в состав МАКО;
- American Bureau of Shipping (ABS);
- Lloyd's Register (LR);
- Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd (DNV GL);
- Bureau Veritas (BV);
- Korean Register of Shipping (KR);
- China Classification Society (CCS).

В состав МАКО также входят Croatian Register of Shipping (CRS), Indian Register of Shipping (IRS), Nippon Kaiji Kyokai (NK), Polish Register of Shipping (PRS) и Registro Italiano Navale (RINA), но общий тоннаж судов под классом данных КО значительно ниже, чем у вышперечисленных.

В каждом КО имеются определенные требования к конструктивным элементам корпуса судна. Соблюдение данных требований позволяет обеспечить базовый уровень прочности, при котором судно может безопасно эксплуатироваться в течение своего нормативного срока при условии, что действующие нагрузки не превышают проектных. Кроме расчетных значений геометрических характеристик элементов корпусных конструкций существуют минимальные требования, служащие ориентиром, ниже которого принимать размер той или иной связи запрещается. Зная уровень минимальных требований классификационных обществ, можно отследить общемировую тенденцию по уровню запаса прочности.

Ранее в работах [1, 2, 9] производилось сравнение требований РС, LR, DNV GL и CCS к бортовой обшивке промысловых судов на основе базы данных регистровой книги. Целью данной работы является анализ требований КО к минимальной толщине бортовой обшивки судов для определения среднего рекомендуемого уровня требований и оценки конкурентоспособности отечественного флота.

## 1. СРАВНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

Для возможности наглядного сравнения требований КО к толщине бортовой обшивки использована база данных регистровой книги РС с общим количеством около 3500 судов (рис. 1).

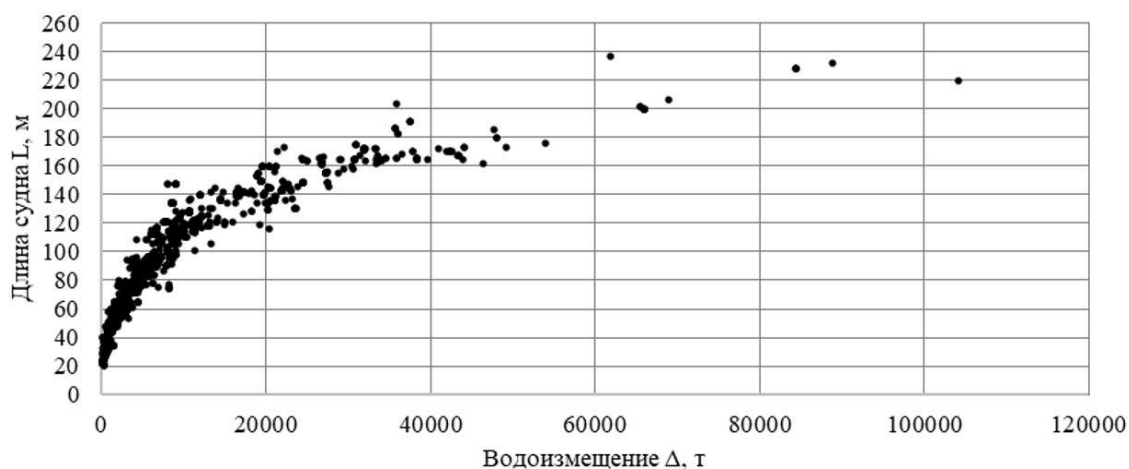


Рис. 1. База данных судов по регистровой книге

Ниже представлены требования крупнейших КО к минимальной толщине бортовой обшивки в среднем районе корпуса судна при поперечной системе набора [3–8]. В качестве материала принята судостроительная сталь с пределом текучести  $R_{eH}=235$  МПа. Нормальная шпация, используемая в расчетах, принимается согласно требованиям соответствующего КО.

### 1.1. Российский морской регистр судоходства.

Требования РС к минимальной толщине наружной обшивки неоднократно изменялись. Постоянный поиск новых решений говорит о том, что Правила регулярно совершенствуются и стараются соответствовать общемировым трендам. В статье рассмотрены основные изменения в формуле минимальной толщины бортовой обшивки за последние 55 лет.

Формула РС 1970:

$$s_{\min} = \frac{a \cdot 24(L + 37)}{0,6 \cdot L + 240}, \quad (1.1)$$

где  $a$  — расстояние между балками (шпация), м; но не менее  $0,9a_0$ ;  
 $a_0 = 0,002L + 0,48$  — нормальная шпация;  
 $L$  — длина судна, м.

Формула РС 1977:

$$s_{\min} = 0,07L + 3,6 \text{ при } L < 80 \text{ м}, \quad (1.2-1)$$

$$s_{\min} = 0,04L + 6,0 \text{ при } L \geq 80 \text{ м}. \quad (1.2-2)$$

Формула РС 1981–1995:

$$s_{\min} = 0,04L + 6,0 \text{ при } L \geq 80 \text{ м}, \quad (1.3-1)$$

$$s_{\min} = 0,05L + 5,2 \text{ при } 30 \leq L < 80 \text{ м}, \quad (1.3-2)$$

$$s_{\min} = 0,12L + 3,1 \text{ при } L < 30 \text{ м}. \quad (1.3-3)$$

Формула РС 1999–2025:

$$s_{\min} = 3,1 + 0,12L \text{ при } L < 30 \text{ м}, \quad (1.4-1)$$

$$s_{\min} = (5,5 + 0,04L)\sqrt{\eta} \text{ при } L \geq 30 \text{ м}, \quad (1.4-2)$$

где  $\eta$  — коэффициент использования механических свойств стали.

При  $L > 300$  м принимается  $L = 300$  м.

На рис. 2 представлена сводная диаграмма с результатами расчета минимальной толщины бортовой обшивки по Правилам РС для представленных формул.

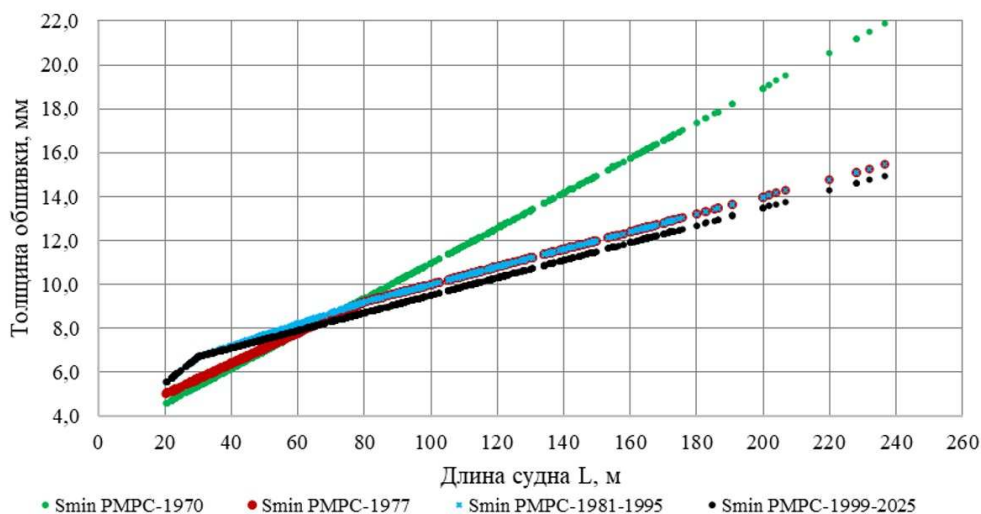


Рис. 2. Минимальная толщина бортовой обшивки по Правилам РС 1970–2025 гг.

По диаграмме видно, что в версии Правил 1970 г. требования для крупных судов были значительно завышены. Формула при этом распространялась на весь диапазон судов по длине и учитывала фактическую шпацию.

В 1977 г. были внесены изменения, в результате которых для крупных судов требования значительно снизились, а для малых и средних судов длиной 20–50 м несколько увеличились. Формула по-прежнему осталась линейной, но при этом была разбита на два интервала с границей на длине 80 м.

В период с 1981 по 1995 г. формула в очередной раз претерпела изменения. К двум интервалам добавился третий с границей на длине 30 м. Требования для малых судов существенно возросли. Так, для судов длиной 30 м минимальная толщина увеличилась на 1 мм, что составляет 17,5 %. Для судов длиной более 30 и менее 80 м увеличение получилось не столь значительным — в среднем около 6 %.

Последняя версия Правил, сохранившаяся с 1999 г., вновь указывает два интервала, но с границей на 30 м. Требования для судов менее 30 м остались без изменений относительно версии 1981–1995 гг. Для судов с длиной от 30 до 80 м требования плавно уменьшаются, достигая разницы в 0,5 мм, которая впоследствии распространяется и на более крупные суда.

### 1.2. American Bureau of Shipping (ABS).

В отличие от большинства остальных зарубежных коллег, Американское бюро судоходства при определении требуемой минимальной толщины бортовой обшивки использует в Правилах не только длину судна или шпацию, а также осадку и высоту борта.

Для судов длиной менее 90 м минимальная толщина бортовой обшивки, мм:

$$t = s\sqrt{h/268} + 2,5, \quad (1.5-1)$$

где  $s$  — шпация продольных или поперечных балок, мм;  
 $h$  — расчетная высота борта, м, но при этом не менее  $0,1L$  или  $1,18d_s$ , в зависимости от того, что больше;  
 $L$  — длина судна, м;  
 $d_s$  — расчетная осадка или  $0,066L$ , смотря что больше.

Для судов длиной более 90 м, но менее 427 м минимальная толщина бортовой обшивки в пределах среднего района судна длиной  $0,4L$ :

$$t = (s/645)\sqrt{(L-15,2)(d_s/D_s)} + 2,5 \text{ мм, при } L < 305 \text{ м,} \quad (1.5-2)$$

$$t = (s/828)\sqrt{(L+175)(d_s/D_s)} + 2,5 \text{ мм, при } 305 < L \leq 427 \text{ м,} \quad (1.5-3)$$

где  $d_s$  — расчетная осадка, м;  
 $D_s$  — высота борта, м.

Результаты расчетов с использованием базы данных судов для ABS представлены на отдельной диаграмме (рис. 3). Для удобства сравнения с другими КО на сводной диаграмме представлена линейная аппроксимация со степенью достоверности 0,95.

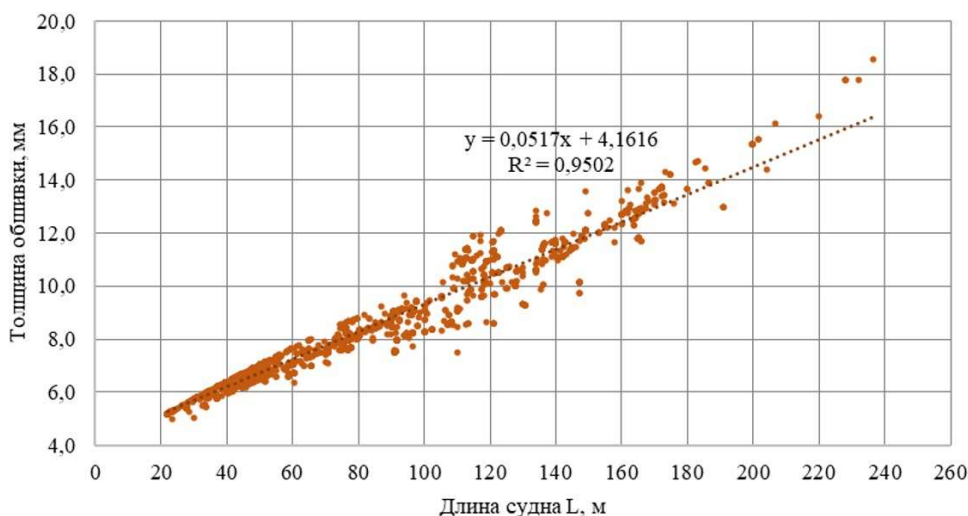


Рис. 3. Требуемые минимальные толщины по Правилам ABS

### 1.3. Lloyd's Register (LR).

Расчетная формула минимальной толщины бортовой обшивки в Правилах Регистра Ллойда имеет довольно много исходных данных и излишне перегружена дополнительными символами и перекрестными ссылками. В Правилах РС и других иностранных классификационных обществ (ИКО) данная формула выглядит значительно проще и позволяет оперативно рассчитать требуемую величину. Кроме того, формула LR разделена для различных районов по высоте —  $D/2$ ,  $D/4$  и промежуточные районы, требующие линейной интерполяции, — а также учитывает систему набора.

Для принятого в расчетах района в пределах  $D/4$  от половины высоты борта формула имеет следующий вид:

$$t = 0,001s_1(0,059L_1 + 7)\sqrt{F_D/k_L}, \quad (1.6-1)$$

$$t = 0,0051s_1\sqrt{T1^k}, \quad (1.6-2)$$

где  $s_1 = 470 + L/0,6$  — нормальная шпация, мм, но не менее 700 мм;  
 $L_1 = L$  — длина судна, но не более 190 м;  
 $F_D$  — местный редуцированный коэффициент;  
 $T1$  — расчетная осадка;  
 $k$  — коэффициент использования механических свойств стали.

На рис. 4 представлены результаты расчетов по формуле LR для рассматриваемой базы данных, а также представлена линейная линия тренда со степенью достоверности 0,98.

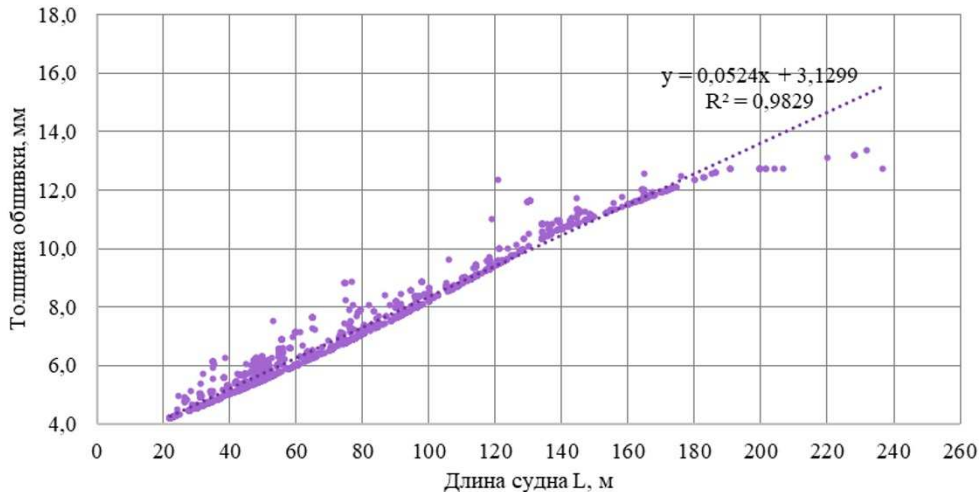


Рис. 4. Требуемые минимальные толщины по Правилам LR

### 1.4. Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd (DNV GL).

Правила классификации и постройки DNV GL в части корпуса разделены на два тома: суда длиной менее чем и более либо равной 100 м. По своему виду формула практически совпадает со второй частью современной формулы (1.4-2) Правил РС, за исключением того, что в российской версии слагаемое на 0,5 больше. Еще одной схожей частью формул DNV GL и РС является ограничение длины значением в 300 м и введением коэффициента использования механических свойств для более крупных судов.

Для судов длиной менее 100 м минимальная толщина бортовой обшивки, мм:

$$t = 5,0 + k \cdot L + t_k, \quad (1.7-1)$$

где  $k = 0,04$  на высоте до 4,6 м выше летней грузовой ватерлинии. На каждые следующие 2,3 м выше этого уровня значение коэффициента  $k$  может быть уменьшено на 0,01 (минимальное значение  $k = 0$ );  
 $t_k$  — коррозионная надбавка, мм.

Для судов длиной 100 м и более минимальная толщина бортовой обшивки, мм:

$$t = 5,0 + k \cdot L_1 / \sqrt{f_1} + t_k, \quad (1.7-2)$$

где  $f_1$  — коэффициент использования механических свойств стали;  
 $L_1$  — длина судна  $L$ , но не более 300 м.

Основным отличием формулы DNV GL является дополнительное слагаемое в виде коррозионной надбавки  $t_k$ . В дальнейших расчетах для корректного сравнения коррозионная надбавка не учитывалась, поскольку в Правилах других КО в данной формуле она отсутствует.

### 1.5. Bureau Veritas (BV).

В требованиях Правил Bureau Veritas в общем разделе отсутствует привычная формула минимальной толщины обшивки. Вместо нее содержится следующий пункт: «суммарная толщина, в мм, всех конструктивных элементов, включая обшивку, стенку и полку (при ее наличии) профилей и книц, стенки и полки рамных балок, должна быть не менее 5,0 мм».

Формула минимальной толщины бортовой обшивки, подобная формулам остальных КО, содержится в разделе, посвященном носовой оконечности:

$$t = c_F(0,03L_3 + 5,5)k^{1/2} - c_E, \quad (1.8)$$

$c_F$  — коэффициент, принимаемый равным 0,9 для бортов надстройки бака; 1,0 — в остальных случаях;

$c_E$  — коэффициент, принимаемый:

при  $L > 65$  м,  $c_E = 1$ ;

при  $65 < L < 90$  м,  $c_E = 3 - L/32,5$ ;

при  $L \geq 90$  м,  $c_E = 0$ ;

$L_3$  — длина судна  $L$ , но не более 300 м;

$k$  — коэффициент использования механических свойств стали.

Представленная формула также напоминает требования РС и DNV GL, только множитель перед длиной судна  $L$ , м, составляет 0,03 вместо 0,04. Соответственно, минимальные требования к толщине бортовой обшивки в BV ниже, чем у коллег.

### 1.6. Korean Register of Shipping (KR).

Требования к минимальной толщине наружной обшивки в Korean Register представлены в табличной форме (см. табл. 1) и разделены по длине судна на носовую и кормовую оконечности, машинное отделение и остальные части, то есть среднюю часть. При этом для бортовой обшивки и днищевого и скулового поясьев требования одинаковые.

Таблица 1

Требования KR к минимальной толщине наружной обшивки

Элемент	Пояс	Район по длине	Толщина обшивки
Наружная обшивка	Днище	Носовая часть	$5,5 + 0,03L_2\sqrt{k}$
	Бортовая обшивка	Машинное отделение Кормовая часть	$7,0 + 0,02L_2\sqrt{k}$
	Скула	В других местах	$4,5 + 0,02L_2\sqrt{k}$

где  $L_2$  — длина судна  $L$ , но не более 300 м;  
 $k$  — коэффициент использования механических свойств стали.

Формулы KR имеют привычный вид и выглядят в целом как у других КО. Требования для среднего района заметно ниже, поскольку коэффициент перед длиной судна  $L$ , м, 0,02 вместо 0,04 и 0,03 у коллег. Второе слагаемое также меньше и равняется 4,5 мм.

Формула для носового района идентична требованиям Bureau Veritas, за исключением того, что в BV есть дополнительные поправочные коэффициенты, снижающие требования для малых и средних судов.

### 1.7. China Classification Society (CCS).

В правилах CCS требования к толщине бортовой обшивки по аналогии с LR разделены по высоте на районы 1/4D, 1/2D, 3/4D и промежуточные районы. Кроме того, требования различаются в зависимости от системы набора, продольной или поперечной.

Формула для толщины бортовой обшивки на высоте 1/2D от основной плоскости выглядит следующим образом:

$$t_1 = 0,06s(L + 110)\sqrt{F_m/K}, \quad (1.9-1)$$

$$t_2 = 5,1s\sqrt{(d + h_2)F_bK}, \quad (1.9-2)$$

где  $L$  — длина судна, но не более 190 м;

$F_d, F_m$  — редуцированный коэффициент;

$d$  — осадка судна;

$h_2$  — 0,5C, но не более 0,36d;

$C$  — волновой коэффициент;

$K$  — коэффициент использования механических свойств стали.

Кроме данной формулы имеется также отдельный пункт правил, регламентирующий минимальную толщину бортовой обшивки:

$$t = (0,035L + 6)\sqrt{K}. \quad (1.10)$$

Как видно по результатам расчета (рис. 5), минимальные требуемые значения, полученные по формуле (1.10) для малых и средних судов, значительно завышены. Минимальная толщина бортовой обшивки начинается от 6,5 мм, что довольно много для судов длиной около 20 м.

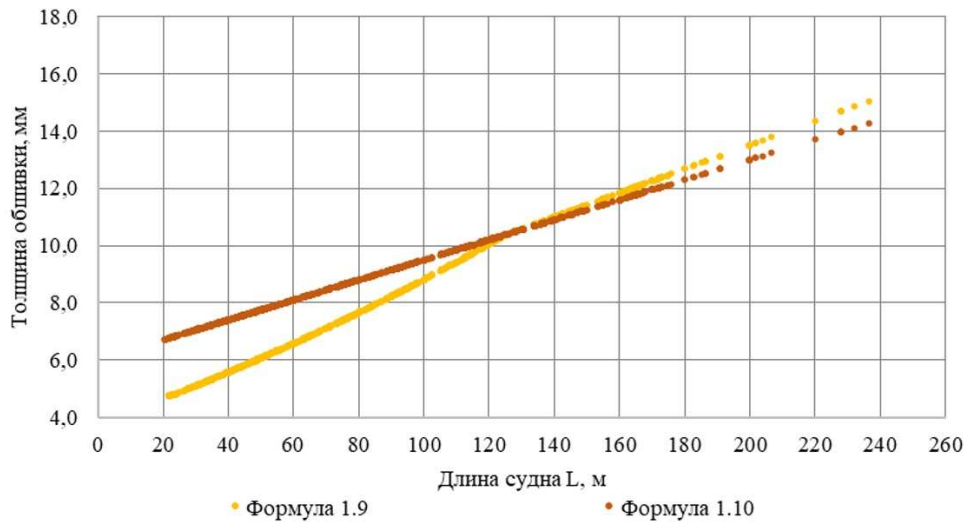


Рис. 5. Требуемые минимальные толщины по Правилам CCS

## 2. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для наглядного сравнения требований КО к минимальной толщине бортовой обшивки результаты расчетов объединены на сводной диаграмме (рис. 6).

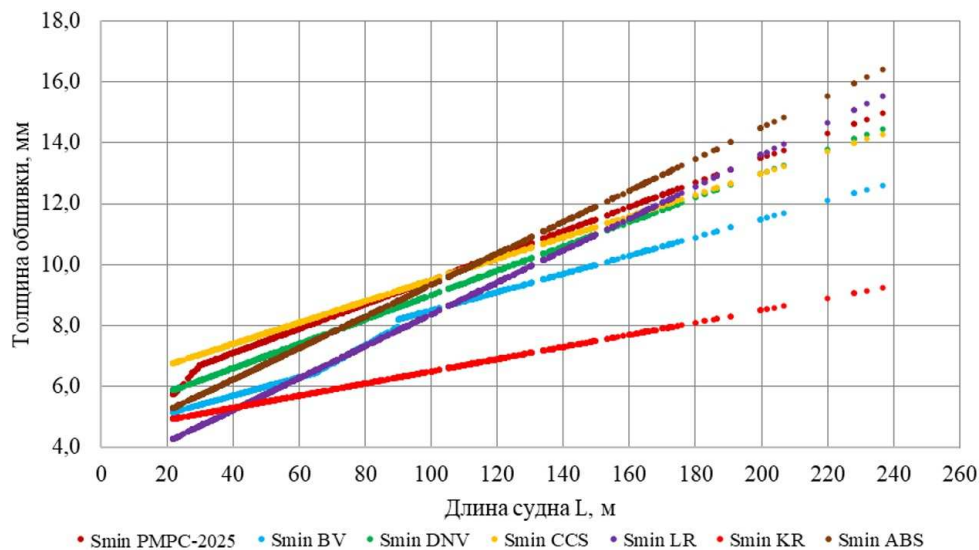


Рис. 6. Результаты расчетов минимальной толщины бортовой обшивки

Анализируя требования Правил КО и сводную диаграмму, можно сформулировать следующие выводы.

- Минимальные требования Korean Register of Shipping к бортовой обшивке в среднем районе судна существенно ниже остальных коллег. Однако требования для обшивки в оконечностях и в районе машинного отделения выше, чем для среднего района (см. табл. 1), но также несколько уступают другим ИКО.

- Требования Bureau Veritas для носового района находятся на нижней границе общемирового тренда. Для среднего же района требования к бортовой обшивке еще ниже и составляют  $t_{const} = 5$  мм.

- Следующим классификационным обществом, «закрывающим» нижнюю границу тренда, является Lloyd's Register. Требования к малым и средним судам длиной 20–40 м заметно ниже, чем у коллег. Для судов длиной 100–190 м требуемая толщина обшивки близка к остальным ИКО с разницей порядка 0,5–1,0 мм. Если оценивать не линейную аппроксимацию, а результаты расчетов по формуле (1.6-1), видно, что значения для более крупных судов практически не увеличиваются (рис. 4). Это связано с ограничением  $L_1$  не более 190 м, в то время как у большинства коллег ограничение составляет 300 м.

- Требования American Bureau of Shipping являются наиболее «гибкими», поскольку зависят не только от длины, как у большинства остальных КО, но и от осадки  $d_s$ , высоты борта  $D_s$  и шпации  $s$ . Линейная аппроксимация значений, полученных по Правилам ABS, практически параллельна требованиям Ллойда, но при этом выше в среднем на 1,0 мм. Минусом требований ABS является отсутствие коэффициента использования механических свойств стали.

- Для судов с расчетной длиной от 100 до 200 м требования к минимальной толщине бортовой обшивки у большинства КО практически одинаковы. Разница между требованиями PC, CCS, ABS и LR в этом диапазоне не превышает 1,0 мм.

- Для малых и средних судов длиной от 20 до 80 м требования PC и CCS в среднем выше, чем у остальных ИКО, на 0,5–1,5 мм. При этом в Правилах CCS имеется вторая формула (1.9), требования согласно которой ближе к кривой BV.

Оценивая возможность перехода судна из ИКО под наблюдение PC, можно заключить, что для большинства крупных судов, длиной 80 м и более, требования к минимальной толщине бортовой обшивки находятся примерно на одном уровне. Для малых и средних судов длиной от 20 до 80 м в большинстве случаев минимальные требования выше на 0,5–1,5 мм, чем у остальных КО. В связи с этим при принятии зарубежных судов в класс PC может потребоваться замена бортовой обшивки, что приведет к существенным затратам.

Для повышения конкурентоспособности и приближения требований PC к общемировым ниже рассмотрен возможный вариант изменения расчетной формулы (рис. 7):

$$s_{\min} = 3,6 + 0,07L \text{ при } L < 65 \text{ м,} \quad (1.11-1)$$

$$s_{\min} = (5,5 + 0,04L)\sqrt{\eta} \text{ при } L \geq 65 \text{ м.} \quad (1.11-2)$$

В результате первая часть формулы будет соответствовать требованиям образца 1977 г., а вторая — существующим Правилам PC.

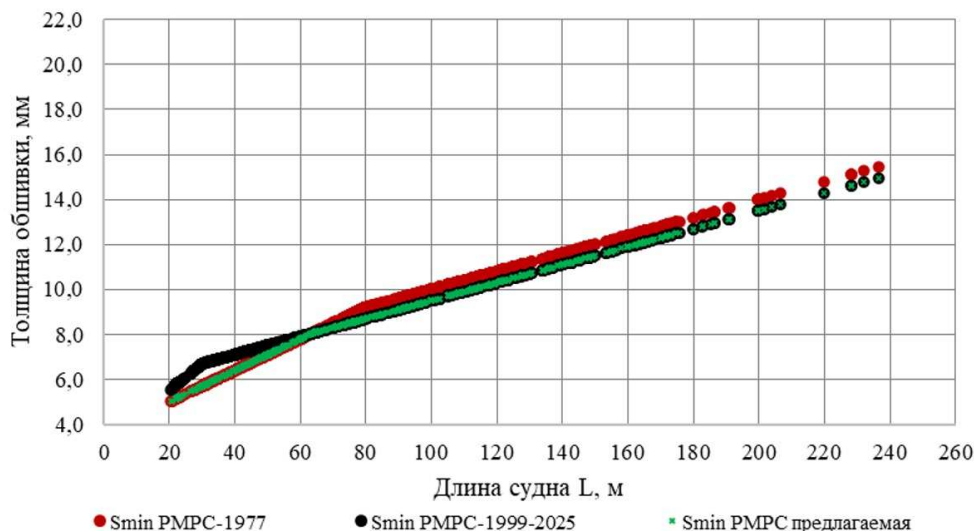


Рис. 7. Предлагаемая редакция требований к минимальной толщине бортовой обшивки

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ требований ведущих классификационных обществ к минимальной толщине бортовой обшивки морских судов в среднем районе позволил отследить общемировые тренды.

Полученные результаты могут быть полезны как на ранних стадиях проектирования, так и при переходе судна из одного классификационного общества в другое.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов Э.А. Анализ требований к бортовому набору рыболовных судов / Э.А. Кузнецов, А.О. Котов // Наука, инновации и технологии: От идей к внедрению: м-лы II Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 г. — С. 280–283.
2. Кузнецов Э.А. Усиления корпусов судов, швартующихся в море / Э.А. Кузнецов, В.А. Кулеш // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. — 2023. — № 4(57). — С. 56–62.
3. Правила классификации и постройки морских судов / Российский морской регистр судоходства. — СПб., 2025.
4. Rules for Building and Classing — Marine Vessels / American Bureau of Shipping. — Houston, TX, 2025.
5. Rules for Classification of Ships / DNV GL AS. — Høvik, July 2017.
6. Rules for Construction of Sea-Going Steel Ships / China Classification Society. — Beijing, 2025.
7. Rules for the Classification of Steel Ships / Korean Register of Shipping. — Seongnam-si, 2025.
8. Rules for the Classification of Steel Ships / Bureau Veritas. — Paris, July 2025.
9. Kuznetsov E.A. Comparative analysis of design requirements for fishing vessels and offers for their development / E.A. Kuznetsov, V.A. Kulesh, G.A. Isaev, A.O. Kotov // The 35th Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures (TEAM 2022): Program and Proceedings. — Vladivostok: Publishing house of the Maritime State University named Admiral Nevelskoi, 2022. — P. 66–71.

## REFERENCES

1. Kuznetsov E.A., Kotov A.O. Analysis of requirements for the side framing of fishing vessels. *Science, Innovations and Technologies: From Ideas to Implementation. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Komsomolsk-on-Amur, November 14–18, 2022*. P. 280–283. (In Russ.)
2. Kuznetsov E.A., Kulesh V.A. Hull reinforcements for vessels mooring at sea. *Vestnik Inzhenernoi Shkoly Dalnevostochnogo Federalnogo Universiteta [Bulletin of the Engineering School of the Far Eastern Federal University]*. 2023. No. (4)57. P. 56–62. (In Russ.)
3. Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships / Russian Maritime Register of Shipping. St. Petersburg, 2025.
4. Rules for Building and Classing — Marine Vessels / American Bureau of Shipping. Houston, TX, 2025.
5. Rules for Classification of Ships / DNV GL AS. Høvik, July 2017.
6. Rules for Construction of Sea-Going Steel Ships / China Classification Society. Beijing, 2025.
7. Rules for the Classification of Steel Ships / Korean Register of Shipping. Seongnam-si, 2025.
8. Rules for the Classification of Steel Ships / Bureau Veritas. Paris, July 2025.
9. Kuznetsov E.A., Kulesh V.A., Isaev G.A., Kotov A.O. Comparative analysis of design requirements for fishing vessels and offers for their development. *The 35th Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures (TEAM 2022): Program and Proceedings*. Vladivostok: Publishing house of the Maritime State University named Admiral Nevelskoi, 2022. P. 66–71.

Статья поступила в редакцию 16.11.2025.

Принята к публикации 10.03.2026.