

УДК 629.5

А.Г. Егоров

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛАВНЫХ РАЗМЕРЕНИЙ БАРЖЕ-БУКСИРНОГО
СОСТАВА СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ «ДНЕПРО-МАКС» КЛАССА**

Изложены основные путевые ограничения, определяющие длину, ширину, осадку, надводный габарит судов смешанного плавания. Среди них размеры судоходного пути, габариты рабочих камер шлюзов, размеры и глубины портовых акваторий и причалов, размеры подходных каналов, габариты мостов и линий электропередачи, ограничения морских подходных каналов. Учет подобных ограничений иллюстрируются на примере выбора главных размерений судна «Днепро-Макс» класса, предназначенного для работы на Днепре, Дунае (до Рени), в морских портах Черноморского бассейна, а также в морских мелководных портах Азовского бассейна, таких как Ростов-на-Дону, Азов, Ейск, Таганрог, Темрюк, Кавказ, Мариуполь и Бердянск.

Ключевые слова: проектирование, суда смешанного река-море плавания, главные размерения, путевые условия, «Днепро-Макс» класс.

Викладені основні путні обмеження, які визначають довжину, ширину, осадку, надводний габарит суден змішаного плавання. Серед них розміри судноплавного шляху, габарити робочих камер шлюзів, розміри й глибини портових акваторій і причалів, розміри підхідних каналів, габарити мостів і ліній електропередачі, обмеження морських підхідних каналів. Врахування подібних обмежень ілюструється на прикладі вибору головних розмірень судна «Дніпро-Макс» класу, призначеного для роботи на Дніпрі, Дунаї (до Рені), в морських портах Чорноморського басейну, а також у морських мілководних портах Азовського басейну, таких як Ростов-на-Дону, Азов, Єйськ, Таганрог, Темрюк, Кавказ, Маріуполь і Бердянськ.

Ключові слова: проектування, судна змішаного ріка-море плавання, головні розмірення, путні умови, «Дніпро-Макс» клас.

Main way restrictions which determine length, breadth, draught, air draught of mixed river-sea navigation vessels are stated. Navigation way conditions, dimensions of working lock chambers, sizes and depths of port water areas and moorings, sizes of approach channels, dimensions of bridges and transmission lines, restrictions of sea approach channels among them. The account of such restrictions are illustrated by the example of choice of main dimensions of "Dnipro-Max" class vessel assigned for work on Dnieper, Danube (up to Reni), in Black Sea pool seaports, and also in Azov pool sea shallow ports such as Rostov-on-Don, Azov, Yeysk, Taganrog, Temryuk, Caucasus, Mariupol and Berdyansk.

Постановка проблеми. В науке о проектировании давно известно, что для получения наибольшего экономического эффекта необходимо создавать судно с максимально возможным дедвейтом. В идеале необходимо добиться наилучшего сочетания главных элементов судна (главных размерений, скорости, дедвейта, объема грузовых пространств).

На самом же деле выбор главных размерений нового судна зависит от предполагаемого района эксплуатации этого судна (от портов захода, от габаритов и глубин судоходных путей). Примеров таких судов немало: «Суэцмаксы» (ограничения по Суэцкому каналу), «Панамаксы» (ограничения по Панамскому каналу), «Хендимаксы» (ограничения по японским портам), «Волго-Дон максы» (по ограничениям ВВП европейской части РФ), «Волго-Балт максы» (по ограничению ВБВП), «Азов максы» (по ограничениям устьевых портов Азовского бассейна) и др.

В публикациях профессора Г.В. Егорова [6-8] показано, что для судов ограниченного (в том числе река-море) района плавания выбор главных размерений полностью определяется путевыми условиями.

Несмотря на очевидные путевые ограничения, в советское время подходы к проектированию судов ограниченного плавания были схожи со стандартной («морской») схемой определения главных размерений и элементов. В книге [3] главные размерения и элементы судов внутреннего плавания определялись, исходя из уравнения весов, когда L , B , D являются функциями дедвейта Dwt и скорости V_s (при этом величина осадки d может задаваться как постоянное ограничение). В книге [25] предлагалось определять главные элементы, исходя из оценки водоизмещения Δ через коэффициенты утилизации и далее на основе совместного решения уравнений веса и мощности с последующим определением главных размерений и коэффициентов полноты.

Поэтому анализ ограничений, накладываемых условиями эксплуатации, представляет принципиальный интерес для выбора главных размерений составных судов (барже-буксирных составов) смешанного река-море плавания (ББС) и является **целью настоящей статьи**.

Изложение основного материала. Исследование проводится для ББС класса «Днепро-Макс» – составных судов, предназначенных для работы на Днестре, Дунае (до Рени), в морских портах Черноморского бассейна, а также в морских мелководных портах Азовского бассейна, таких как Ростов-на-Дону, Азов, Ейск, Таганрог, Темрюк, Кавказ, Мариуполь и Бердянск.

На выбор главных размерений судов смешанного плавания влияют как путевые условия внутренних водных путей (ВВП), так и условия морских портов и каналов.

В соответствии с ГОСТ 26775-97 [5] все внутренние водные пути в зависимости от их характеристик и использования транспортным и техническим флотом подразделяют на семь классов, указанных в табл. 1.

Такая классификация позволяет, исходя из класса выбранного ВВП, оценить примерные размеры (габаритную длину L_M , габаритную ширину B_M , надводный габарит $H_{НГ}$) судов и барже-буксирных составов (ББС), для которых эти пути проектировались.

Таблица 1

*Основные характеристики водных путей
и транспортного грузового флота*

Номер	Класс водного пути (участка)	Глубина судового хода на перспективу $d_{ВВП}$, м		Расчетные ширина B_M / длина L_M состава, м		Расчетная надводная высота судна $H_{НГ}$, м
		гарантированная	средненавигационная	судового	плотового	
1	сверх-магистральные	>3,2	>3,4	36/220 или 29/280	110/830 или 75/950	15,2
2		2,5... 3,2	2,9... 3,4	36/220	75/950	13,7
3	магистральные	1,9... 2,5	2,3... 2,9	21/180	75/680	12,8
4		1,5... 1,9	1,7... 2,3	16/160	50/590	10,4
5	местного значения	1,1... 1,5	1,3... 1,7	16/160	50/590	9,6
6		0,7... 1,1	0,9... 1,3	14/140	30/470	9,0
7		<0,7	0,6... 0,9	10/100	20/300	6,6

Источник: [5]

Однако такая классификация является весьма условной и ее использование в проектировании без привязки к фактическим путевым условиям невозможно. Например, согласно табл. 1 река Днепр относится по глубине судового хода к ВВП первого класса (нижний и средний Днепр), а по габаритным размерам судов – четвертого класса.

Согласно [11] фактическая обеспеченность гарантированных судовых глубин составляет в зависимости от категоричности ВВП от 80 до 99 %, что также подчеркивает достаточно условный характер классификации ГОСТ 26775-97.

Итак, изложим требования к главным элементам, связанные с ограничениями портов, каналов и судоходных путей.

1. Требования к габаритной длине судна L_M

1.1. По габаритам шлюзов

Согласно правилам пропуска судов [24], габаритная длина судна $L_M \leq L_{\text{шк}}$, где $L_{\text{шк}}$ – полезная длина шлюзовой камеры.

Данные реки Днепр указаны в табл. 2.

Таблица 2

Полезные длины шлюзовых камер $L_{\text{шк}}$ на Днепре

Шлюзы	Фактическая длина $L_{\text{шк}}$, м
Киевский	150
Каневский	270
Кременчугский	260
Днепродзержинский	270
Запорожский	283
Каховский	260

Источник: [13-19]

1.2. По минимальному радиусу закругления судового хода ВВП

Габаритная длина судна по критерию безопасной управляемости судна на ВВП без снижения скорости должна удовлетворять условию $L_M \leq K_1 R_{\text{min}}$, где R_{min} – минимальный радиус закругления судового хода (800 м для реки Днепр [13-19]), K_1 – коэффициент запаса. В виду отсутствия конкретных величин в Правилах плавания по ВВП Украины [22], выбирается в соответствии с Правилами плавания по внутренним водным путям РФ [21] (см. табл. 3) $L_M \leq 0,29 \cdot 800 \leq 232 \text{ м}$.

Таблица 3

*Коэффициенты запаса K_1 для определения
максимально допускаемой габаритной длины судна*

Наименование судна	Направление движения	
	вверх	вниз
Одиночные суда	0,40	0,33
Толкаемые составы	0,40	0,29
Суда и составы на ВВП США [10]	0,95	0,75

Источник: [10, 21]

Следует отметить, что коэффициенты, приведенные в табл. 4, базируются на эксплуатационных условиях реки Волга со скоростью течения 4 км/ч, однако, эти коэффициенты распространяются на все реки. На самом деле это некорректно, так как радиусы кривизны и ширины судового хода, а также скорости течения на равнинных реках существенно отличаются друг от друга. Отношение радиуса кривизны к ширине судового хода на большей части Волги составляет 10-12, на Днестре 7-8 (10 – очень редко) [23]. Отсюда видно, что относительная ширина судового хода на Днестре больше, чем на Волге. Это позволяет водить составы со значительно меньшими соотношениями радиуса кривизны судового хода к длине состава (R/L). Кроме того, скорости течения на Днестре значительно меньше (на Днестре до 2,5 км/ч [23], на Волге – до 7 км/ч [2]), чем на Волге, что в свою очередь вызывает дальнейшее снижение отношения R/L .

Полученное выше значение L_M можно трактовать как величину с запасом в безопасную сторону.

1.3. По длинам причалов портов

С целью исключения перешвартовок при проведении грузовых операций габаритная длина судна согласно рекомендаций [11] не должна превышать длину причала с учетом запаса на передвижку судна и на навигационный запас, т.е. должна удовлетворять в общем виде условию $L_M \leq L_{\text{пр}} - \Delta L_1 - \Delta L_2$, где $L_{\text{пр}}$ – длина причала, что требует изучения фактических данных по портам [1, 4, 21, 26]; ΔL_1 – длина передвижки судна, причем при передвижных кранах $\Delta L_1 = 0$, при погрузке стационарными перегрузочными механизмами $\Delta L_1 = 0,15 \cdot L_M$, $\Delta L_2 = 0 \dots 0,30 \cdot L_M$ – запас на предотвращение навигационных аварий.

Для причалов, где используются передвижные краны, условие имеет вид $L_M \leq (0,77 \dots 1,00) \cdot L_{\text{пр}}$.

Для причалов со стационарными грузовыми механизмами условие по длинам причалов имеет вид $L_M \leq (0,62 \dots 0,85) \cdot L_{\text{пр}}$.

Длины причалов портов указаны в таблице 4.

В среднем для исследуемого региона $L_{\text{пр}} = 120 \dots 350$ м.

Таблиця 4

Длины причалов портов $L_{\text{ПР}}$

Порт	Фактическая длина $L_{\text{ПР}}$, м
Киевский речной	от 130
Черкасский речной	70-180
Кременчугский речной	от 120
Днепродзержинский речной	до 150
Днепропетровский речной	120-230
Запорожский речной	72-420
Никопольский речной	110, 200
Новокаховский речной	100-140
Херсонский речной	150-550
Николаевский речной	от 140
Ренийский морской торговый	от 80. Суммарная – 3927.
Измаильский морской торговый	до 150
Усть-Дунайский морской торговый	117, 150
Белгород-Днестровский морской торговый	78,7-185
Ильичевский морской торговый	от 120
Одесский морской торговый	87-359
Южный морской торговый	103-350
Херсонский морской торговый	80-200
Николаевский морской торговый	138-265
Октябрьский морской	Суммарная – 1900.
Днепро-Бугский морской	100-210
Скадовский морской торговый	156-294
Евпаторийский морской торговый	134-305
Севастопольский морской торговый	112, 251,5
Ялтинский морской торговый	195, 280
Феодосийский морской торговый	86,25-165
Керченский морской торговый	150-400
Бердянский морской торговый	132,7-217
Мариупольский морской торговый	145,5-265,5
Таганрогский морской торговый	70-214,5
Темрюк	84-182
Тамань	150-285
Кавказ	150, 169
Ростов-на-Дону	до 500
Азов	50-330
Ейск	101,1-175,2

Источник: [27-30]

1.4. По характеристикам морских каналов

Для обеспечения безопасного проходов судов морскими каналами администрациями каналов вводятся специальные ограничения в виде $L_M \leq L_{KM}$, где L_{KM} – максимально допускаемая длина судна для совершения прохода в тех или иных условиях (круглосуточно или без лоцмана и т.п.).

К примеру, согласно [32], для Керчь-Еникальского канала установлены ограничения по критерию круглосуточного прохода с лоцманом $L_{KM} = 160$ м, по безлоцманскому проходу – $L_{KM} = 120$ м.

При этом проход судов в Азовское море осуществляется в светлое время суток судам длиной до 215 м и осадкой до 8 м, в любое время – длиной до 160 м и осадкой до 6 м. Для судов длиной более 120 м и с осадкой более 4,5 м требуется лоцманская проводка.

1.5. По габаритам акватории речных внерусловых портов

При необходимости расположить причалы вне русла реки строятся внерусловые порты в естественных или искусственно созданных бассейнах, например, Ростовский ковш, Александровский ковш, ковш Аксайской РЭБ и т.п.

При выборе ширины акватории (бассейна) $B_{БАС}$ внеруслового порта согласно рекомендаций [11] должно выполняться условие $B_{БАС} \geq 1,5 \cdot L_M + k_{ПР} \cdot B_M$, где $k_{ПР}$ – коэффициент расположения причалов, при нахождении причалов с одной стороны акватории $k_{ПР} = 0$, с двух сторон – $k_{ПР} = 2$; B_M – габаритная ширина судна.

Отсюда габаритная длина судна должна соответствовать условию $L_M \leq 0,67 \cdot (B_{БАС} - k_{ПР} \cdot B_M)$. Для односторонней акватории ограничение приобретает вид $L_M \leq 0,67 \cdot B_{БАС}$, для двухстороннего внеруслового порта при ожидаемом соотношении $L_M / B_M \approx 142 / 18 = 7,9$ – условие трансформируется к виду $L_M \leq 0,57 \cdot B_{БАС}$.

1.6. По размерам подходов к судоходным шлюзам

В связи со стесненными условиями вход и выход судов в камеру шлюза должен осуществляться в движении по прямой линии. При этом рекомендуется, чтобы прямолинейный участок подхода к шлюзу имел такую протяженность $L_{ПШ}$, которая позволила бы обеспечить расхождение судов и отстой судов, ожидающих шлюзование.

Анализ рекомендаций [11] позволил получить ограничение по габаритной длине судна в виде $L_M \leq 0,26 \cdot L_{ПШ}$, которое позволяет выполнить все требования по безопасному несимметричному подходу расчетного судна к шлюзу при радиусе поворота судна $R_{min} \leq 3L_M$ и ожидаемом соотношении $L_M / B_M = 7,9$.

1.7. По основным элементам морских портов

Согласно [12] для устранения опасности выброса судна на огражденные сооружения ширина входных ворот порта (проекция расстояния между головами огражденных сооружений на нормаль к оси входа в порт) $B_{\text{ВХ}}$ должна удовлетворять условию $B_{\text{ВХ}} \geq 0,8L_{\text{М}}$, что равносильно ограничению $L_{\text{М}} \leq 1,25B_{\text{ВХ}}$.

Считается, что происходит полное гашение инерции судна при входе в порт при выполнении условия $L_{\text{М}} \leq 0,29L_{\text{ВХ}}$, где $L_{\text{ВХ}}$ – длина прямолинейного участка портовой акватории по направлению оси входа, считая от ворот порта.

Разворот судна собственными средствами на необходимый угол по дуге циркуляции требует наличия разворотного круга, отвечающего условию $L_{\text{М}} \leq 0,29D_{\text{ВХ}}$, где $D_{\text{ВХ}}$ – диаметр разворотного круга. При использовании буксиров допускается $L_{\text{М}} \leq 0,50D_{\text{ВХ}}$. Аналогичные решения были приняты при проектировании порта Роттердам [20].

Согласно [12] для безопасных швартовых операций у причалов, акватория которых допускает разворот судна, при ожидаемом соотношении $L_{\text{М}}/B_{\text{М}} = 7,9$ должно выполняться условие $L_{\text{М}} \leq 0,61B_{\text{БАС}}$, где $B_{\text{БАС}}$ – ширина бассейна (акватории между пирсами).

2. Габаритная ширина судна $B_{\text{М}}$

2.1. По габаритам судового хода

Ширина судна должна позволять в рамках фактической ширины судового хода $B_{\text{СХ}}$ обеспечивать безопасные условия плавания с учетом воздействия ветра, волнения, установленного порядка движения.

Используя рекомендации работы [11], значение габаритной ширины судна может быть определено по условию $B_{\text{М}} \leq k_2 \cdot B_{\text{СХ}}$, где k_2 – коэффициент, учитывающий условия плавания. Для одностороннего движения $k_2 = 0,67$, для двухстороннего движения без учета рыскания судов $k_2 = 0,38$, для двухстороннего движения с учетом максимального рыскания судов на угол до 2 градусов $k_2 = 0,35$. Данные рекомендации могут быть ужесточены для скальных откосов и подводных прорезей, которых судоводители не видят.

Судовой ход на Днепре имеет гарантированную ширину $B_{\text{СХ}} = 80$ м, глубину не менее 3,2 м. Поэтому для одностороннего движения $B_{\text{М}} = 0,67 \cdot 80 = 53,6$ м и для двухстороннего движения $B_{\text{М}} = 0,38 \cdot 80 = 30,4$ м.

2.2. По габаритам шлюзов

Согласно правилам пропуска судов [24], габаритная ширина судна должна отвечать условию $B_M \leq B_{\text{шк}} - \Delta B_1$, где $B_{\text{шк}}$ – фактическая ширина шлюзовой камеры; ΔB_1 – запас по ширине, в шлюзах шириной до 18 м составляет 0,8 м. При наличии наледей на стенах камеры в шлюзах любой ширины шлюзование судов допускается при суммарном запасе по ширине не менее $\Delta B_1 = 0,4$ м от краев наледи.

Значения ширины камеры для шлюзов Днепра указаны в табл. 5.

Таблица 5

Полезная ширина шлюзовой камеры $B_{\text{шк}}$ Днепра

Шлюзы	Фактическая ширина $B_{\text{шк}}$, м
Киевский	18,0
Каневский	18,0
Кременчугский	18,0
Днепродзержинский	18,0
Запорожский	18,0
Каховский	18,0

Источник: [13-19]

2.3. По проходу под мостами

По проходу под мостами габаритная ширина судна $B_M \leq B_{\text{мс}} - \Delta B_2$, где $B_{\text{мс}}$ – фактическая ширина подмостовых габаритов (минимальная согласно ГОСТ 26775-97 [5] указана в табл. 6); ΔB_2 – запас по ширине, принимаемый для мостов на водных путях классов 1-4 равным 24 м.

Таблица 6

*Минимальная ширина подмостовых габаритов
судоходных пролетов мостов*

Класс водного пути (участка)	Ширина подмостового габарита, не менее $B_{\text{мс}}$, м, для пролета	
	неразводного	разводного
1	140	60
2	140	60
3	120	50
4	120	40
5	100/60	30
6	60/40	-
7	40/30	-

Источник: [5]

Согласно с «Правилами плавания на ВВП Украины» [22] ширина судоходных пролетов, в условиях ограниченной видимости менее 1 км, должна быть не меньше:

- пятикратной ширины одноплощадного (кильватерного) состава;
- трехкратной ширины иных составов, кроме одноплощадного.

Основные ограничивающие габаритную ширину мосты на Днепре указаны в таблице 7.

Таблица 7

Основные ограничивающие габаритную ширину мосты на Днепре

Мосты	Ширина судоходного пролета / судоходных пролетов, м
Метро на 850,6 км судового хода	60 / 60
Черкасский на 667 км судового хода	90 / 90
Кременчугский на 541,2 км судового хода	80 / 80
Днепропетровский двухъярусный на 391,7 км судового хода	65 / 65 / 65
Запорожский на 210,5 км судового хода	80
Херсонский автодорожный на 37,4 км судового хода	80 / 80

Источник: [13-19]

Кроме указанного в табл. 7 Днепропетровского двухъярусного моста, на участке от Днепродзержинска до Днепропетровска имеется пять других мостов, имеющих большие габариты:

- Днепродзержинский автодорожный мост (ширина судоходного пролета 100 м);
- Новокайдацкий мост (ширина судоходного пролета 80 м);
- Мерефо-Херсонский мост (ширина судоходного пролета 86 м);
- Южный автодорожный мост (ширина судоходного пролета 120 м);
- Днепропетровский городской мост (ширина судоходного пролета 80 м).

2.4. По габаритам акватории речных русловых портов

Большинство причалов р. Днепр расположены непосредственно в русле и рукавах, вдоль берега.

Для таких портов должно выполняться условие по достаточности ширины акватории (ширины реки) $B_{\text{БАС}}$ для стоянки у причалов двух рядов судов шириной $B_{\text{М}}$ и безопасного расхождения двух встречных судов также шириной $B_{\text{М}}$. Согласно рекомендациям [10] ограничение имеет вид $B_{\text{БАС}} \geq 6 \cdot B_{\text{М}}$.

Соответственно, значение габаритной ширины судна может быть определено по условию $B_{\text{М}} \leq 0,17 \cdot B_{\text{БАС}}$.

2.5. По основным элементам морских портов

Согласно [12] для безопасных швартовных операций у причалов, акватория которых не допускает разворот судна, должно выполняться условие $B_M \leq 0,50(B_{\text{БАС}} - 60)$, где $B_{\text{БАС}}$ – ширина бассейна (акватории между пирсами). При этом принято, что сумма длины наибольшего буксира и длины буксирного троса составляет примерно 60 м.

2.6. По подходным каналам морских портов

Согласно [12] ширина канала по дну на отметке навигационной глубины при одностороннем движении $B_{\text{СХ}} = k_3 \cdot B_M + 2C + \Delta B_3$, где $k_3 \cdot B_M$ – ширина маневровой полосы для расчетного судна, k_3 – коэффициент, учитывающий влияние на движение судна ветра и течения, а также парусность судна и его скорость, $C = 0,5 \cdot B_M$ – навигационный запас ширины канала, учитывающий гидродинамическое взаимодействие судна с бровкой канала, ΔB_3 – запас ширины канала на заносимость. Отсюда ширина судна должна удовлетворять ограничению $B_M \leq (B_{\text{СХ}} - \Delta B_3) / (k_3 + 1)$.

Например, для мурманского рукава порта Архангельск $B_M \approx 0,16 \cdot B_{\text{СХ}}$.

Для порта Роттердам согласно данным [20] действует оценка в виде $B_M \approx 0,20 \dots 0,33 \cdot B_{\text{СХ}}$.

3. Осадка судна d

3.1. По правилам плавания на ВВП

Согласно «Правилам» [21] осадка судна $d \leq d_{\text{ВВП}} - \Delta d_1$, где $d_{\text{ВВП}}$ – глубина судового хода; Δd_1 – запас по глубине, который зависит от значения $d_{\text{ВВП}}$ и типа грунта.

Δd_1 показывает разницу между глубиной на конкретном участке и наибольшей осадкой судна на стоянке и назначается согласно табл. 8.

Требуется, чтобы при прохождении лимитирующих по глубине участков судоводители учитывали явления просадки и принимали меры для ее уменьшения путем снижения скорости судна или путем уменьшения загрузки. Кроме того, при плавании в бассейнах разрядов "М" и "О" суда должны иметь дополнительный запас воды под днищем не менее 1/3 высоты волны согласно прогнозу. При проектировании такие факторы не учитываются, так как подобные динамические эффекты увеличения осадки должны быть учтены при эксплуатации.

Таблиця 8

*Минимальные запасы Δd_1 по глубине на водных путях
(минимальные запасы воды под днищем)*

Глубина судового хода $d_{\text{вп}}$, м	Для судов (составов)		Для плотов независимо от характера грунта, м
	при песчаном и галечном грунте, м	при каменистом грунте, м	
до 1,50	0,10	0,15	0,20
1,51-3,00	0,15	0,20	0,25
3,00 и более	0,20	0,25	0,30

Источник: [21]

На участке Киевского водохранилища от устья реки Припять до Киевской ГЭС самым сложным для судоходства является участок Киевская ГЭС – село Толокунь (877-910 км судового хода). Максимальная глубина на этом участке составляет 16,9 м. Средняя глубина водохранилища – 4 м. Гарантированная глубина судового хода – 2,65 м. На участке Каневского водохранилища от Киевской ГЭС до Каневской ГЭС самым сложным для судоходства является участок Киевский шлюз – город Украинка (871-812 км судового хода). На участке расположено 7 мостов. На участке Каневского водохранилища от города Канев до города Переяслав-Хмельницкий глубины на судовом ходу изменяются от 6 до 22 м; от Переяслав-Хмельницкого до Украинки – от 4,3 до 15 м; от Украинки до Вышгорода – от 4 до 20,9 м. Гарантированная глубина судового хода – 3,65 м (участок Каневский шлюз – вход в Киевскую гавань), 2,65 м (участок Киевский шлюз – вход в Киевскую гавань). На участке Кременчугского водохранилища от Каневской ГЭС до Кременчугской ГЭС самым сложным для судоходства является участок Каневский шлюз – поселок Сокирна (726-683 км судового хода). На участке от поселка Сокирна до острова Заповедник 14 скалистых перекатов, на которых глубины могут быть меньше гарантированной. Гарантированные габариты пути поддерживаются систематическими дноуглубительными работами. Актуальную обстановку необходимо уточнять у ДП «Укрводшлях». Для всего участка характерны резкие колебания уровней воды и наблюдаются значительные скорости течений, которые являются результатом работы Каневской ГЭС (1-2 м/с в период весеннего половодья, 0,5-0,8 м/с во время сбросов ГЭС). На участке от Кременчугской ГЭС до Черкасского моста глубины меняются от 5 до 13 м. Наименьшие глубины (3,8 м) наблюдаются на участке между буями № 9 и № 11. Гарантированная глубина судового хода – 3,65 м.

На участке Днепродзержинского водохранилища самым сложным для судоходства является участок Кременчугская ГЭС – Пятихатский гранитный карьер (555-499 км судового хода). Имеется ряд перекатов, на которых глубины могут быть меньше гарантированной. Гарантированные

габариты пути поддерживаются систематическими дноуглубительными работами. Актуальную обстановку необходимо уточнять у ДП «Укрводшлях». На участке от Днепродзержинской ГЭС до поселка Мишурин Рог глубины на судовом ходу меняются от 4 до 14 м; на участке от поселка Мишурин Рог до поселка Каменные потоки – от 4 до 10 м. Гарантированная глубина судового хода – 3,65 м.

На участке Днепровского водохранилища самым сложным для судоходства является участок Днепродзержинская ГЭС – Днепропетровск (433-385 км судового хода). Участок от буя № 53 до Днепродзержинского шлюза особенно опасен из-за перекатов и каменистого грунта. На участке от Днепровской ГЭС им. В.И. Ленина до устья Самары глубины на судовом ходу меняются от 4,4 до 62 м; на участке от устья Самары до Днепродзержинской ГЭС – от 3,65 до 11 м. Гарантированная глубина судового хода – 3,65 м.

На участке Каховского водохранилища от Днепровской ГЭС до Каховской ГЭС самым сложным для судоходства является участок Днепровская ГЭС – село Беленькое (305-271 км судового хода). На этом участке имеется несколько крутых поворотов, которые ограничивают видимость. В районе Запорожья возможная глубина пути может быть на уровне 3,2 м. На участке от Каховской ГЭС до села Бабино глубины на судовом ходу меняются от 9 до 15 м; на участке от села Бабино до порта Никополь – от 3,7 до 10 м, от порта Никополь до села Беленькое – от 3,2 до 14 м, от села Беленькое до Днепровской ГЭС – от 3,2 до 8,4 м. Средняя глубина водохранилища – 8,5 м. Гарантированная глубина судового хода – 3,65 м, на участке Старого Днестра (гранкарьер – устье) – 3 м. На участке Нижнего Днестра от Каховской ГЭС до устья самым сложным для судоходства является участок Каховская ГЭС – село Львово (305-271 км судового хода). На этом участке имеются перекаты с возможными лимитирующими глубинами (менее 3,65 м, необходимо уточнять перед рейсом у ДП «Укрводшлях»). Средняя глубина на участке от Херсона до устья Днестра – 8 м. Гарантированная глубина судового хода – 3,65 м.

3.2. По условиям шлюзов

Согласно правилам пропуска судов [24] фактическая осадка $d \leq d_{\text{шп}} - \Delta d_2$, где $d_{\text{шп}}$ – глубина на порогах шлюза; Δd_2 – запас по глубине (0,40 м). Гарантированная глубина на верхнем и нижнем порогах камер шлюзов составляет 3,65 м.

3.3. По глубинам подходных каналов морских и речных портов

Согласно [12] проектная глубина канала $d_{\text{кан}} = d + \Delta d_3 + \Delta d_4$, где Δd_3 – навигационный запас глубины канала, учитывающий просадку судна на ходу, волнение, крен от ветра и циркуляции, а также собственно

запас, необходимый для обеспечения управляемости судна на мелководье, Δd_4 – запас глубины канала на заносимость.

Отсюда наибольшая осадка судна должна удовлетворять ограничению $d = d_{\text{КАН}} - \Delta d_3 - \Delta d_4$. Рекомендации по минимальному навигационному запасу глубины канала даны в табл. 9 [30].

Таблица 9

Минимальный навигационный запас глубины канала

Грунт	Значение запаса Δd_3 , м
Ил	0,04d
Песок заиленный, ракушка, гравий	0,05d
Песок, глина, супесь, суглинки, галька	0,06d
Скальный грунт, валуны, сцементированные породы	0,07d

Источник: [30]

Минимальные глубины подходных каналов портов указаны в таблице 10.

Таблица 10

Минимальные глубины подходных каналов портов

Порт	Минимальные глубины подходных каналов $d_{\text{КАН}}$, м
1	2
Киевский речной	3,4
Черкасский речной	3,6
Кременчугский речной	3,8
Днепродзержинский речной	3,5
Днепропетровский речной	4,0
Запорожский речной	4,2
Никопольский речной	3,2-5,0
Новокаховский речной	3,8
Херсонский речной	4,4-8,0
Николаевский речной	5,8
Ренийский морской торговый	2,3-6,5
Измаильский морской торговый	7,2
Усть-Дунайский морской торговый	8,0
Белгород-Днестровский морской торговый	4,5
Ильичевский морской торговый	16,0
Одесский морской торговый	13,5
Южный морской торговый	14,0-25,0
Херсонский морской торговый	3,7-8,25
Николаевский морской торговый	7,5-11,2

Продолжение табл. 10

1	2
Октябрьский морской	10,7
Днепро-Бугский морской	11,5
Скадовский морской торговый	до 10,0
Евпаторийский морской торговый	5,0-8,25
Севастопольский морской торговый	5,75-9,75
Ялтинский морской торговый	6,5-8,25
Феодосийский морской торговый	6,8-10,9
Керченский морской торговый	6,7-8,4
Бердянский морской торговый	5,4-8,37
Мариупольский морской торговый	8,0-9,75
Таганрогский морской торговый	4,2-5,5
Темрюк	4,6-5,5
Тамань	5,5-14,5
Кавказ	3,9-5,8
Ростов-на-Дону	3,6-6,7
Азов	4,5-8,5
Ейск	3,8-4,8

Источник: [27-29]

В среднем для исследуемого региона $d_{\text{кан}} = 3,8-8,0$ м.

4. Ограничения по надводному габариту

4.1. По проходу под мостами

Согласно правилам плавания судов по ВВП [21] фактическая надводная высота судна должна отвечать условию $H_{\text{нт}} \leq H_{\text{мс}} - \Delta H_1$, где $H_{\text{мс}}$ – высота моста над фактическим уровнем воды, ΔH_1 – минимальный запас по высоте, который зависит от $H_{\text{мс}}$ и характера ВВП (свободное течение или зарегулированные участки).

Минимальные запасы по высоте ΔH_1 для прохода под мостами указаны в табл. 11 без учета волнения.

Минимальное значение $H_{\text{мс}}$ определяется по данным табл. 12 ГОСТ 26775-97 [5] в зависимости от класса ВВП и использования транспортным и техническим флотом.

Основные ограничивающие габаритную высоту мосты на Днепре приведены в табл. 13.

Таблиця 11

Минимальные запасы ΔH_1 по высоте в мостах

Высота моста над рабочим (фактическим) уровнем воды H_{MC} , м	На свободных реках и водохранилищах, м	На зарегулированных участках, м
до 10	0,2	0,1
10,1-13,0	0,3	0,1
13,1-16,0	0,4	0,2
16,0 и более	0,5	0,2

Источник: [21]

Таблиця 12

Высота подмостового габарита

Класс водного пути (участка)	Высота подмостового габарита H_{MC} , м
1	17,0
2	15,0
3	13,5
4	12,0
5	10,5
6	9,5
7	7,0

Источник: [5]

Таблиця 13

Основные ограничивающие габаритную высоту мосты на Днепре

Мосты	Высота моста над рабочим (фактическим) уровнем воды, м
Метромост на 850,6 км судового хода	14,38
Черкасский на 667 км судового хода	13,20
Кременчугский на 541,2 км судового хода	9,65 (8 пролет) / 9,80 (9 пролет) разводной
Новокайдацкий на 396,4 км судового хода	15,70
Днепропетровский двухъярусный на 391,7 км судового хода	8,67 (6 пролет, движение вниз) / 8,77 (8 пролет, движение вверх) / 9,25 (7 пролет, разводной)
Днепропетровский городской на 389,3 км судового хода	14,90
Южный автодорожный на 380,6 км судового хода	16,70
Запорожский на 210,5 км судового хода	22,60
Херсонский автодорожный на 37,4 км судового хода	17,20

Источник: [13-19]

4.2. Пересечения воздушных линий электропередачи

Согласно [11] фактическая надводная высота судна должна отвечать условию $H_{\text{нг}} \leq H_{\text{эп}} - \Delta H_2$, где $H_{\text{эп}}$ – наименьшее расстояние проводов воздушных линий от фактического уровня воды, ΔH_2 – минимальный запас по высоте, который зависит от напряжения в линии электропередачи согласно табл. 14.

Наиболее важные для исследуемого бассейна переходы указаны в табл. 15, на реке Днепр линии электропередач проходят значительно выше существующих мостов, отмеченных в табл. 13. Переход аммиакопровода на 337,8 км судового хода по Днепру имеет надводный габарит 17,27 м.

Таблица 14

Минимальный запас по высоте ΔH_2 для прохода под проводами воздушных линий согласно [31]

Расстояние ΔH_2 , м от проводов воздушной линии	Напряжение воздушной линии, кВ				
	110	150	220	330	500
До верхних частей судов при наивысшем уровне воды	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5

Источник: [31]

Таблица 15

Наименьшее расстояние проводов воздушных линий от фактического уровня воды $H_{\text{эп}}$ нижней части р. Дон (устье – порт Ростов-на-Дону)

Участок р. Дона, отстояние от Южного порта Москвы, км	Высота перехода $H_{\text{эп}}$, м от	
	проектного уровня	максимального уровня
3155,4	23,6	21,4
3132,3	17,5	14,0

Источник: [1]

Сводные результаты анализа максимально допускаемой габаритной длины приведены в табл. 16, максимально допускаемой ширины – в табл. 17, осадки – в табл. 18 и надводного габарита – в табл. 19.

Таблиця 16

Путевые условия, влияющие на выбор габаритной длины L_M судна «Днепр-Макс» класса

Характеристика	Максимально возможное значение L_M
Минимальный радиус закругления судового хода реки Днепр $R_{min} = 350$ м	$L_M \approx 232$ м
Длины причалов $L_{пр} = 120-350$ м	120 м (для грузовой секции состава), 140 м для самоходного судна
Ограничение Керчь-Еникальского канала по критерию круглосуточного прохода	160 м
Минимальная длина рабочей камеры шлюза $L_{шк} = 150$ м	150 м (при эксплуатации выше Киевского шлюза), 260 м (при эксплуатации до Киевского шлюза)

Таблиця 17

Путевые условия, влияющие на выбор габаритной ширины B_M судна «Днепр-Макс» класса

Характеристика	Максимально возможное значение B_M
Река Днепр, ширина судового хода $B_{сх} = 80$ м	30,4 м
Порт Ростов-на-Дону, ширина судового хода $B_{сх} = 60$ м	21,0 м
Порт Азов, ширина судового хода Азово-Донского канала $B_{сх} = 70$ м	24,5 м
Порт Ейск, ширина судового хода $B_{сх} = 80$ м	28,0 м
Порт Темрюк	17,5 м
Минимальная ширина подмостовых габаритов на Днепре $B_{МС} = 65$ м (Днепровский двухъярусный мост, 391,7 км судового хода)	20,0 м (при разводке моста в ясную погоду), 13,0 м (для однопиточного состава в условиях ограниченной видимости)
Минимальная ширина иных подмостовых габаритов на Днепре $B_{МС} = 80$ м	28,0 м (при разводке мостов в ясную погоду), 16,0 м (для однопиточного состава в условиях ограниченной видимости, при наличии дополнительных подруливающих устройств возможная ширина 16,8-17,2 м)
Минимальная ширина камеры шлюзов на Днепре $B_{шк} = 18,0$ м	17,2 м (без учета наледи)

Таблиця 18

*Путевые условия, влияющие на выбор осадки d
судна «Днепро-Макс» класса*

Характеристика портов	Максимально возможное значение d
1	2
Река Днепр, глубина судового хода $d_{\text{ВВП}} = 3,2-3,85$ м	3,00-3,65 м
Шлюза на Днепре, глубина на верхнем и нижнем порогах камер $d_{\text{ШП}} = 3,65$ м	3,25 м
Киевский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 3,4$ м	3,20 м
Черкасский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 3,6$ м	3,40 м
Кременчугский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 3,8$ м	3,60 м
Днепродзержинский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 3,5$ м	3,30 м
Днепропетровский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 4,0$ м	3,80 м
Запорожский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 4,2$ м	4,00 м
Никопольский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 3,2-5,0$ м	3,00-4,80 м
Новокаховский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 3,8$ м	3,60 м
Херсонский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 4,4-8,0$ м	4,20-7,80 м
Николаевский речной порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 5,8$ м	5,60 м
Ренийский морской торговый порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 2,3-6,5$ м	2,10-6,50 м
Измаильский морской торговый порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 7,2$ м	7,00 м
Белгород-Днестровский морской торговый порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 4,5$ м	4,30 м
Херсонский морской торговый порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 3,7-8,25$ м	3,50-8,05 м
Николаевский морской торговый порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 7,5-11,2$ м	7,30-11,0 м
Евпаторийский морской торговый порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 5,0-8,25$ м	4,80-8,05 м
Керченский морской торговый порт, глубина судового хода $d_{\text{КАН}} = 6,7-8,4$ м	6,5-8,2 м

Продолжение табл. 18

1	2
Бердянський морський торговий порт, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 5,4-8,37$ м	5,2-8,17 м
Маріупольський морський торговий порт, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 8,0-9,75$ м	7,80-9,55 м
Таганрогський морський торговий порт, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 4,2-5,5$ м	4,00-5,30 м
Темрюк, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 4,6-5,5$ м	4,40-5,30 м
Тамань, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 5,5-14,5$ м	5,30-14,30 м
Кавказ, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 3,9-5,8$ м	3,70-5,60 м
Ростов-на-Дону, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 3,6-6,7$ м	3,40-6,50 м
Азов, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 4,5-8,5$ м	4,30-8,30 м
Ейск, глибина судового ходу $d_{\text{КАН}} = 3,8-4,8$ м	3,60-4,60 м

Таблиця 19

Путеві умови, впливаючі на вибір надводного габарита $H_{\text{НГ}}$ судна «Днепр-Макс» класу

Характеристика	Максимально возможное значение $H_{\text{НГ}}$
1	2
Мост Метро на 850,6 км судового ходу, $H_{\text{МС}} = 14,38$ м	13,98 м
Черкаський міст на 667 км судового ходу, $H_{\text{МС}} = 13,2$ м	12,80 м
Кременчузький міст на 541,2 км судового ходу, $H_{\text{МС}} = 9,65/9,80$ (розводний пролет) м	9,15 м/ 9,30 м
Новокайдацький міст на 396,4 км судового ходу $H_{\text{МС}} = 15,7$ м	15,30 м
Дніпропетровський двухъярусний міст на 391,7 км судового ходу, $H_{\text{МС}} = 8,67$ (нерозводний пролет) м/8,77 (нерозводний) м/9,25 (розводний) м	8,57 м/ 8,67 м/ 9,15 м
Дніпропетровський міської міст на 389,3 км судового ходу, $H_{\text{МС}} = 14,9$ м	14,50 м

Продолжение табл. 19

1	2
Южный автодорожный мост на 380,6 км судового хода, $H_{MC} = 16,7$ м	16,20 м
Запорожский мост на 210,5 км судового хода, $H_{MC} = 22,6$ м	22,10 м
Херсонский автодорожный мост на 37,4 км судового хода, $H_{MC} = 17,2$ м	16,70 м
Автодорожный и железнодорожный мост (Дон), 3142,4 км, $H_{MC} = 19,7$ м	19,20 м
Переход аммиакопровода на 337,8 км судового хода по Днепру, $H_{ам} = 17,27$ м	16,77 м
Воздушный переход реки Дон, 3132,3 км, высота перехода $H_{ЭП} = 17,5$ м	14,00 м
Воздушный переход реки Дон, 3155,4 км, высота перехода $H_{ЭП} = 23,6$ м	20,10 м
Примечание.* – При эксплуатации выше Кременчуга $H_{НГ} = 12,80$ м. При эксплуатации выше Запорожья $H_{НГ} = 14,50$ м (Днепропетровский, Днепродзержинский речные порты и до Кременчуга). При эксплуатации до Запорожья $H_{НГ} = 16,70$ м. Проектируемое судно класса «Днепро-Макс» не предназначено для работы выше 3133 км реки Дон. В случае создания судна, которое должно было бы работать на расположенный выше Александровский ковш (3123, 6 км), $H_{НГ} = 14,0$ м.	

Кроме того, необходимо принять во внимание надводные габариты арки шлюза Каховской ГЭС (см. рис.). Особенность арки заключается в том, что закругления арки не позволяют использовать габаритную ширину шлюза в 18 м по всей высоте арке (18 м над уровнем воды в шлюзе), таким образом, необходимо будет предусмотреть рулевую рубку с открытыми крыльями мостика во избежание перекрытия надстройки и арки шлюза (более детально необходимо уточнять после выбора надводного габарита судна).

Заключение. На основе анализа путевых условий можно рекомендовать для судна смешанного река-море плавания «Днепро-Макс» класса габаритную длину 140-150 м (длину грузовой секции ББС не более 120 м).

Габаритная ширина судна может быть принята в пределах 16,0-17,2 м (в зависимости от наличия дополнительных подруливающих устройств).

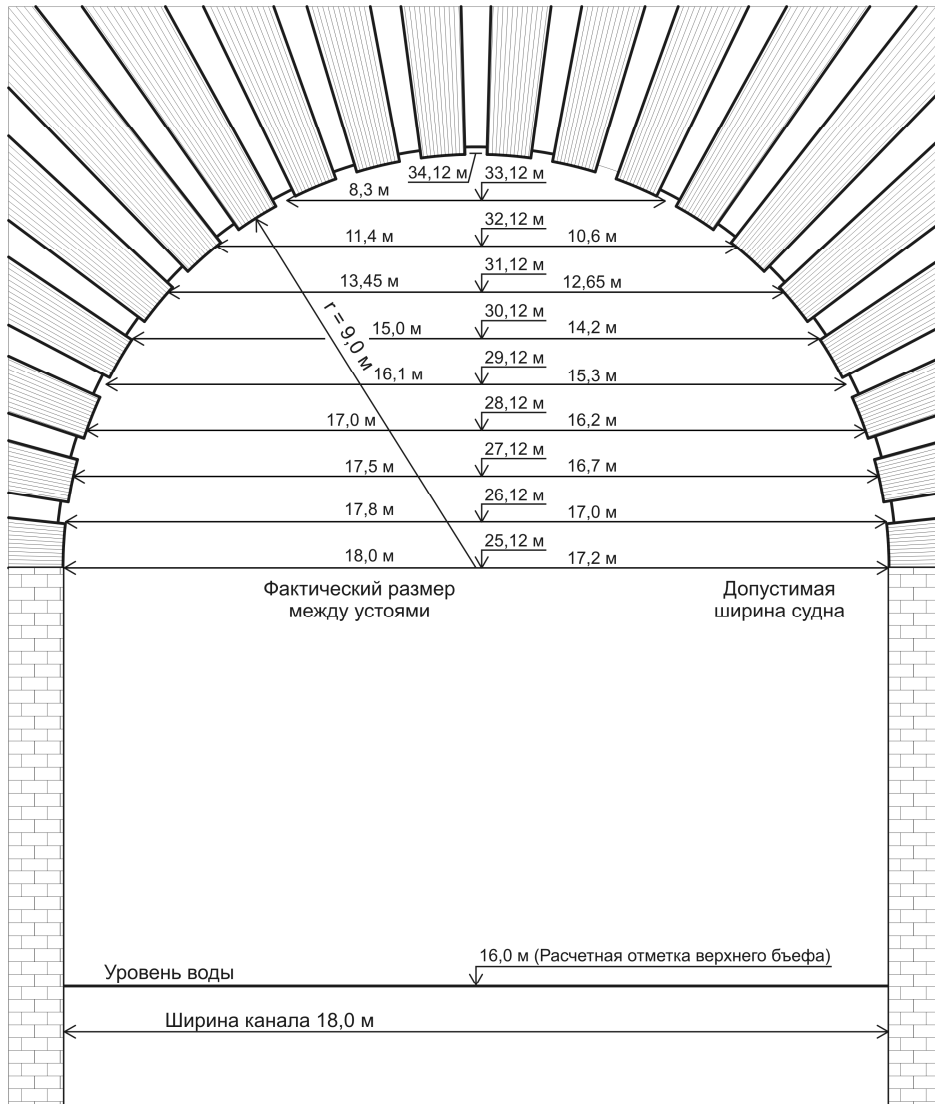


Рис. Схема арки шлюза Каховской ГЭС

Источник: [АСК «Укрречфлот»]

Надводный габарит судна может быть равным или меньше 16,7 м (для работы по Днепру не выше Запорожья). Для работы выше Запорожья до Кременчуга – 14,5 м. Для работы выше Кременчуга – 12,8 м. Для работы на второй грузовой район порта Ростов-на-Дону – ковш Александровский, наибольший надводный габарит будет равен 14,0 м.

Рабочий теоретический диапазон осадок судна «Днепро-Макс» класса изменяется в пределах 3,00-4,50 м. Учитывая незначительный экспортно-импортный грузопоток по Днепру выше Днепропетровска, а точнее его практически полное отсутствие [9], можно говорить о рабочем диапазоне осадок 3,60-4,50 м.

Таким образом, после того, как путевые условия определили главные размерения судна, следующим шагом является определение на основе указанной в техническом задании скорости хода V_s оптимального значения коэффициента общей полноты C_b .

Максимально возможный дедвейт судна обеспечивается рациональным конструированием связей корпуса, ведущим к минимизации веса металлического корпуса.

Предлагаемая схема может быть использована при проектировании любого транспортного судна внутреннего, смешанного река-море и ограниченного морского плавания, ориентированного для работы на порты Днепра.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Атлас единой глубоководной системы Европейской части РСФСР. Т. 8. Волго-Донской водный путь. – Минречфлот РСФСР. – 1990. – 86 с.*
2. *Ваганов Г.И. Эксплуатация секционных составов. – М.: Транспорт, 1974. – 192 с.*
3. *Вицинский В.В., Страхов А.П. Основы проектирования судов внутреннего плавания. – Л.: Судостроение, 1970. – 454 с.*
4. *Все о портах Украины: Справочник // Порты Украины. – Одесса, 2005. – 657 с.*
5. *ГОСТ 26775-97. Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Введен в действие постановлением Госстроя России № 18-25 от 03.07.97. – 11 с.*
6. *Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.*
7. *Егоров Г.В. Выбор главных элементов сухогрузных и нефтеналивных судов смешанного «река-море» плавания // Судостроение. – 2004. – № 6. – С. 10-16.*

8. Егоров Г.В. «Линейка» многоцелевых сухогрузных судов Морского инженерного бюро // *Морская Биржа*. – 2005. – № 4 (14). – С. 16-20.
9. Предпосылки создания и концепты нового поколения сухогрузных судов смешанного река-море плавания для Украины / Г.В. Егоров, С.Н. Баскаков, А.Г. Егоров, И.Н. Бойко, В.А. Нильва // *Вісник ОНМУ*. – Одеса: ОНМУ, 2012. – Вып. 35. – С. 12-44.
10. Лесюков В.А. Теория и устройство судов внутреннего плавания. – М.: Транспорт, 1982. – 303 с.
11. Михайлов А.В. Гидросооружения водных путей, портов и континентального шельфа. Ч. I. Внутренние водные пути. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 448 с.
12. Морские каналы и средства навигационного оборудования морских путей / В.М. Власов, Н.А. Ирхин, Г.В. Зеньковский и др. – М.: Транспорт, 2001. – 368 с.
13. Навігаційна річкова карта Нижнього Дніпра від Каховської ГЕС до гирла. № 3528. ДУ «Держгідрографія» / ФДУ «Укрморкартографія». – К.: Літера, 2008.
14. Навігаційна річкова карта Каховського водосховища від Дніпровської ГЕС до Каховської ГЕС, № 3529. ДУ «Держгідрографія» / ФДУ «Укрморкартографія». – К.: Літера, 2010.
15. Навігаційна річкова карта Дніпровського водосховища та річки Самара від міста Новомосковськ до гирла. № 3530. ДУ «Держгідрографія» / ФДУ «Укрморкартографія». – К.: Літера, 2009.
16. Навігаційна річкова карта Дніпродзержинського водосховища та гирлової частини річки Ворскла. № 3531. ДУ «Держгідрографія» / ФДУ «Укрморкартографія». – К.: Літера, 2011.
17. Навігаційна річкова карта Кременчуцького водосховища від Канівської ГЕС до Кременчуцької ГЕС. № 3532. ДУ «Держгідрографія» / ФДУ «Укрморкартографія». – К.: Літера, 2011.
18. Навігаційна річкова карта Канівського водосховища від Київської ГЕС до Канівської ГЕС. № 3533. ДУ «Держгідрографія» / ФДУ «Укрморкартографія». – К.: Літера, 2007.
19. Навігаційна річкова карта Київського водосховища, річки Дніпро від Лоева до Камарина, річки Прип'ять від Усівського плеса до Чорнобиля. № 3534. ДУ «Держгідрографія» / ФДУ «Укрморкартографія». – К.: Літера, 2012.
20. Понятовский В.В. Морские порты и транспорт: (эволюция). – М.: Московская Академия водного транспорта, 2006. – 429 с.

21. *Правила плавания по внутренним водным путям Российской Федерации. Утверждены Приказом Минтранса № 129 от 14.10.02. Зарегистрированы в Минюсте РФ 30.12.02 (регистрационный № 4088).* – М.: РКонсульт, 2004. – 33 с.
22. *Правила судноплавства на внутрішніх водних шляхах України. Затверджені Наказом Міністерства транспорту України № 91 від 16.02.04. Зареєстровані в Міністерстві юстиції України 12.07.04 (реєстраційний № 872/9471).* URL: – <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0872-04> (дата обращения 25.02.2013).
23. *Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды /В.Н. Гресе, Г.Г. Поликарпов, В.Д. Романенко и др.* – К.: Наукова думка, 1987.
24. *Про затвердження Правил пропуску суден через судноплавні шлюзи України. Затверджено Наказом Міністерства транспорту України № 809 від 20.10.03. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 04.11.03 (реєстраційний № 1010/8331).* URL: – <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1010-03> (дата обращения 04.03.2013).
25. *Проектирование судов внутреннего плавания / Н.К. Дормидонтов, В.Н. Анфимов, П.А. Малый и др.* – Л.: Судостроение, 1974. – 335 с.
26. *Речные порты Европейской части России.* – СПб.: Информационно-аналитическое агентство SeaNews, 2006. – 43 с.
27. *Сайт Измаильского морского торгового порта.* URL: – <http://www.izmport.com.ua/> (дата обращения 19.06.2013).
28. *Сайт SIF Service.* URL: – <http://www.sifservice.com/> (дата обращения 19.06.2013).
29. *Сайт ЕСИМ.* URL: – <http://www.russianports.ru/> (дата обращения 19.06.2013).
30. *Снопков В.И. Управление судном.* – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 536 с.
31. *Справочник эксплуатационника речного транспорта / М.Д. Амусин, В.С. Бубякин, К.А. Гаринов и др./ Под ред. С.М. Пьяных.* – М.: Транспорт, 1995. – 360 с.
32. *Black Sea and Sea of Azov pilot.* – United Kingdom Hydrographic Office, 2003. – 292 с.

Стаття надійшла до редакції 20.11.2013

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник Морського інженерного бюро, науковий консультант **В.В. Козляков**