

УДК 629.5 Е30

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАБАРИТОВ СУДНА С УЧЕТОМ БАССЕЙНОВОГО РАБОТЫ СМЕШАННОГО «РЕКА-МОРЕ» ПЛАВАНИЯ «ББК МАКС» КЛАССА**Г. В. Егоров¹, Я. В. Калугин², А. Г. Егоров³**

Обоснованы главные размерения концепта круизного судна «ББК макс» класса на основе анализа путевых условий. Это суда, размеры которых определяются условиями Беломорско-Балтийского канала. Эксплуатация предполагается на туристических линиях, соединяющих Санкт-Петербург и Москву, Санкт-Петербург и Беломорск через Беломорско-Балтийский канал, с возможностью выхода в Белое море и на Соловецкие острова. Судно «ББК макс» класса также может эксплуатироваться на линиях судов «Волго-Балт макс» и «Волго-Дон макс» классов.

***Ключевые слова:** суда внутреннего плавания, пассажирские суда, речные круизы, проектирование, путевые условия, главные размерения.*

Постановка проблемы. Выбор основных элементов речных круизных судов (КС) определяется путевыми условиями и стратегией туроператора, его позицией на рынке, приверженностью к тем или иным линиям и уровню комфортабельности [3, 4, 13] с учетом потребностей, склонностей и интересов пассажиров, для которых эти суда, собственно, и создаются.

Такой выбор, при всей его внешней субъективности, осуществляется из дискретного числа альтернатив, вполне объективно возникших на отечественном туристическом рынке как результат компромисса при выборе путевых ограничений и численности групп туристов.

Концепт круизного пассажирского судна смешанного «река-море» плавания «ББК макс» класса предполагает эксплуатацию на линиях, соединяющих порт Санкт-Петербург и порт Москва, порт Санкт-Петербург и порт Беломорск, с возможностью выхода в Белое море и на Соловецкие острова. Размеры судна «ББК макс» класс определяются путевыми условиями Беломорско-Балтийского канала и поэтому имеют пассажировместимость около 200 человек [4]. Кроме того, судно «ББК макс» класса может эксплуатироваться на линиях судов «Волго-Балт макс» и «Волго-Дон макс» классов.

¹ © Егоров Г. В., д.т.н, профессор, Морское Инженерное Бюро, г. Одесса.

² © Калугин Я.В., зам. главного конструктора, Морское Инженерное Бюро, г. Одесса.

³ ©Егоров А.Г., младший научный сотрудник, Морское Инженерное Бюро, г. Одесса.

Целью статьи является определение максимально возможных габаритов судна, предназначенного для работы на линиях, соединяющих порт Санкт-Петербург и порт Москва, порт Санкт-Петербург и порт Беломорск, с возможностью выхода в Белое море и на Соловецкие острова.

Изложение основного материала. Беломорско-Балтийский канал (ББК) длиной 227 км начинается в северной части Повенецкой губы Онежского озера и выходит в Сорокский залив Белого моря, состоит из семи шлюзов на южном склоне и двенадцати шлюзов на северном склоне. Искусственная трасса канала построена с использованием долин карельских рек и озер. Питание водой ББК – естественное проточное.

Общие замечания по условиям плавания на ББК – комбинация озерных («О») и речных разрядов («Р»), стесненные каменистые места с малыми глубинами за кромкой судового хода и предельно малыми радиусами хода, наличие относительно узких каналов и прорезей.

Основными портами бассейна являются: Петрозаводский порт; Медвежьегорский порт; порт Шала; порт Надвоицы; Беломорский морской порт. Кроме того, пассажирские суда могут заходить на Кижы.

В соответствии с ГОСТ 26775-97 [2] Беломорско-Балтийский канал (ББК) относится по глубине судового хода к ВВП первого класса, а по габаритным размерам судов – третьего класса.

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 правил пропуска судов [11] габаритная длина судна $L_M \leq L_{шк}$, где $L_{шк}$ – полезная длина шлюзовой камеры.

Данные ББК указаны в табл. 1.

Таблица 1

Полезные длины $L_{шк}$ шлюзовых камер шлюзов ББК

Шлюзы	Фактическая длина $L_{шк}$, м
Южный склон (шлюзы №1-7, односторонние двухкамерные)	134,2
Северный склон (шлюзы №8-19, односторонние двухкамерные)	135,4

Источник: [1].

Минимальная полезная длина шлюзовой камеры составила 134,2 м (односторонние двухкамерные шлюзы Южного склона).

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 $L_M \leq K_1 R_{min}$, где R_{min} – минимально гарантированный радиус закругления судового хода (см. фактические данные для ББК в табл. 2 и 3), K_1 – коэффициент запаса в соответствии с табл. 4 из Правил плавания по внутренним водным путям [10].

Таблица 2

Гарантированные радиусы закругления судового хода R_{min}

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Гарантированный радиус закругления судового хода R_{min} , м
ББК	500

Источник: [1].

Таблица 3

Фактические радиусы закругления судового хода R_{min}

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Фактический радиус за- кругления судового хода R_{min} , м
Остров Вадло, 1139	450
Озеро Телекино, 1163,5	450
Озеро Телекино, 1184,5	400
Озеро Воицкое, 1254	400
Онда, 1262,5	400

Источник: [1].

Таблица 4

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 [5]	0,95	0,75

Источник: [10].

Для реки ББК определяющими являются гарантированные характеристики судового хода – радиус закругления $R_{\min} = 500$ м, что согласно Правил плавания по внутренним водным путям ограничивает наибольшую длину самоходного судна при движении вверх по реке значением $L_M = 200$ м, вниз – $L_M = 165$ м.

Фактически (см. Табл. 3) в некоторых местах радиус закругления меньше и равен $R_{\min} = 400$ м, что соответствует $L_M = 132$ м.

Однако указанные в табл. 4 ограничения носят явно «осторожный» характер, так как достаточно типичные для ВДСК суда типа «Волго-Дон» с традиционной двухвальной установкой и двумя рулями имеют $L_M = 138,6$ м при $R_{\min} = 300$ м (в районе Среднепоречного переката, 3025-3027,7 км р. Дон).

Соответственно для Москвы реки при $R_{\min} = 400$ м может быть допущено самоходное судно с $L_M \leq 184,8$ м (при ограничении скорости хода).

Уточненные расчеты управляемости подтверждают, что для исследуемых ограничений могут быть допущены суда, имеющие полноповоротные винто-рулевые колонки, которые оказывают положительное влияние на маневренные свойства судна, с $L_M \leq 185$ м при условии снижения скорости хода при проходе стесненного места на 46 км примерно до 12 км/час (60 % от полного хода).

При этом следует учитывать, что скорость движения судов по искусственным каналам (между шлюзами №1-5, между шлюзами №12 и 13, 14 и 15, 18 и 19) не более 8 км/час.

1.3 По длинам причалов портов

С целью исключения перешвартовок при проведении грузовых операций габаритная длина судна согласно рекомендаций [6] 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 [7, 8, 9, 12]; ΔL_1 – длина передвижки судна, причем при передвижных кранах $\Delta L_1 = 0$, при погрузке стационарными перегрузочными механизмами $\Delta L_1 = 0,15L_M$, $\Delta L_2 = 0 \div 0,30L_M$, – запас на предотвращение навигационных аварий.

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

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

Для пассажирских судов отмеченные выше ограничения не столь актуальны, так как для них главное – это обеспечение безопасной посадки-высадки туристов и персонала, а также удобства при погрузке – выгрузке снабжения и продовольствия.

Причал Повенецкого участка порт Медвежьегорск имеет длину причальной стенки $L_{\text{ПР}} = 180$ м.

Причал №1 Беломорского морского порта имеет длину причальной стенки $L_{\text{ПР}} = 143$ м.

Каботажный причал Беломорского морского порта имеет длину причальной стенки $L_{\text{ПР}} = 300$ м.

2 Требования к габаритной ширине судна B_M

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 [6], значение габаритной ширины судна может быть определено по условию $B_M \leq k_2 \cdot B_{\text{СХ}}$, 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.

Одним из самых сложных мест ББК является водораздельный канал на участке 1140,6-1145,2 км. Берег канала на от 1140,8 до 1143,2 км скалистый, через каждые 20-40 м установлены ряжи. К северу от 1143,2 км берега укреплены камнем. Грунт – скала и супесь с валунами. Судовой ход в канале $B_{\text{СХ}} = 36$ м.

Другим местом, затруднительным для судоходства, является канал №181. Судовой ход на участке от 1292,5 км до шлюза №13 в канале $B_{\text{СХ}} = 36$ м. Ширина подводных откосов составляет 12-15 м. Грунт – пески с валунами и скала. Суда с осадкой более 3,0 м запрещено приближаться к берегу на расстояние менее 15,0 м. На участке 1292,8-1294,2 км суда должны держаться строго середины канала, так как на его кромках имеются остроконечные подводные скалы.

Гарантированная ширина судового хода $B_{\text{СХ}}$ указана в табл. 5.

Таблица 5

Гарантированная ширина судового хода $B_{СХ}$

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Гарантированная ширина судового хода $B_{СХ}$, м
Нижний подходной канал шл. №1	50
Шлюз №1 – шлюз №2	50
Шлюз №2 – шлюз №3	50
Шлюз №3 – шлюз №5	50
Шлюз №5 – шлюз №7	50
Верхний подходной канал шл. №7	40
Водораздел, 1125-1140	50
Водораздельный канал, 1140-1147	36
Маткоозеро, 1148-1155	100
Вологжа, 1155,0-1157,2	50
Река Телекинка, 1160-1201	50
Озера Телекинко, 1163,6-1196,0	60-70
Озера Телекинко, 1191,8-1192,5	60
Озеро Выгозеро, 1201-1246 км	300
Озеро Воицкое, 1251,6-1252,5	50
Шлюз №10 – шлюз №11	50
Участок Онда, 1256-1265 км	50
Парандовский бьеф, 1265-1289	70
Канал №181, 1289,4-1292,5	60
Канал №181, 1292,5-1294,4	36
Шлюз №13 – шлюз №14	70
Шлюз №14 – шлюз №15	36
Шлюз №15 – шлюз №16	70
Шлюз №16 – шлюз №17	60
Шлюз №17 – шлюз №18	40
Шлюз №18 – шлюз №19	36
Нижний подходной канал шл. №19	36
Шижня, 1330	36
Маткожненский бьеф, 1302-1309	70
Вытегра – Повенец	75
Повенец – Медвежьегорск	75
Маяк Гарницкий – Кондопога	100
Петрозаводск – Вознесенье, 946 км ББК	100
Петрозаводск – р.Водла, до бара	75
Петрозаводск – Вытегра, 894,8 км ББК	100
Вознесенье, 946 км ББК – р. Андома до бара	75
Вознесенье, 946 км ББК – Вытегра 894,8 км	100
Вознесенье, 946 км ББК – р. Водла до бара	75
р. Водла до бара – Вытегра, 894,8 км ББК	75
Петрозаводск – Великая Губа	40
Кижы – Лейнаволоок	40
Вознесенье – Повенец	75

Источник: [1], ГБУ «Беломорканал».

Минимальное значение $B_{сх} = 36$ м ограничивает ширину судна значением $B_M = 24,1$ м при одностороннем движении судов и $B_M = 13,68$ м при двухстороннем.

2.2 По габаритам шлюзов

Согласно правил пропуска судов [11], габаритная ширина судна должна отвечать условию $B_M \leq B_{шк} - \Delta B_1$, где $B_{шк}$ – фактическая ширина шлюзовой камеры; ΔB_1 – запас по ширине, в шлюзах шириной до 10 м составляет 0,4 м, до 18 м – 0,8 м, свыше 18 м – 1,0 м. Для шлюзов Северо-Двинской шлюзованной системы и в Кочетовском шлюзе ВДСК $\Delta B_1 = 0,6$ 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.

Примеры для ББК указаны в табл. 6.

Минимальное значение $B_{шк} = 14,43$ м (одноточные двухкамерные шлюзы Южного склона), которое ограничивает ширину судна значением $B_M = 13,63$ м.

Таблица 6
Полезная ширина шлюзовых камер $B_{шк}$ шлюзов ББК

Шлюзы	Фактическая ширина $B_{шк}$, м
Южный склон (шлюзы №1-7, одноточные двухкамерные)	14,43
Северный склон (шлюзы №8-19, одноточные двухкамерные)	14,5

Источник: [1].

2.3 По проходу под мостами

По проходу под мостами габаритная ширина судна $B_M \leq B_{мс} - \Delta B_2$, где $B_{мс}$ – фактическая ширина подмостовых габаритов (минимальная согласно ГОСТ 26775-97 [2] указана в таблице 7); ΔB_2 – запас по ширине, принимаемый для мостов на водных путях классов 1-4 равным 24 м.

Мост (1330,6 км) имеет один разводной пролет. Разводка осуществляется по заявке (за 12 часов до подхода). Ширина разводного пролета $B_{мс} = 40$ м, что ограничивает ширину судна значением $B_M = 16$ м.

Гарантированная ширина судового хода в пролетах моста B_{CX} указана в таблице 8. Минимальное значение $B_{CX} = 36$ м, которое ограничивает ширину судна значением $B_M = 24,1$ м.

Таблица 7

**Минимальная ширина B_{MC} подмостовых габаритов
судоходных пролетов мостов**

Класс водного пути (участка)	Ширина подмостового габарита, не менее B_{MC} , 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: [2].

Таблица 8

Ширина судового хода в пролетах моста B_{CX}

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Ширина судового хода в пролетах моста B_{CX} , м
Мост, 1330,6 км	36

Источник: [1].

2.4 По габаритам акватории речных русловых портов

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

Для таких портов должно выполняться условие по достаточности ширины акватории (ширины реки) $B_{БАС}$ для стоянки у причалов двух рядов судов шириной B_M и безопасного расхождения двух встречных судов также шириной B_M . Согласно рекомендаций [282] ограничение имеет вид $B_{БАС} \geq 6B_M$.

Соответственно, значение габаритной ширины судна при установке до двух судов в счале может быть определено по условию $B_M \leq 0,17B_{\text{БАС}}$.

Фактические значения ширины рейдов $B_{\text{СХ}}$ указаны в таблице 9.

Минимальное значение $B_{\text{СХ}} = 40$ м, которое ограничивает ширину судна значением $B_M = 13,68$ м при двухстороннем движении судов.

Таблица 9

Фактические значения ширины рейдов $B_{\text{СХ}}$

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Ширина рейда $B_{\text{СХ}}$, м
	40

Источник: ГБУ «Беломорканал».

3 Требования к осадке судна d

3.1 По правилам плавания на ВВП

Согласно действующих правил плавания [10] 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. 10.

Таблица 10

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

Глубина судового хода $d_{\text{ВВП}}$, 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: [10].

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 учи-

тываются, так как подобные динамические эффекты увеличения осадки должны быть учтены при эксплуатации.

На Онежском озере южные и юго-восточные ветры могут вызвать снижения уровня воды до 0,2 м.

Грунт на Онежском озере у восточного и южного берегов песчаный, у юго-западного – ил, в заливах и губах северной части – ил, глина, песок, иногда камень.

Глубины в Повенецкой бухты 4,0-4,6 м, грунт песчаный, у берега много подводных и надводных камней.

Грунт от шлюза №5 до №7 – песок с валунами, на подходах к шлюзам №6 и 7 – скала.

Гарантированная глубина судового хода $d_{\text{ВВП}} = 4,0$ м указана в табл. 11, что позволяет иметь $d = 3,75-3,80$ м (теоретически).

Таблица 11

Глубина судового хода $d_{\text{ВВП}}$

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Глубина судового хода $d_{\text{ВВП}}$, м
Повенецкая бухта	4,0-4,6
Маткожненский бьеф, 1302-1309	4,0
Вытегра – Повенец	4,0
Повенец – Медвежьегорск	4,0
Маяк Гарницкий – Кондопога	4,0
Петрозаводск – Вознесенье, 946 км ББК	4,0
Петрозаводск – р.Водла, до бара	4,0
Петрозаводск – Вытегра, 894,8 км ББК	4,0
Вознесенье, 946 км ББК – р. Андома до бара	4,0
Вознесенье, 946 км ББК – Вытегра 894,8 км	4,0
Вознесенье, 946 км ББК – р. Водла до бара	4,0
р. Водла до бара – Вытегра, 894,8 км ББК	4,0
Петрозаводск – Великая Губа	4,0
Кижы – Лейнаволоок	3,80
Вознесенье – Повенец	4,0

Источник: [1], ГБУ «Беломорканал».

Глубины в портах и на стоянках $d_{\text{ВВП}}$ указана в табл. 12.

Таблица 12

Глубины в портах и на стоянках $d_{\text{ВВП}}$

Причал, отстояние от порта Москва, км	Глубина у причала $d_{\text{ВВП}}$, м
Порт Петрозаводск	2,6-5,2
Петрозаводск пасс. №5, 6	3,95
Порт Ялгуба	2,3-3,5
Порт Кулмук	2,8-3,3
Порт Кондопога	4,1-4,6
Кижипасс. №1	4,55
Кижипурист.	4,55
Порт Медвежьегорск	4,0
Якорное место, 1147	5,3
Якорное место, 1149	8,0-10,0
Якорное место, 1155	4,7-9,5
Якорное место, 1158	4,8-6,9
Якорное место, 1174	4,7-7,9
Якорное место, 1248	6,0-10,0
Каботажный причал Беломорского морского порта	3,5-5,0
Великая губа	4,55
Уягуба, в 12 м от причала	3,55
Ропручей	4,00
Кодачгуба	3,50
Пергуба	4,55
Кондопога ЦБК	3,35

Источник: [1], ГБУ «Беломорканал».

Минимальные значения $d_{\text{ВВП}} = 3,1$ м отмечены на Северном вокзале г. Москвы (пассажирские суда, как правило, будут отходить из Москвы или Санкт-Петербурга), что позволяет иметь у судна $d = 2,90$ м.

3.2 По условиям шлюзов

Согласно правил пропуска судов [11] фактическая осадка $d \leq d_{\text{шп}} - \Delta d_2$, где $d_{\text{шп}}$ – глубина на порогах шлюза; Δd_2 – запас по глубине, который зависит от $d_{\text{шп}}$ и материала, из которого построен шлюз. Δd_2 назначается согласно табл. 13, при этом значение Δd_2 на порогах шлюзов №15 и 16 Городецкого гидроузла и шлюза Кочетовского гидроузла для пассажирских и сухогрузных судов, а также нефтеналивных судов с двойными бортами и днищем при перевозке нефтепродуктов с температурой вспышки паров 60 град. С и выше (бензин, сырая нефть и пр.) допускается не менее 0,25 м.

Таблица 13

**Минимальные запасы Δd_2 по глубине на порогах шлюзов
(минимальные запасы воды под днищем)**

Глубина на пороге $d_{\text{шп}}$, м	Материал шлюза	
	дерево, м	камень или бетон, м
до 1,00	0,10	-
1,01-2,50	0,15	0,25
свыше 2,50	-	0,40

Источник: [11].

Примеры для ББК указаны в табл. 14.

Таблица 14

Минимальные глубины на пороге шлюзов $d_{\text{шп}}$ ББК

Шлюзы	Глубина на пороге $d_{\text{шп}}$, м
Южный склон (шлюзы №1-7, однопороговые двухкамерные)	4,0
Северный склон (шлюзы №8-19, однопороговые двухкамерные)	4,0

Источник: [1].

Минимальные значения $d_{\text{шп}} = 4,00$ м, что позволяет иметь у судна $d = 3,60$ м.

4 Ограничения по надводному габариту

4.1 По проходу под мостами

Согласно правил плавания судов по ВВП [10] фактическая надводная высота судна должна отвечать условию $H_{\text{нГ}} \leq H_{\text{МС}} - \Delta H_1$, 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. 16 без учета волнения.

Таблица 16

Минимальные запасы ΔH_1 по высоте в мостах

Высота моста над рабочим (фактическим) уровнем воды $H_{\text{МС}}$, 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: [10].

Минимальное значение $H_{\text{МС}}$ определяется по данным табл. 17 ГОСТ 26775-97 [83] в зависимости от класса ВВП и использования транспортным и техническим флотом.

Таблица 17

Высота подмостового габарита $H_{\text{МС}}$

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

Источник: [2].

Фактическая высота пролетов мостов от уровня воды H_{MC} приведена в табл. 18.

Таблица 18

Фактическая высота пролетов мостов от уровня воды H_{MC}

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Высота пролета H_{MC} , м от	
	проектного уровня	расчетного уровня
Мост (пролет разводной), 1330,6	12,0	

Источник: [1].

Минимальная высота разводного однопролетного моста на 1330,6 км при проектном уровне составляет $H_{MC} = 12,0$ м, что ограничивает надводный габарит судна $H_{НГ} = 11,9$ м. Разводка осуществляется по заявке не менее, чем за 12 часов до подхода.

4.2 Пересечения воздушных линий электропередачи

Согласно [6] фактическая надводная высота судна должна отвечать условию $H_{НГ} \leq H_{ЭП} - \Delta H_2$, где $H_{ЭП}$ – наименьшее расстояние проводов воздушных линий от фактического уровня воды, ΔH_2 – минимальный запас по высоте, который зависит от напряжения в линии электропередачи согласно табл. 19.

Таблица 19

**Минимальный запас по высоте ΔH_2
для прохода под проводами воздушных линий**

Расстояние ΔH_2 в 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: [14].

Наиболее важные для исследуемого бассейна переходы указаны в табл. 20.

Таблица 20

**Наименьшее расстояние проводов воздушных линий
от фактического уровня воды $H_{ЭП}$**

Участок ББК, отстояние от порта Москва, км	Высота перехода $H_{ЭП}$, м от	
	проектного уровня	максимального уровня
ББК, 1123,1 (ЛЭП)	30,0	29,9
ББК, 1246,2 (ЛЭП)	30,0	29,45-28,5
ББК, 1289,5 (ЛЭП)	30,0	29,75
ББК, 1330,6 (ЛЭП)	30,0	29,95
ББК, 1331,8 (ЛЭП)	29,0	28,95

Источник: [1].

Сводные ограничения по главным размерениям

Сводные результаты анализа максимально допускаемой габаритной длины приведены в табл. 21, максимально допускаемой ширины – в табл. 22, осадки – в табл. 23 и надводного габарита – в табл. 24.

Таблица 21

**Путевые условия,
влияющие на выбор габаритной длины L_M судна «ББК макс» класса**

Характеристика	Максимально возможное значение L_M
Минимальный радиус закругления судового хода $R_{\min} = 400$ м	132 м (по Правилам) $L_M \approx 185$ м при снижении скорости хода до 60 % от полного хода
Длина рабочей камеры шлюза $L_{шк} = 134,2$ м	134,2 м

Таблица 22

Путевые условия, влияющие на выбор габаритной ширины B_M судна «ББК макс» класса

Характеристика	Максимально возможное значение B_M
Водораздельный канал на участке 1140,6-1145,2 км, ширина судового хода $B_{CX} = 36$ м	13,68 м
Канал №181, ширина судового хода $B_{CX} = 36$ м	13,68 м
Минимальная ширина рейдовых стоянок $B_{CX} = 40$ м	13,63 м
Ширина пролета моста $B_{MC} = 40$ м	16,0 м
Минимальная ширина камеры шлюза $B_{ШК} = 14,43$ м	13,63 м

Таблица 23

Путевые условия, влияющие на выбор осадки d судна «ББК макс» класса

Характеристики путей и портопунктов	Максимально возможное значение d
Гарантированная глубина судового хода $d_{ВВП} = 4,0$ м	3,80 м
Северный вокзал города Москвы, $d_{ВВП} = 3,1$ м	2,90 м
Речной вокзал ОАО «Пассажирский порт», Санкт-Петербург, река Нева, 1367 км, $d_{ВВП} = 3,2$ м	3,00 м
Шлюз ББК, минимальные глубины на пороге шлюзов $d_{ШП} = 4,00$ м	3,80 м

Таблица 24

Путевые условия, влияющие на выбор надводного габарита $H_{НГ}$ судна «ББК макс» класса

Характеристика	Максимально возможное значение $H_{НГ}$
Мост (пролет разводной), 1330,6, $H_{MC} = 12,0$ м	11,9 м
ББК, 1246,2 (ЛЭП), $H_{ЭП} = 28,5$ м	24,0 м

Выводы

1. Для судна «ББК макс» класса габаритную длину следует принимать до 132 м.
2. Габаритная ширина судна «ББК макс» может быть принята равной 13,63 м.
3. Надводный габарит судна «ББК макс» может быть равным или меньше 11,9 м (если не ожидать разводки моста на 1330,6 км или 24 м (если проходить при разведенном пролете).
4. Рабочий диапазон осадок судна «ББК макс» класса изменяется в пределах 2,90-3,80 м.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас единой глубоководной системы Европейской части РСФСР. Т. 4. Онежское озеро и Беломорско-Балтийский канал // Министерство речного флота РСФСР. Главводпуть. – 1990. – 29 с.
2. ГОСТ 26775-97. Габариты подмостовые судоводных пролетов мостов на внутренних водных путях. Введен в действие постановлением Госстроя России №18-25 от 03.07.97. - 11 с.
3. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
4. Егоров Г.В. Ильницкий И.А., Калугин Я.В. Концепты круизных пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания для российских рек // Морская Биржа. – 2013. - № 1 (43). - С. 24 - 34.
5. Лесюков В.А. Теория и устройство судов внутреннего плавания. - М.: Транспорт, 1982. - 303 с.
6. Михайлов А.В. Гидросооружения водных путей, портов и континентального шельфа. Часть I. Внутренние водные пути. - М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. - 448 с.
7. Порты мира. Книга 4. Россия. Ч. 1. Абакан - Колпашево. - СПб: ЦНИИМФ, 2000. - 559 с.
8. Порты мира. Кн. 5. Россия. Ч. 2. Комсомольск-на-Амуре - Поронайск. - СПб: ЦНИИМФ, 2000. - 519 с.
9. Порты мира. Кн. 6. Россия. Ч. 3. Посьет - Ярославль. - СПб: ЦНИИМФ, 2000. - 575 с.
10. 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.

11. Правила пропуска судов и составов через шлюзы внутренних водных путей Российской Федерации. Утверждены Приказом Минтранса №100 от 24.07.02. Зарегистрированы в Минюсте РФ 31.07.02 (регистрационный №3643). - М.: РКонсульт, 2004. - 24 с.

12. Речные порты Европейской части России. - С.Пб: Информационно-аналитическое агентство SeaNews, 2006. - 43 с.

13. Семин А.А. Влияние комфортабельности на выбор главных размеров пассажирских круизных судов внутреннего и смешанного плавания // Вісник ОНМУ. – Одеса: ОНМУ, 2005. – Вип. 17. – С. 39-45.

14. Справочник эксплуатационника речного транспорта / М.Д. Амосин, В.С. Бубякин, К.А. Гаринов и др. Под ред. С.М. Пьяных. - М.: Транспорт, 1995. - 360 с.

Рукопись поступила в редакцию 25.04.2013 г.