

УДК 629.5 Е30

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ГЛАВНЫХ РАЗМЕРЕНИЙ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЛЕНСКОГО БАССЕЙНА

Г.В. Егоров<sup>1</sup>

*Выполнен детальный анализ условий эксплуатации судов в бассейне реки Лена с целью обеспечения максимально возможного использования путевых габаритов при решении внешней задачи проектирования судов смешанного плавания для «северного завоза».*

*Ключевые слова:* суда смешанного плавания, внешняя задача проектирования, река Лена, северный завоз.

**Постановка проблемы.** Актуальность создания нового поколения судов смешанного плавания (ССП) для работы с речных портов бассейна Лены в силу старения существующего флота и для обеспечения жизненно важных функций снабжения северных регионов Якутии бесспорна. Как показано в работах автора [4, 5, 6], такие перспективные суда будут представлять собой транспортные ССП с полным использованием гарантированных габаритов судового пути реки Лена от порта Осетрово до порта Тикси, максимально возможным с позиций обеспечения ходкости коэффициентом общей полноты, повышенной грузоподъемностью при минимально возможной высоте борта; повышенной управляемостью в стесненных условиях и на мелководье за счет использования полноповоротных винто-рулевых колонок; обоснованной эксплуатационной надежностью конструкций судового корпуса при оптимальной металлоемкости последнего.

В идеале, судно должно иметь оптимальные с точки зрения науки о проектировании главные элементы: длину  $L$ , ширину  $B$ , высоту борта  $D$ , осадку  $d$ , дедвейт  $Dwt$ , объем грузовых пространств  $V_{гп}$ , скорость  $V_s$ . Однако в действительности назначению оптимальных соотношений и значений главных элементов препятствует наличие различного рода ограничений, как правило, габаритов и глубин портов и судоходных путей в проливах и каналах.

Главные размерения судов таких классов отличаются от оптимальных, так как решение задачи получения максимально возможного дедвейта  $Dwt$  приводит к неоптимальным с точки зрения отдельно рассматриваемых качеств судна значениям  $L$ ,  $B$ ,  $D$  и  $C_b$ , но к наилучшим с позиций экономики общепроектным решениям.

---

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

Анализ путевых ограничений представляет принципиальный интерес для выбора главных размерений ССП.

Поэтому **целью** настоящей статьи является детальный анализ условий эксплуатации судов в бассейне реки Лена с целью обеспечения максимально возможного использования путевых габаритов при решении внешней задачи проектирования ССП для «северного завоза».

**Изложение основного материала.** Базовым речным районом эксплуатации перспективных ССП (см. [5]) является река Лена от порта Осетрово до порта Тикси.

Основные морские районы (в период с 20 июля по сентябрь) включают:

- 10-мильная прибрежная зона от пролива Югорский Шар до п. Харасавэй; Байдарацкая губа;
  - юго-западная часть моря южнее линии п. Харасавэй – точка пересечения параллели  $70^{\circ}$  с. ш. с восточным побережьем о. Вайгач;
  - 20-мильная прибрежная зона вдоль западного и северного побережья п-ова Ямал от п. Харасавэй до Обской губы через пролив Малыгина;
  - 20-мильная прибрежная зона от о. Диксон до устья р. Пясины;
  - Хатангский залив;
  - проливы Восточный и Северный;
  - 20-мильная прибрежная зона вдоль северного и восточного побережий о-ва Большой Бегичев и от полуострова Нордвик до мыса Терпяй-Тумса;
  - Анабарский залив;
  - Оленекский залив, ограниченный линией, отстоящей на 5 миль к северу от линии мыс Терпяй-Тумса – северная оконечность о-вов Аэросъемки;
  - 5-мильная зона вокруг о-вов Аэросъемки;
  - 25-мильная прибрежная зона от о-вов Аэросъемки до п. Тикси;
  - от п. Тикси до устья р. Яны и 20-мильная прибрежная зона вдоль южного побережья от устья р. Колыма (Восточно-Сибирское море);
- а также прибрежная зона вдоль южного побережья в пределах 6-15 метровой изобаты от устья р. Колыма до п. Певек с возможностью удаления от берега до 7 миль в районах м. Летяткина, мыс Большой Баранов, мыс Малая Бараниха, устья р. Милыеера и северо-западного побережья о. Айон (август-сентябрь).

Поддержание гарантированных габаритов судовых ходов, действие судоходной обстановки осуществляется Ленским ГБУ в соответствии с «Программой гарантированных габаритов судовых ходов, категоричности и сроков деятельности судоходной обстановки» (см. табл. 1). Сводные данные по рекам Арктического побережья даны в табл. 2.

Таблица 1  
Участки внутренних водных путей Ленского ГБУ ВПИС с гарантированными габаритами судовых ходов на 2009-2011 годы

Наименование водного пути	Водоходный участок	Минимальная глубина, м	Габарит судна, м	Габарит ширины, м	Габарит высоты, м	Категория	Возраст	Предельная скорость движения, км/ч	Дата открытия	Дата закрытия	Продолжительность, дней
Рельс	г. Усть-Кут	348	195	65	300	всех	Парусное	30	13.04.11	20.04.11	161
Рельс	г. Петропавловск	360	190	70	400	всех	Золотое	135	17.04.11	20.04.11	157
Рельс	г. Усть-Илим	623	220	100	400	всех	Металл	60	22.04.11	18.04.11	150
Рельс	г. Усть-Илим	606	220	100	400	всех	Железобетон	40	25.04.11	18.04.11	147
Рельс	г. Якутск	185	255	100	600	всех	Керамическое	130	25.04.11	16.04.11	145
Рельс	г. Усть-Илим	215	255	100	600	всех	Стекло	220	27.04.11	16.04.11	143
Рельс	г. Усть-Илим	364	255	100	600	всех	Железобетон	70	10.04.11	10.04.11	123
Рельс	г. Жигары	767	255	100	600	всех	Железобетон	70	10.04.11	05.04.11	118
Рельс	г. Слюдянка	107	255	100	600	всех	Стекло	200	10.04.11	30.04.11	83
Золотое	г. Жигары	36	255	100	600	всех			15.04.11	30.04.11	78
Рельс	г. Усть-Илим	297	150	50	250	всех	Бетонное	60	01.04.11	10.04.11	132
Рельс	г. Талит	70	100	40	200	всех	Талит	130	24.04.11	04.04.11	134
Рельс	г. Усть-Илим	330	110	40	200	всех	Углеродное	130	24.04.11	04.04.11	134
Рельс	г. Усть-Илим	364	140	50	250	всех	Усть-Илим	200	24.04.11	04.04.11	134
Рельс	г. Усть-Илим	339	150	50	250	всех	Бетонное	310	24.04.11	04.04.11	134
Рельс	г. Усть-Илим	511	180	60	250	всех	Бетонное	60	27.04.11	12.04.11	139
Рельс	г. Слюдянка	223	100	30	150	всех	Стекло	180	27.04.11	12.04.11	139

Продолжение таблицы 1

Наименование запорного органа	Вариант привода по техническим	Наименование привода по техническим	Примечание по чертежам	Габаритные размеры, мм	Габаритная масса, кг	Категория	Вид работ	Предельная температура окружающей среды, °С	Дата открытия	Дата завершения работ	Продолжительность работ, часов
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	?	30	150	осложн.	Замена	100	27 мая	19 мая	139
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	103	30	100	осложн.	Замена	340	04 июня	16 мая	105
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	320	40	100	осложн.	Замена	630	04 июня	16 мая	105
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	334	50	200	осложн.	Замена	400	10 июня	30 мая	113
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	?	60	250	осложн. ± 01 009	Замена	1 120	12 июня	30 мая	81
Резьбовые - бар	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	?	60	250	осложн. ± 01 009	Замена	1 120	12 июня	30 мая	81
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	604	50	200	осложн.	Замена	470	10 июня	10 мая	133
Резьбовые - бар	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	?	50	200	осложн. ± 01 009	Замена	1 120	21 июня	05 мая	77
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	428	30	150	осложн.	Замена	320	27 мая	04 мая	131
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	139	30	200	осложн.	Замена	340	27 мая	04 мая	131
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	344	30	250	осложн.	Замена	320	30 мая	10 мая	134
Резьбовые	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	518	50	250	осложн.	Замена	370	03 июня	03 мая	133
Поперечные / Гидравлические / Воздушные	г. Львов, м. Львов	г. Львов, м. Львов	4	40	250	осложн.	Замена	115	25 мая	18 мая	149
Итого			2203								

Примечание: ? Наборы для замены запорных устройств работ, в количестве ± 15 единиц были введены в эксплуатацию работ, в количестве 145 шт. - для замены запорных устройств работ, в количестве ± 1 шт. - для замены запорных устройств работ. Наборы для замены запорных устройств работ, в количестве ± 1 шт. - для замены запорных устройств работ.

Таблица 2

**Гарантированные габариты судового хода на арктических реках трассы СМП на 2009-2011 годы**

Наименование водного пути	Верхняя и нижняя границы	Протяженность участков, км	Гарантированные габариты судового хода, $T$ (см)* $B$ (м)* $R$ (м)	Продолжительность, дни
р. Яна	н.п. Батагай – устье р. Адыча	103	95*30*100	105
	устье р. Адыча – н.п. Усть-Куйга	280	100*40*100	105
	н.п. Усть-Куйга – г. Нижнеянск	324	(160/170)*50*200	113
	г. Нижнеянск - Янский залив, входной буй	44	(220/300)*60*250	81
р. Индигирка	н.п. Белая гора – пос. Немково	604	200*50*200	123
р. Индигирка – бар	Водомерный пост Немково-Восточно-Сибирское море, входной буй	27	(130/200)*50*200	77
р. Колыма р. Оленек	пос. Усть-Среднекан – Орок	478	110*30*150	131
	Орок – Зырянка	159	130*30*200	131
	Зырянка – Среднеколымск	344	195*50*250	134
	Среднеколымск – Черский	518	200*50*250	123
	Таймалыр-п. Усть-Оленек	95	-	-
Оленекская протока	о. Столб – п. Ыстаннах Хочо	229	-	-
<p><b>Примечание:</b> Значения глубин, указанные в скобках: в числителе – до проведения дноуглубительных работ, в знаменателе – после проведения дноуглубительных работ.</p>				

Источник: Ленское ГБУ ВПиС

В табл. 3 показана динамика изменения гарантированных габаритов реки Лена с 1987 года, где четко видно снижение судоходных возможностей водного пути.

Таблица 3

**Изменение гарантированных габаритов судового хода на р. Лене**

Наименование участков	Протяженность участков, км	Гарантированные габариты судового хода, Т (см)* В (м)* R (м)		
		1987 г.	2001 г.	2009-2011 г.г.
Усть-Кут – Киренск	308	180*65*400	165*65*300	175*65*300
Киренск – устье р. Витима	450	230*70*450	180*70*400	190*70*400
устье р. Витима – Якутск	1229	260*100*500	210*100*400	220*100*400
Якутск – Быков мыс	1638	290*100*750	240*100*600	255*100*600
<b>ВСЕГО</b>	<b>3625</b>			

Источник: Ленское ГБУ ВПиС, материалы автора

Как отмечается в Программе [20] функционирование транспортного коридора АТР – Европа потребует создания глубоководной системы Ленского бассейна с гарантированными глубинами и габаритами водных путей на участках рек:

р. Лена:  
участок Якутск – Быков Мыс глубина до 4,2 м;

р. Алдан:

участки Устье – Джебарики-Хая глубина до 2,2 м, Джебарики-Хая – Томмот глубина до 1,6 м с обеспеченностью до 80%;

р. Яна: участок Нижнеянк – Усть-Куйга глубина до 2,2 м;  
р. Колыма: участок Устье – п. Зырянка глубина до 2,0 м.

При этом состояние водных путей Республики Саха-Якутия (РС (Я)) по периодам до 2020 г. дано в табл. 4 – предполагается, что протяженность внутренних водных путей с габаритами и обстановкой будет неизменна.

Таблица 4

**Состояние водных путей Республики Саха-Якутия  
по периодам до 2020 г.**

	Ед. изм.	2010	2015	2020
Общая протяженность внутренних водных путей РС (Я)	Км	21857	21857	21857
в том числе:				
- с гарантированными габаритами	Км	13630	13630	13630
- с освещаемой обстановкой	Км	13263	13263	13263

Источник: Правительство Республики Саха-Якутия

Фактические данные по ВВП основных участков реки Лена на июнь – 20 июля 2009 года приведены в табл. 5. При этом скорость течения на плесе была 3-5 км/час, на перекатах до 9-10 км/час. Физические и эксплуатационные условия навигации 2008 гг. представлены табл. 6.

Таблица 5

**Фактические данные июнь – 20 июля 2009 года (данные ОАО «ЛОРП»)**

Наименование участков	Протяженность участков, км	Гарантированные габариты судового хода, Т(см)х В(м) х К(м)
Устье р. Витима – Якутск	1229	220х100х400 Средняя глубина 400 см
Якутск – Быков мыс	1638	255х100х600 Быковская протока 300 см

Источник: ОАО «ЛОРП»

Таблица 6  
Физические и эксплуатационные условия навигации 2008 г. (данные ОАО «ЛОРП»)

Участки однок путей	Проклжен- ность участка, мп	Физические данные отчетного года										Глубина			
		Физическая навигация		Эксплуатационный период навигации		Физическая навигация		Эксплуатационный период навигации		Продолжитель- ность в отчетном году	Наименьшая фактическая отчетному году				
		Дата отплытия от ледостава	Дата по- явления осеннего ледохода	Продолжитель- ность навигации сут.	Дата вы- хода в рейс первого суда	Дата за- вершения последнего рейса суда	Продолжитель- ность ль- доставки сут.	Дата вы- хода в рейс первого суда	Дата за- вершения последнего рейса суда						
р. Лева															
Усть-Кут-Улакан	158	09.05.	24.10.	168	08.05.	27.10.	173							175	225
Улакан-Киренск	141	12.05.	24.10.	165	10.05.	26.10.	170							175	225
Киренск-Васюган	442	24.05.	25.10.	154	11.05.	28.10.	171							190	220
Васюган-Ленск	211	23.05.	25.10.	155	19.05.	01.11.	167							220	270
Ленск-ур. Олельма	422	26.05.	25.10.	152	21.05.	22.10.	158							220	250
ур. Олельма-Якутск	605	27.05.	22.10.	148	22.05.	22.10.	154							220	230
Якутск-ур. Васюган	405	27.05.	13.10.	139	26.05.	22.10.	150							255	280
ур. Васюган-Столб	1127	07.06.	15.10.	130	13.06.	17.10.	158							255	315
р. Васюган															
Лурикан-Устье	297	19.05.	25.10.	159	04.06.	10.09.	99							150	225
р. Ангар															
Томтор-Угур	394	18.05.	14.10.	149										100	65
Угур-Эль-Якан	470	21.05.	19.10.	151	25.09.	30.09.	6							140	150
Эль-Якан-Джебураск	237	22.05.	16.10.	147	23.09.	07.10.	15							150	165
Джебураск-Устье	511	23.05.	18.10.	148	22.05.	09.10.	141							180	195
р. Васюган															
Сунгар-ур. Марла	223	21.05.	13.10.	145	06.06.	27.06.	22							100	180
ур. Марла-Устье	523	22.05.	13.10.	144	28.05.	11.07.	45							110	110
р. Икитара															
Моло-Б. Гора	552	28.05.	11.10.	136	01.06.	07.10.	128								100
Б. Гора-Чокурдах	412	04.06.	11.10.	128	01.08.	07.10.	67							200	170
Чокурдах-Морейд	280	10.06.	08.10.	122	02.08.	02.10.	61							130	125

Источник: ОАО «ЛОРП»



Итак, изложим требования к главным элементам ССП Ленского бассейна, связанные с ограничениями портов и судоходных путей.

## 1. Требования к габаритной длине судна $L_M$

### 1.1 По габаритам шлюзов

Согласно правил пропуска судов [16], габаритная длина судна  $L_M \leq L_{\text{шк}}$ , где  $L_{\text{шк}}$  – полезная длина шлюзовой камеры.

В предполагаемом районе эксплуатации (Ленский бассейн, ниже порта Осетрово), шлюза отсутствуют.

В случае, если суда будут строиться на волжских заводах, то для перехода до места назначения им надо будет пройти с Волги на Балтику.

Данные шлюзов реки Волга и ВБВП указаны в табл. 7.

Таблица 7

Полезные длины шлюзовой камеры  $L_{\text{шк}}$  шлюзов реки Волга и ВБВП

Шлюзы	Фактическая длина $L_{\text{шк}}$ , м
Угличский	290,0
Рыбинский	290,0
Городецкий	278,8
Чебоксарский	290,0
Самарский	289,2
Балаковский	290,0
Нижнесвирский	265,0
Верхнесвирский	281,0
№1 ВБВП	269,9
№2-6 ВБВП	264,0
№7 ВБВП	265,6
№8 ВБВП	300,0

### 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  $R_{\text{min}}$  – минимальный радиус закругления судового хода (см. фактические данные для реки Лена в табл. 8),  $K_1$  – коэффициент запаса в соответствии с табл. 9 из Правил плавания по внутренним водным путям [15].

Указанные 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).

Уточненные расчеты управляемости по методике Российского Речного Регистра [17] подтверждают, что для исследуемых ограничений могут быть допущены суда, имеющие полноповоротные винто-рулевые колонки, которые оказывают положительное влияние на маневренные свойства судна, с  $L_M \leq 140$  м со снижением скорости хода до 12 км/час.

Таблица 8

**Гарантированные радиусы закругления судового хода  $R_{min}$  реки Лена**

Участок реки	Радиус закругления судового хода $R_{min}$ , м
Усть-Кут – Киренск	300
Киренск – устье р. Витима	400
устье р. Витима – Якутск	400
Якутск – Быков мыс	600

Таблица 9

**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 [1]	0,95	0,75

**1.3 По длинам причалов портов**

С целью исключения перешвартовок при проведении грузовых операций габаритная длина судна согласно рекомендаций [8] не должна превышать длину причала с учетом запаса на передвижку судна и на навигационный запас, т.е. должна удовлетворять в общем виде условию  $L_M \leq L_{пр} - \Delta L_1 - \Delta L_2$ , где  $L_{пр}$  – длина причала, что требует изучения фактических данных по портам [12-14]  $\Delta L_1$  – 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  $L_M \leq (0,77...1,00) \cdot L_{\text{ТР}}$ .

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

В частности, анализ условий порта Тикси позволяет сделать вывод, что длины сухогрузных причалов №1, 2, 3 широкого пирса ГП «Тиксинский морской торговый порт» находятся в диапазоне от 130 до 135 м, сухогрузные причалы №11, 12, 13, 14 имеют  $L_{\text{ТР}} = 157,5$  м. Причалы широкого пирса, судя по глубинам от 2,9 до 6,0 м, ориентированы на работу с судами смешанного река море плавания.

ОАО «Якутский речной порт» имеет причалы для сухогрузных судов с  $L_{\text{ТР}} = 160$  м (причалы №1, 2, 3) и с  $L_{\text{ТР}} = 132$  м (причалы №6, 7, 8). Причалы №4 и 5, предназначенные для работы с контейнерами и тяжеловеками имеют длину 76...80 м. Минимальная глубина у причалов 2,80 м.

Грузовой причал в Мохсоголлохе имеет длину 225 м.

Угольный причал Гортопсбыта порта Олекминск представляет собой часть естественного берега длиной 100 м, не имеющего механизации. Уголь перегружают с помощью плавкранов. Аналогичные перегрузочные работы выполняются на лесных причалах Олекминских леспромхозов, причале гипсового рудника и на причале в Саньяхтахе, используемом для продовольственных грузов. Грузовой район ОАО «Олекминский речной порт» представляет собой открытую бетонированную площадку с причалом длиной 45 м.

Грузовые операции пристани Ленск Ленского райуправления ОАО «ЛОРП» могут производиться на участок естественного берега длиной 500 м с помощью плавкранов. Причал Алмаздортранса в городе Ленске имеет длину 530 м. Причал Лензолото (угольный) – 130 м. Причал ПМК-130 (Витимжилстрой) – 150 м. Причал СМУ «Братскгэсстрой» – 140 м. Причалы комбината «Мамслюда» – 145 и 285 м.

Причал общего пользования ОАО «Киренский речной порт» имеет длину 143 м и используется для тарно-штучных грузов. Для этих же целей используется причал СУ ОАО «ЛОРП» длиной 100 м. Причал леспромхоза Самарский имеет длину 200 м. Помимо капитальных причалов в районе порта Киренск имеется 11 мест погрузки-выгрузки на естественный берег длиной 200-300 м (5 для леса, 5 для тарно-штучных грузов и один для угля) с помощью плавкранов.

Сухогрузные причалы порта Нижнеянк имеют  $L_{\text{ТР}} = 173...245$  м.

Анализ условий порта Певек позволяет сделать вывод, что длины сухогрузных причалов находятся в пределах 134...186 м, порта Хатанга – 84 м.

В целом, для исследуемого региона  $L_{\text{ТР}} = 130 ..132$  м и более.

#### 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.).

#### 1.5 По габаритам акватории речных внерусловых портов

При необходимости расположить причалы вне русла реки строятся внерусловые порты в естественных или искусственно созданных бассейнах.

При выборе ширины акватории (бассейна)  $B_{БАС}$  внеруслового порта согласно рекомендаций [9] 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  $L_M \leq 0,67 \cdot B_{БАС}$ .

Первый грузовой район порта Якутск расположен в черте города на левом берегу реки Лена (1645...1630 км). Для порта характерна ковшовая компоновка причалов, которые соединены с руслом реки длинным подходным каналом, а акватория порта защищена дамбой длиной 2 км. Ширина ковша в районе разворотного круга составляет около 350 м.

Сухогрузный причал речного порта Киренск расположен на устьевом участке р. Киренск в 1 км от впадения реки Киренск в реку Лена.

#### 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 [9] 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 [10] 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)  $B_{ВХ}$  должна удовлетворять условию  $B_{ВХ} \geq 0,8L_M$ , что равносильно ограничению  $L_M \leq 1,25B_{ВХ}$ .

Считается, что происходит полное гашение инерции судна при входе в порт при выполнении условия  $L_M \leq 0,29L_{ВХ}$ , где  $L_{ВХ}$  – 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  $L_M \leq 0,29D_{ВХ}$ , где  $D_{ВХ}$  – диаметр разворотного круга. При использовании буксиров допускается  $L_M \leq 0,50D_{ВХ}$ . Аналогичные решения были приняты при проектировании порта Роттердам [11].

Согласно [10] для безопасных швартовных операций у причалов, акватория которых допускает разворот судна, при ожидаемом соотношении  $L_M/B_M = 7,9$  должно выполняться условие  $L_M \leq 0,61B_{БАС}$ , где  $B_{БАС}$  – ширина бассейна (акватории между пирсами).

Для порта Певек установлены максимально возможные габариты судна или состава – габаритная длина не должна превышать 200 м, ширина 40 м, осадка 13 м.

Для порта Хатанга – габаритная длина не должна превышать 150 м, ширина 25 м.

## 2. Габаритная ширина судна $B_M$

### 2.1 По габаритам судового хода

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

Используя рекомендации работы [9], значение габаритной ширины судна может быть определено по условию  $B_M \leq k_2 \cdot B_{СХ}$ , 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.

В соответствии с «Программой гарантированных габаритов судовых ходов, категорийности и сроков деятельности судоходной обстановки по Ленскому государственному бассейновому управлению водных путей и судоходства на 2009-2011 годы» судовой ход на участке Усть-Кут – Киренск будет иметь гарантированную ширину  $B_{CX} = 65$  м, на участке Киренск – устье р. Витима –  $B_{CX} = 70$  м, на участке устье р. Витима – Якутск –  $B_{CX} = 100$  м, на участке Якутск – Быков мыс –  $B_{CX} = 100$  м.

Подходной канал Якутского речного порта имеет гарантированную ширину 40 м.

Акватория нефтебазы пристани Жатай расположена в Жатайской курье на участке 3,2...1,9 км дополнительного судового хода, длина акватории 1300 м, ширина судового хода 40 м.

## 2.2 По габаритам шлюзов

Согласно правил пропуска судов [16], габаритная ширина судна должна отвечать условию  $B_M \leq B_{ШК} - \Delta B_1$ , где  $B_{ШК}$  – фактическая ширина шлюзовой камеры;  $\Delta B_1$  – 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 Северодвинской 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 ВБВП указаны в табл. 10.

Таблица 10

Полезная ширина шлюзовой камеры  $B_{ШК}$

Шлюзы	Фактическая ширина $B_{ШК}$ , м
Угличский	30,0
Рыбинский	30,0
Городецкий	29,8
Чебоксарский	29,6
Самарский	30,0
Балаковский	30,0
Нижнесвирский	21,5
Верхнесвирский	21,5
№1 ВБВП	17,8
№2-6 ВБВП	17,8
№7 ВБВП	17,9
№8 ВБВП	21,5

### 2.3 По проходу под мостами

По проходу по мостами габаритная ширина судна  $B_M \leq B_{MC} - \Delta B_2$ , где  $B_{MC}$  – фактическая ширина подмостовых габаритов (минимальная согласно ГОСТ 26775-97 [2] указана в табл. 11);  $\Delta B_2$  – запас по ширине, принимаемый для мостов на водных путях классов 1-4 равным 24 м.

Предполагается строительство мостового перехода через реку Лена в районе Якутска (Нижний Бестях), но данных относительно подмостового габарита пока нет.

Таблица 11

**Минимальная ширина 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	-

### 2.4 По габаритам акватории речных русловых портов

Большинство причалов р. Лена 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 [7] ограничение имеет вид  $B_{БАС} \geq 6 \cdot B_M$ .

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

### 2.5 По основным элементам морских портов

Согласно [10] 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 [10] 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;

$\Delta B_3$  – 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 [11] 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 действующих правил плавания [15] осадка судна  $d \leq d_{\text{ВВП}} - \Delta d_1$ , где  $d_{\text{ВВП}}$  – глубина судового хода;  $\Delta d_1$  – запас по глубине, который зависит от значения  $d_{\text{ВВП}}$  и типа грунта.

$\Delta d_1$  показывает разницу между глубиной на конкретном участке и наибольшей осадкой судна на стоянке и назначается согласно табл. 12.

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.



Таблица 12

**Минимальные запасы  $\Delta d_1$  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

В соответствии с «Программой гарантированных габаритов судовых ходов, категоричности и сроков деятельности судоходной обстановки по Ленскому государственному бассейновому управлению водных путей и судоходства» судовой ход на участке Усть-Кут – Киренск будет иметь глубину не менее 1,75 м, на участке Киренск – устье р. Витима глубину не менее 1,90 м, на участке устье р. Витима – Якутск – глубину не менее 2,20 м, на участке Якутск – Быков мыс – глубину не менее 2,55 м. На Быковской протоке – 3,00 м.

При этом в Программе, которая будет действовать до 2025 года, предполагается, что на участок Якутск – Быков Мыс глубина будет увеличена до 4,2 метра.

Фактические глубины сильно меняются в зависимости от сезона, а также от фактических погодных условий, например, в 2008 году на участке Якутск – р. Вилюй была отмечена минимальная глубина 2,80 м, на участке р. Вилюй – о. Столб – 3,15 м (при гарантированной 2,55 м), а в 2007 году на участке Якутск – р. Вилюй – 2,00 м, на участке р. Вилюй – о. Столб – 2,55 м (при все той же гарантированной 2,55 м).

Гарантированные глубины у причалов порта Якутск составляют 2,80 м.

Глубина у угольного причала Гортопсбыта порта Олекминск 3,50 м, у лесных причалов Олекминских леспромхозов – 2,5...2,6 м, у грузовой район ОАО «Олекминский речной порт» – 3,5 м.

Глубины у причала Алмаздортранса в городе Ленске составляют 2,6 м. Гарантированная глубина у причалов Лензолото, ПМК-130, СМУ «Братскгэсстроя», комбината «Мамслюда» составляет 1,90 м.

Гарантированные глубины у причала общего пользования ОАО «Киренский речной порт» и большинства причалов в районе города Киренск составляют 1,80 м, на лесных естественных причалах Тамбовского ЛПХ, Киренского ЛПХ, Алказлеса, Воронежского ЛПХ – 2,30 м.

Глубины у сухогрузных причалов порта Нижнеянк – 2,70 м.

### 3.2 По условиям шлюзов

Согласно правил пропуска судов [16] фактическая осадка  $d \leq d_{\text{шп}} - \Delta d_2$ , где  $d_{\text{шп}}$  – глубина на порогах шлюза;  $\Delta d_2$  – запас по глубине, который зависит от  $d_{\text{шп}}$  и материала, из которого построен шлюз.

$\Delta d_2$  назначается согласно табл. 13, при этом значение  $\Delta d_2$  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.

Шлюзы в бассейне река Лена отсутствуют.

Для перехода до места назначения им надо будет пройти с Волги на Балтику, что потребует прохода через Городецкий гидроузел, где  $d_{\text{шп}} = 3,50$  м (падает в течение дня до 2,50 м).

Таблица 13

**Минимальные запасы  $\Delta d_2$  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

### 3.3 По глубинам подходных каналов морских портов

Согласно [10] проектная глубина канала  $d_{\text{КАН}} = d + \Delta d_3 + \Delta d_4$ , где  $\Delta d_3$  – 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,  $\Delta d_4$  – 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. 14 [18].

Порт Тикси расположен в Центральном секторе Арктики на побережье моря Лаптевых близ дельты реки Лена (Быковская протока), на берегу бухты Тикси в зоне распространения многолетнемерзлых пород, в год бывает до 120 дней с метелями. Наблюдается значительный эффект измене-

ния глубин в связи с сгонно-нагонными колебаниями. Глубины у сухогрузных причалов меняются в широком диапазоне: причал 1 – 2,9-5,2 м; причал 2 – 5,2-6,0 м; причал 3 – 3,2-5,6 м; причалы 11-14 – 5,8 м. У нефтебазы глубины до 3,7 м.

Таблица 14

**Минимальный навигационный запас глубины канала**

Грунт	Значение запаса $\Delta d_3$ , м
Ил	$0,04d$
Песок заиленный, ракушка, гравий	$0,05d$
Песок, глина, супесь, суглинки, галька	$0,06d$
Скальный грунт, валуны, цементированные породы	$0,07d$

Порт Певек расположен на побережье Восточно-Сибирского моря в Чауновской губе. Обслуживает сухогрузные суда с осадками от 5,2 м до 9,0 м, нефтеналивные – до 9,8 м. Подходной канал имеет глубины до 15-25 м.

Порт Хатанга расположен на реке Хатанга, впадающей в Хатангский залив Моря Лаптевых, в 115 милях от устья реки, у поселка Хатанга. Проводка морских судов с осадкой около 4 м была осуществлена впервые в 1952 году. Глубины у причалов 5,0-5,5 м. По условиям безопасного прохода бара и перекаатов реки допускается заход в порт судов с осадками не более 4,2...4,6 м.

#### 4. Ограничения по надводному габариту

##### 4.1 По проходу под мостами

Согласно правил плавания судов по ВВП [15] 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,  $\Delta H_1$  – минимальный запас по высоте, который зависит от  $H_{\text{мс}}$  и характера ВВП (свободное течение или зарегулированные участки).

Минимальные запасы по высоте  $\Delta H_1$  для прохода под мостами указаны в табл. 15 без учета волнения.

Таблица 15

Минимальные запасы  $\Delta H_1$  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

Минимальное значение  $H_{MC}$  определяется по данным табл. 16 ГОСТ 26775-97 [2] в зависимости от класса ВВП и использования транспортным и техническим флотом.

Таблица 16

## 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

Предполагается строительство мостового перехода через реку Лена в районе Якутска (Нижний Бестях), но данных относительно подмостового габарита пока нет. Для прохода по Волге  $H_{MC} = 13,2$  м.

## 4.2 Пересечения воздушных линий электропередачи

Согласно [8] фактическая надводная высота судна должна отвечать условию  $H_{HT} \leq H_{ЭП} - \Delta H_2$ , где  $H_{ЭП}$  – наименьшее расстояние проводов воздушных линий от фактического уровня воды,  $\Delta H_2$  – минимальный запас по высоте, который зависит от напряжения в линии электропередачи согласно табл. 17. Наиболее важные для исследуемого бассейна переходы указаны в табл. 18.

Таблица 17

**Минимальный запас по высоте  $\Delta H_2$  для прохода под проводами воздушных линий согласно [19]**

Расстояние $\Delta H_2$ 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

Таблица 18

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

Участок р. Лена, км	Высота перехода $H_{ЭП}$ , м от	
	проектного уровня	максимального уровня
1676,7	39,0	28,0
2587	25,0	12,8

Сводные результаты анализа максимально допускаемой габаритной длины приведены в табл. 19, максимально допускаемой ширины – в табл. 20, осадки – в табл. 21 и надводного габарита – в табл. 22.

Соответственно, предполагается широкая номенклатура грузов, как по плотности, так и по свойствам, значительное число партий грузов даже в одном рейсе, наличие нескольких мест назначения. ССП для северных пароходов должны иметь достаточное количество грузовых отсеков для возможности сепарирования грузов.

Для таких ССП подход, который был предложен автором в книге [3] и давал однозначный оптимум при создании судов максимально соответствующих габаритам шлюзов («Волго-Дон максы», «ББК максы» и т.п.), должен трансформироваться в сторону учета сугубо путевых условий сибирских рек (радиусов закругления  $R_{\min}$ , глубин судового хода  $d_{\text{ВВП}}$ , ширины судового хода  $B_{\text{СХ}}$ ), которые имеют тенденцию к значительной изменчивости и, в условиях уменьшения государственных затрат на дноуглубительные работы, к возвращению рек в свое естественное состояние.

Таблица 19

Путевые условия, влияющие на выбор габаритной длины  $L_M$  судна  
«Лена» класса

Характеристика	Максимально возможное значение $L_M$
Минимальный радиус закругления судового хода реки Лена на участке Усть-Кут – Киренск $R_{\min} = 300$ м	$L_M \approx 140$ м при снижения скорости хода до 60% от полного хода и $L_M = 99$ м без снижения хода
Минимальный радиус закругления судового хода реки Лена на участке Киренск – Якутск $R_{\min} = 400$ м	$L_M = 132$ м без снижения хода
Минимальный радиус закругления судового хода реки Лена на участке Якутск – Быков Мыс $R_{\min} = 600$ м	$L_M = 198$ м без снижения хода
Длины причалов $L_{\text{ПР}} = 130 \dots 285$ м	130 м
По габаритам ковша порта Якутск для разворота собственными средствами судна	140 м
Порт Певек	200 м
Порт Хатанга	150 м
Минимальная длина рабочей камеры шлюза* $L_{\text{ШК}} = 264$ м	264 м (по путевым условиям 154,5 м)
<b>Примечание.</b> * - ограничения по шлюзам приведены для случая, когда суда будут строиться на Волжских заводах.	

Таблица 20

Путевые условия, влияющие на выбор габаритной ширины  $B_M$  судна  
«Лена» класса

Характеристика	Максимально возможное значение $B_M$
Ширина судового хода реки Лена на участке Усть-Кут – Киренск $B_{CX} = 65$ м	22,8 м
Ширина судового хода реки Лена на участке Киренск – устье реки Витим $B_{CX} = 70$ м	24,5 м
Ширина судового хода реки Лена на участке Якутск – Быков мыс $B_{CX} = 100$ м	35,0 м
Порт Якутск, ширина подходного канала $B_{CX} = 40$ м	26,8 м при условии одностороннего движения
Нефтебаза Жатай, ширина подходного канала $B_{CX} = 40$ м	26,8 м при условии одностороннего движения
Порт Певек	40,0 м
Порт Хатанга	25,0 м
Минимальная ширина подмостовых габаритов* $B_{MC} = 110$ м	36,0 м
Минимальная ширина камеры шлюза* $B_{ШК} = 17,8$ м	17,3 м
<b>Примечание.</b> * - ограничения по шлюзам приведены для случая, когда суда будут строиться на Волжских заводах.	

Таблица 21  
Путевые условия, влияющие на выбор осадки  $d$  судна «Лена» класса

Характеристика портов	Максимально возможное значение $d$
Участок Усть-Кут – Киренск реки Лена, глубина судового хода $d_{\text{ВВП}} = 1,75$ м	1,60 м
Участок Киренск – устье реки Витим, глубина судового хода $d_{\text{ВВП}} = 1,90$ м	1,75 м
Участок устье реки Витим – Якутск, глубина судового хода $d_{\text{ВВП}} = 2,20$ м	2,05 м
Участок Якутск – Быков мыс, глубина судового хода $d_{\text{ВВП}} = 2,55$ м	2,40 м
Быковская протока, глубина судового хода $d_{\text{ВВП}} = 3,00$ м	2,80 м
Якутск, глубина у причалов $d_{\text{КАН}} = 2,80$ м	2,65 м
Олекминск, глубина у причалов $d_{\text{КАН}} = 2,50-3,50$ м	2,35-3,30 м
Ленск, глубина у причалов $d_{\text{КАН}} = 1,90-2,60$ м	1,75-2,45 м
Киренск, глубина у причалов $d_{\text{КАН}} = 1,80-2,30$ м	1,65-2,15 м
Тикси, глубина у сухогрузных причалов $d_{\text{КАН}} = 2,90-6,00$ м	2,75-5,80 м
Тикси, глубина у нефтеналивного причала $d_{\text{КАН}} = 3,70$ м	3,50 м
Певек, глубина у причалов $d_{\text{КАН}} = 5,20-9,00$ м	5,00-8,80 м
Хатанга	4,20-4,60 м
Городецкий гидроузел, глубина на пороге шлюза $d_{\text{ШП}} = 3,5$ м	3,35 м



Таблица 22

Путевые условия, влияющие на выбор надводного габарита  $H_{\text{НГ}}$   
судна «Лена» класса

Характеристика	Максимально возможное значение $H_{\text{НГ}}$
Воздушный переход, 1676,7 км, высота перехода $H_{\text{ЭП}} = 28,0$ м	23,5 м
Воздушный переход, 2587 км, высота перехода $H_{\text{ЭП}} = 25,0$ м (при проектном уровне)	20,5 м В случае паводка необходимо осуществлять контроль за фактическим уровнем воды и расстоянием до воздушного перехода. В пределах возможен минимальный уровень высоты перехода 12,8 м.
Городецкий гидроузел*	13,2 м
<b>Примечания.</b> * – ограничения по шлюзам приведены для случая, когда суда будут строиться на Волжских заводах.	

На основе анализа путевых условий можно рекомендовать для судна смешанного «Лена» класса габаритную длину 130-140 м, причем нижнее значение обеспечивает возможность работы практически у всех причалов региона и прохождение всех «узких» мест.

Габаритная ширина судна может быть принята в пределах 17,3...22,8 м, причем принятие верхнего значения создаст затруднения для постройки судов на российских верфях. Надводный габарит судна может быть равным или меньше 13,2 м. Рабочий диапазон осадок судна «Лена» класса изменяется в пределах 2,00...3,50 м. Проектировать судно смешанного река-море плавания для работы на осадках меньше 2,0 м экономически нецелесообразно. Следует учитывать, что река Лена имеет продолжительный период весеннего паводка.

Пересчет от  $L_{\text{М}}$  к значению длины судна по грузовую ватерлинию  $L$  может быть осуществлен через соответствующие соотношения для различных длин ССП нового поколения, приведенные в работе [3]. Аналогично, расчетная ширина судна может быть определена по формуле  $B = B_{\text{М}} - b$ , где  $b$  – суммарная ширина привального бруса, обычно 0,20...0,40 м.

Таким образом, после того, как путевые условия определили главные размерения судна, следующим шагом является определение на основе указанной в техническом задании скорости хода  $V_S$  и оптимального значения коэффициента общей полноты  $C_b$ . Максимально возможный дедвейт судна обеспечивается рациональным конструированием связей корпуса, ведущим к минимизации его массы  $P_{mk}$ .

Фактический выбор должен быть осуществлен с учетом достаточности прочности корпусов для совершения переходов по Северному морскому пути между устьями рек и арктическими портами и принятой партионности снабженческих грузов, что в основном ограничит значение  $L_M$ .

### **Выводы**

1. Выбор главных элементов ССП для «северного завоза» отличается от аналогичных действий для ССП европейской части.
2. Габаритные размеры судов ограничены исключительно характеристиками судового пути (радиусами закругления, шириной).
3. Расчетные осадки заметно меньше, чем для судов европейской части (около 2,00-3,50 м).
4. Грузоподъемность судов на расчетную осадку 2,50 м должна быть близка к грузоподъемности одного железнодорожного состава из 50 вагонов (3000 тонн груза).
5. Автономность – не менее 15 суток (20 суток по топливу).
6. Класс по району плавания должен обеспечивать межустьевые переходы по Северном морскому пути (не менее М-СП 3,5).
7. Ледовая категория ССП необходима для обеспечения их возвращения обратно на базы базирования (для преодоления льда толщиной до 40 см).

Учет таких ограничений позволяет создать новое поколение судов смешанного река-море плавания для «северного завоза».

### *СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ*

1. Бабакин А. Север не должен быть крайним. – Транспорт России: еженедельная информационно-аналитическая газета. - №51 (495), 17-23 декабря 2007. – 4 с.
2. 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.
3. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. - 384 с.

4. Егоров Г.В. Суда смешанного река – море плавания: роль в «северном завозе» // 36. наук. праць НУК. - Миколаїв: НУК, 2008. - № 4 (421). - С. 3 - 11.
5. Егоров Г.В. Анализ предпосылок создания нового поколения судов речного и смешанного плавания для Ленского бассейна // Проблемы техники. – 2010. - № 3. – С. 3 - 22.
6. Егоров Г.В. Выбор основных параметров корпусов судов смешанного плавания для «северного завоза» // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. – 2010. - № 55 (339). - С. 47 – 56.
7. Кандель Ф.Г., Раскин Ю.Н., Беляк Ю.Л. Проблемы прочности судов смешанного плавания. В кн.: Проблемы прочности судов. Под ред. В.С. Чувиковского. - Л.: Судостроение, 1975. - С. 223-262.
8. Михайлов А.В. Гидросооружения водных путей, портов и континентального шельфа. Часть I. Внутренние водные пути. – М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. - 448 с.
9. Михайлов В. Улучшать транспортное обслуживание восточных и северных районов. – Речной транспорт. - № 5. – 1982. - С. 2-3.
10. Морские каналы и средства навигационного оборудования морских путей / В.М. Власов, Н.А. Ирхин, Г.В. Зеньковский и др. – М.: Транспорт, 2001. - 368 с.
11. Понятовский В.В. Морские порты и транспорт: (эволюция). – М.: Московская Академия водного транспорта, 2006. - 429 с.
12. Порты мира. Книга 4. Россия. Часть 1. Абакан – Колпашево. – СПб: ЦНИИМФ, 2000. - 559 с.
13. Порты мира. Книга 5. Россия. Часть 2. Комсомольск-на-Амуре – Поронайск. – СПб: ЦНИИМФ, 2000. - 519 с.
14. Порты мира. Книга 6. Россия. Ч. 3. Посьет – Ярославль. – СПб: ЦНИИМФ, 2000. - 575 с.
15. 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.
16. 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.
17. Расчет маневренности и проведение натуральных маневренных испытаний судов внутреннего и смешанного плавания. Руководство Р.006-2004. – М.: Российский Речной Регистр, 2004. - 38 с.
18. Снопков В.И. Управление судном. – С. Пб: АНО НПО «Профессионал», 2004. - 536 с.

19. 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.

20. Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия) до 2030 г. Министерство транспорта, связи и информатизации Республики Саха (Якутия). – Якутск: ООО «Центр инвестиционных исследований, экономической экспертизы и разработки проектов». – 2008.

*Рукопись поступила в редакцию 10.12.2012 г.*

Научно-технический журнал «Проблеми техніки»  
выходит до 6 номеров в год и печатает статьи на языке  
представленной рукописи - украинском или русском.

Присылайте статьи для опубликования и  
заказывайте получение журнала через редакцию.